

**PEMBANGUNAN
PERTANIAN DAN PETERNAKAN
BERKELANJUTAN**

deepublish / publisher

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. Penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. Penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

PEMBANGUNAN PERTANIAN DAN PETERNAKAN BERKELANJUTAN

Tim Editor :

Bernatal Saragih | Panggulu Ahmad Ramadhani Utoro

Agustu Sholeh Pujokaroni | Qurratu Aini

 deepublish

Cerdas, Bahagia, Mulia, Lintas Generasi.

PEMBANGUNAN PERTANIAN DAN PETERNAKAN BERKELANJUTAN

Editor :
Bernatal Saragih, ... [et al.]

Desain Cover :
Ali Hasan Zein

Sumber :
Ljupco Smokovski & Zoran Zeremski (www.shutterstock.com)

Tata Letak :
Zulita A.

Proofreader :
A. Timor Eldian

Ukuran :
xii, 461 hlm, Uk: 17,5x25 cm

ISBN :
No ISBN

Cetakan Pertama :
Bulan 2022

Hak Cipta 2022, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2022 by Deepublish Publisher
All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang.
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT DEEPUBLISH
(Grup Penerbitan CV BUDI UTAMA)

Anggota IKAPI (076/DIY/2012)

Jl.Rajawali, G. Elang 6, No 3, Drono, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman

Jl.Kaliurang Km.9,3 – Yogyakarta 55581

Telp/Faks: (0274) 4533427

Website: www.deepublish.co.id

www.penerbitdeepublish.com

E-mail: cs@deepublish.co.id

KATA PENGANTAR

Buku bertema *Pembangunan Pertanian dan Peternakan Berkelanjutan* merupakan kumpulan ide, gagasan dan penelaahan akademisi/dosen yang kemudian dikelompokkan berdasarkan bidang ilmu yang ada telah ditentukan. Buku ini dibagi menjadi empat pokok bahasan tentang Agroekoteknologi, Agribisnis, Peternakan dan Teknologi Hasil Pertanian.

Bagian pertama pada buku ini, berisikan artikel tentang perkembangan pertanian di wilayah tropika khususnya Kalimantan Timur, pengembangan dan perbaikan produktivitas tanaman lokal, potensi dan hilirisasi produk pertanian, pemanfaatan lahan kering, sempit, lahan pasca tambang dan pekarangan, pengembangan biopeptisida dan pupuk organik. Dalam rangka menunjang perkembangan pertanian di wilayah tropika dan nasional. Bagian kedua berisikan mendorong generasi muda untuk terjun dalam dunia pertanian, tantangan digitalisasi pertanian, diversifikasi usahatani, manajemen usaha dan risiko, pemberdayaan masyarakat dalam mengoptimalkan olahan tanaman lokal dalam mewujudkan kemandirian petani.

Pada bagian ketiga berisikan potensi hewan ternak lokal dalam memenuhi kebutuhan di wilayah Kalimantan Timur, prospek tanaman lokal untuk sumber pakan, pemanfaatan fungi pada tanaman pakan di lahan pasca tambang, potensi herbal tanaman lokal untuk mengatasi permasalahan pada ternak perah, prospek pengembangan vermikompos dan potensi sebagai pakan serta penanganan hewan dengan metode penyembelihan halal. Bagian terakhir pada buku ini berisi tentang mewujudkan kemerdekaan dari kerawanan pangan, bagaimana pengolahan umbi dan sereal khususnya di Kalimantan Timur, prospek tanaman kakao dan metode pengeringannya.

Pembangunan Pertanian dan Peternakan Berkelanjutan

Kami sadar bahwa masih banyak kekurangan dalam buku ini, karena itu kritik dan saran dari pembaca untuk perbaikan ke depannya sangat diharapkan.

Samarinda, November 2022

Ketua Tim Editor

Bernatal Saragih

SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS MULAWARMAN

Pembangunan pertanian adalah suatu proses yang ditujukan untuk selalu untuk menambah produksi pertanian untuk tiap-tiap konsumen, yang sekaligus mempertinggi pendapatan dan produktivitas usaha tiap-tiap petani dengan jalan menambah modal dan *skill* untuk memperbesar turut campur tangannya manusia di dalam perkembangan tumbuh-tumbuhan dan hewan. Pembangunan pertanian juga sangat penting dalam pengelolaan sumber daya yang berhasil untuk usaha pertanian guna membantu kebutuhan manusia yang berubah, sekaligus mempertahankan atau meningkatkan kualitas lingkungan dan melestarikan sumber daya alam. Tujuan pembangunan Berkelanjutan dikenal dengan singkatan SDGs (*Sustainable Development Goals*), memuat pola pembangunan yang mencakup 3 pilar utama pembangunan sosial, ekonomi dan lingkungan serta pilar hukum dan tata-kelola.

Pertanian berkelanjutan memberikan solusi bagi permasalahan pengangguran karena sistem ini mampu menyerap tenaga kerja lebih banyak bila dibandingkan dengan sistem pertanian konvensional yang lebih mengedepankan penggunaan mesin dan alat-alat berat. Lebih luas daripada itu, pembangunan berkelanjutan mencakup tiga lingkup kebijakan antara lain: kurangnya minat masyarakat untuk Bertani, karena tambang dan sawit lebih menjanjikan, masih rendahnya kemampuan dan pemanfaatan alsintan yang belum optimal dan kemampuan petani untuk membeli pupuk masih terbatas.

Tiap tindakan harus memperkirakan dampak kesehatan dan kelestarian lingkungan hidup. Mendorong perilaku manusia yang mendukung pemanfaatan dan manajemen sumber daya alam secara berkesinambungan. Menjunjung tinggi rasa tanggung jawab terhadap alam, berperan aktif dalam menjaganya.

Akhirnya saya mengucapkan terima kasih kepada para penulis dan wakil dekan bidang akademik yang menginisiasi penulisan buku ini. Buku ***Pembangunan Pertanian dan Peternakan Berkelanjutan*** ini merupakan *Tribute to 60 Tahun Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman* dan semoga memberikan manfaat baik secara akademis maupun dalam wacana kebijakan pembangunan pertanian dan peternakan ke depan.

Samarinda, Nopember 2022
Dekan Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman
Rusdiansyah

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS MULAWARMAN	vii
DAFTAR ISI	ix
BAB I AGROEKOTEKNOLOGI.....	1
PERTANIAN DI WILAYAH TROPIKA.....	2
PEMANFAATAN LAHAN KERING UNTUK PENGEMBANGAN TANAMAN BAHAN PANGAN POKOK ALTERNATIF DI KALIMANTAN TIMUR	11
KARAKTER TANAMAN PADI LOKAL DI LINGKUNGAN TROPIKA: USAHA PENINGKATAN HASIL PADI LOKAL	28
UPAYA PERBAIKAN PRODUKTIVITAS PADI LOKAL KALIMANTAN TIMUR	35
PEMANFAATAN LAHAN SEMPIT DI KAWASAN URBAN DALAM MEWUJUDKAN KETAHANAN PANGAN KELUARGA	43
PERAN SUMBER DAYA GENETIK PADI LOKAL WARNA KALIMANTAN TIMUR TERHADAP PANGAN FUNGSIONAL.....	50
HILIRISASI PRODUK PERTANIAN PENUNJANG PEMBANGUNAN PERTANIAN KALIMANTAN TIMUR.....	57
PERKEMBANGAN SISTEM PERTANIAN DI INDONESIA DAN DINAMIKANYA	66
POTENSI INDUSTRI KERAJINAN BERBASIS PERTANIAN DI KALIMANTAN TIMUR	76

PESTISIDA NABATI SEBAGAI METODE ALTERNATIF PENGELOLAAN ORGANISME PENGGANGGU TANAMAN DI KALIMANTAN TIMUR	87
LOGAM BERAT PADA TANAH BEKAS TAMBANG BATUBARA DAN PENGARUHNYA TERHADAP PERTANIAN	100
AREN, BAMBU DAN ROTAN SEBAGAI TANAMAN SISIPAN LAHAN REKLAMASI TAMBANG BATUBARA UNTUK KESATUAN PRODUKSI GULA MERAH DAN KOLANG KALING.....	113
PUPUK ORGANIK DAN PRODUKTIVITAS LAHAN PASCA TAMBANG BATUBARA (Studi Skala Polybag dengan Tanaman Uji Padi Mayas Merah).....	131
KEMASAMAN TANAH DAN UPAYA PENANGGULANGANNYA.....	143
KARAKTERISTIK LAHAN, MORFOLOGI DAN KESUBURAN TANAH BERDASARKAN POSISI LERENG (TOPOSEQUENCE) DI KABUPATEN KUTAI TIMUR.....	157
POTENSI DAN PERMASALAHAN BUDI DAYA BAWANG MERAH (<i>Allium ascalonicum</i> L) ASAL UMBI dan <i>TRUE SHALLOT SEED</i> (TSS) DI KABUPATEN BULUNGAN.....	169
AKUAPONIK DI PEKARANGAN	179
ENTOMOPATOGEN SEBAGAI BIOPESTISIDA DALAM PENGELOLAAN HAMA TERPADU	188
PERANAN MUSUH ALAMI SEBAGAI SARANA PENGENDALI ORGANISME PENGGANGGU TUMBUHAN	202
CORPORATE FARMING DAN SMART AGRICULTURE (PERTANIAN KORPORASI CERDAS).....	211
BAB II AGRIBISNIS.....	225
MENDORONG PENINGKATAN PERAN PETANI MUDA (<i>MILENIAL</i>) DI KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA.....	226
TRANSFORMASI SISTEM PENYULUHAN PERTANIAN ERA DIGITAL.....	236

UTILITAS <i>PODCAST</i> : TRANSFORMASI MEDIA PENYULUHAN PERTANIAN DI ERA DIGITALISASI	249
KEMANDIRIAN PETANI: POSISI TAWAR PETANI DAN INTERVENSI KEBIJAKAN	257
DIVERSIFIKASI USAHATANI DENGAN POLA USAHATANI TIDAK KHUSUS SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN PENDAPATAN PETANI.....	266
RISIKO HARGA DALAM PEMASARAN PRODUK PERTANIAN	274
PENGEMBANGAN MASYARAKAT SEBAGAI UPAYA MEWUJUDKAN JELAI SEBAGAI KOMODITAS PENYANGGA PANGAN DI KALIMANTAN TIMUR	282
MANAJEMEN KEUANGAN DALAM USAHATANI	289
PEMBERDAYAAN MASYARAKAT EKONOMI KREATIF MELALUI PENGOLAHAN KOMODITAS BAYAM (<i>AMARANTHUS</i>) GUNA MENINGKATKAN KESEJAHTERAAN MASYARAKAT SERTA MENCEGAH STUNTING PADA BALITA (STUDI KASUS DESA KARANG TUNGGAL).....	296
BAB III PETERNAKAN	304
POTENSI GENETIK AYAM LOKAL KHAS DAYAK SEBAGAI SUPPORT DEFISIT SUPPLY DAGING DAN TELUR AYAM DI KAWASAN IBU KOTA NEGARA DI KALIMANTAN TIMUR	305
PROSPEK SORGUM SEBAGAI SUMBER HIJAUAN MAKANAN TERNAK DI KALIMANTAN TIMUR	321
SILASE SORGUM DAN KONSENTRAT HIJAU UNTUK PENGEMBANGAN PETERNAKAN RUMINANSIA DI LAHAN PASCA TAMBANG	332
PENERAPAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA PADA TANAMAN PAKAN DI LAHAN PASCA TAMBANG BATUBARA.....	340

HERBAL POTENSIAL ASAL KALIMANTAN TIMUR DAN POTENSINYA DALAM MENGATASI MASTITIS SUBKLINIS PADA TERNAK PERAH.....	353
PENGENDALIAN PENGGUNAAN <i>ANTIBIOTIC GROWTH PROMOTERS</i> (AGP) DAN ALTERNATIF PENGGANTINYA UNTUK Mendukung Keamanan Pangan Asal Ternak Unggas.....	364
TERNAK PROSPEKTIF: KLASIFIKASI CACING TANAH BERDASARKAN Ekologi Yang Tepat Untuk Vermikompos dan Potensinya Sebagai Pakan.....	377
EFISIENSI PENGELUARAN DARAH, PENANGANAN HEWAN PRA-SEMBELIH SERTA KESEJAHTERAAN HEWAN DALAM METODE PENYEMBELIHAN HALAL; <i>PENDEKATAN SECARA HOLISTIC TERHADAP KUALITAS DAGING</i>	387
TEKNOLOGI PEMBUATAN HAY SEBAGAI PAKAN TERNAK RUMINANSIA	416
BAB IV TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN	424
MERDEKA DARI KERAWANAN PANGAN	425
PENGOLAHAN PRODUK UMBI DAN SERELIA DI KALIMANTAN TIMUR	434
PROSES PENGERINGAN KAKAO (<i>Theobroma cacao L.</i>) DENGAN MENGGUNAKAN <i>COCOA DRYER</i>	442
BIOPLASTIK BERBASIS AGRO-POLIMER: ALTERNATIF SOLUSI PERMASALAHAN SAMPAH PLASTIK	451
UCAPAN TERIMA KASIH.....	461

BAB I
AGROEKOTEKNOLOGI

PERTANIAN DI WILAYAH TROPIKA

Syamad Ramayana

Jurusan/Program Studi Agroekoteknologi

Latar Belakang

Persoalan iklim umumnya berhubungan erat dengan kehidupan sehari-hari, seperti aktivitas perekonomian. Kesibukan para petani diatur menurut kondisi iklim dan peredaran musim di mana para petani berusaha untuk dapat menyesuaikan dari gangguan cuaca yang datangnya kadang-kadang mendadak. Alam di sekeliling manusia menjanjikan berjenis-jenis bahan makanan, bahan pakaian serta bahan untuk perumahan, sementara pemanfaatannya masih disesuaikan lagi dengan kondisi iklim setempat.

Setiap wilayah iklim seakan-akan memberikan corak mental yang khas pada penduduknya. Umumnya orang menghubungkan suatu "mental-semangat" dengan "Fluktuasi iklim", di mana energi dan inisiatif yang lebih besar dihubungkan dengan wilayah iklim sub tropis (*temperate atau sedang*) dan kemalasan dan kelambanan dihubungkan dengan wilayah iklim tropis yang monoton.

Tanaman tropika mempunyai varietas yang banyak tetapi individunya relatif sedikit. Kesulitan untuk memanfaatkan varietas yang banyak terletak pada eksploitasi serta pemeliharannya. Sifat tanaman tropika umumnya miskin akan nitrogen karena tanah tercuci oleh hujan namun kaya akan karbohidrat terutama tanaman pangan. Tempat dengan ketinggian 750-1000 m mempunyai iklim sejuk seperti daerah sub tropis, tetapi tidak berarti tanaman dari daerah sedang dapat dibudidayakan di wilayah ini, kecuali beberapa jenis bunga-bunga, sayuran, kentang, lobak, tomat dan sebagainya.

Musim di daerah tropis kurang bervariasi begitu pula pembagian siang malamnya berbeda dengan wilayah sub tropis. Wilayah tropika basah memiliki curah hujan yang tinggi dengan sebaran yang merata sepanjang tahun sehingga lahan mudah mengalami erosi dan pencucian

tanah. Suhu dan kelembapan udara yang tinggi mengakibatkan proses pembusukan bahan organik berlangsung relatif lebih cepat namun di sisi lain juga akan mempercepat pertumbuhan dan perkembangan hama dan penyakit tanaman.

Komponen Iklim Penting yang Perlu Diperhatikan di Daerah Tropika Radiasi Matahari

Wilayah tropika dicirikan dengan berlimpahnya energi radiasi surya sepanjang tahun, tetapi ketersediaannya terkumpul pada suatu periode yang pendek dan penyebarannya tidak merata. Menurut Baradas (1979) energi matahari yang diterima di daerah tropis mungkin merupakan faktor pembatas, terutama dalam musim hujan yang merupakan musim pertumbuhan tanaman pertanian di mana sering terdapat banyak awan.

Menurut William and Joseph (1970) kira-kira hanya 2% saja dari energi matahari yang tersedia dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Dari radiasi total yang diterima oleh daun 50% dipakai untuk fotosintesis. Titik keseimbangan antara fotosintesis dan respirasi jumlah radiasi matahari yang diperlukan sekitar 100-200 fc (0.015-0.03 cal/cm²/menit), khususnya untuk daun-daun tanaman yang langsung terkena langsung terkena radiasi matahari. Tanaman yang termasuk golongan C3 supaya fotosintesis maksimum memerlukan 10-40% pencahayaan matahari penuh, sedangkan yang termasuk C4 memerlukan pencahayaan penuh.

Penyinaran yang cukup dengan intensitas yang tinggi adalah perlu untuk pertumbuhan tanaman. Naungan yang terlampau banyak dan periode yang lama dari langit yang tertutup awan akan menyebabkan tangkai dengan daun-daun yang tumbuh kurang baik dan sering terjadi biji-biji tidak menjadi masak. Banyak tanaman akan berbunga lebih cepat atau lebih lambat tergantung dari penyinaran matahari. Beberapa jenis tumbuhan hanya dapat hidup baik di tempat terbuka tetapi sedangkan beberapa jenis lain memerlukan naungan untuk menyempurnakan siklus hidupnya. Dalam budi daya tanaman di satu pihak naungan diadakan dengan sengaja pada jenis tanaman tertentu sedangkan di lain pihak naungan adalah sebagai akibat yang tak dapat dihindari dari sistem pertanaman tumpang sari.

Tanaman dapat dikelompokkan menjadi dua menurut kejenuhan terhadap cahaya, yaitu spesies yang senang cahaya matahari dan spesies terlindung. Untuk spesies yang senang cahaya, tanaman tersebut akan

mencapai kejenuhan cahaya sekitar 2500 fc (0.38 cal/cm²/menit), yang biasanya terjadi kira-kira pukul 10 sampai 14. Kecepatan fotosintesis daun kopi yang diukur di lapang tercatat bahwa jumlah asimilasi harian daun di kebun kopi yang terlindung lebih besar daripada yang terkena sinar matahari langsung. Sementara panjang gelombang dari radiasi matahari yang diterima oleh tanaman adalah antara 400 sampai 700 nm yang berguna untuk fotosintesis. Sinar ultraviolet dan biru menghambat pertumbuhan tanaman sehingga pada malam hari tanaman lebih cepat tumbuh dibandingkan pada siang hari (Brooks, 1959)

Sukardi dalam Wisnusubroto et al (1979), dalam penelitiannya tentang peranan beberapa unsur iklim dalam mengendalikan hasil padi di persawahan pasang-surut mendapatkan kesimpulan bahwa sampai batas tertentu perubahan lama penyinaran matahari yang diterima selama pertumbuhan tanaman padi diikuti secara teratur oleh perubahan hasil. Jika perkiraan bahwa lama penyinaran dalam musim kemarau relatif lebih panjang dari musim hujan dan suhu udara malam hari di musim kemarau lebih rendah dari musim hujan di mana suhu tinggi akan mempercepat respirasi dapat diterima, berarti kalau faktor lain memungkinkan untuk tanaman padi maka bertanam padi di musim kemarau akan memberikan hasil lebih banyak daripada musim hujan.

Produksi tanaman sepanjang tahun biasanya lebih tinggi di daerah beriklim sedang. Tanah-tanah di daerah tropika lebih baik untuk tanaman dengan periode vegetatif panjang yang dapat menggunakan cahaya sampai batas maksimum, sehingga hasil panen tertinggi pada umumnya dapat dicapai oleh tanaman tebu, kelapa sawit atau kelapa.

Curah Hujan

Air pada tanaman berfungsi sebagai bagian dari protoplasma yang membentuk 85-90% dari berat keseluruhan bagian hijau tanaman (jaringan yang sedang tumbuh); reagen penting dalam proses fotosintesis dan proses hidrolitik seperti perubahan pati menjadi gula; pelarut garam, gas dan berbagai material yang bergerak kedalam tanaman melalui dinding sel dan jaringan xylem dan menjamin kesinambungannya; serta esensial menjamin adanya turgiditas pertumbuhan sel, stabilitas bentuk daun, proses membuka dan menutupnya stomata, dan kelangsungan gerak struktur tanaman.

Kebutuhan air tanaman didefinisikan sebagai banyaknya air yang hilang dari areal pertanaman setiap satuan luas dan satuan waktu, yang digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Kebutuhan air tanaman berkisar antara 75 sampai 200 mm/bulan. Tanaman lahan kering membutuhkan air sekitar 75 mm, bulan sementara tanaman lahan basah (padi sawah) sekitar 200 mm/bulan.

Komponen curah hujan dan radiasi matahari perlu diperhatikan karena di musim hujan yang merupakan waktu tanam (*growing period*) air berlimpah tetapi radiasi matahari rendah karena penutupan awan yang tinggi, sedangkan di musim kemarau radiasi matahari cukup, tetapi air tidak mencukupi di mana sering terjadi kekeringan yang mengakibatkan produksi yang rendah. Hal ini tentunya berbeda dengan tempat-tempat yang memiliki bendungan di mana sumber air untuk kebutuhan air tanaman akan tercukupi selama siklus hidupnya, sementara tempat lain yang tidak memiliki bendungan hanya mengandalkan curah hujan (tadah hujan) yang sangat tergantung pada cuaca dan iklim setempat sebagai sumber air untuk memenuhi kebutuhan air tanamannya.

Suhu Udara

Setiap jenis tanaman tumbuh dengan baik dalam batas-batas suhu tertentu. Pertumbuhan berhenti dan tanaman menjadi rusak dan akhirnya mati di bawah suhu minimum dan di atas suhu maksimum tertentu. Suhu udara, suhu tanah dekat permukaan dan suhu tanaman bagian-bagian yang terkena radiasi matahari langsung pada siang hari lebih tinggi daripada malam hari. Pada siang hari yang cerah suhu permukaan daun dapat 10°C lebih tinggi daripada suhu udara, sedangkan di malam hari dapat 6.5°C lebih rendah (Yarwood dalam Semangun, 1979).

Suhu optimum untuk aktivitas metabolisme maksimum berbeda untuk setiap jenis tanaman, populasi dan individu dari setiap jenis. Menurut Paruntu (1981) umumnya laju fotosintesis optimum pada tanaman C3 diperkirakan pada suhu 20-26°C, sedangkan bagi tanaman C4 suhu tersebut lebih tinggi yaitu 35-40°C. Respons fotorespirasi dan respirasi gelap berbeda terhadap suhu. Laju fotorespirasi optimum berlangsung antara 30-35°C, sedangkan respirasi gelap optimum pada suhu 40-45°C.

Kebanyakan tanaman pertanian tumbuh di dalam keadaan perubahan suhu yang besar, siang hari yang panas dan malam hari yang dingin umumnya menguntungkan tanaman. Varietas tomat tertentu akan

berbuah apabila suhu malam hari mendekati 18°C. Suhu optimum untuk pembentukan umbi kentang berkisar 10-15°C. Respons tanaman terhadap suhu dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan yaitu tingkat kesuburan tanah, populasi tanaman, tipe tanah, suhu tanah dan kandungan air tanah. Kematangan tanaman akan terhambat dengan menurunnya kandungan air tanah di bawah kebutuhannya pada waktu pembentukan biji atau selama permulaan tumbuh walaupun jumlah panas yang dibutuhkan sudah mencukupi.

Menurut Yarwood dalam Manan dkk (1980) suhu di atas 30°C merupakan faktor kritis untuk berbagai jenis tanaman bila senyawa-senyawa protein cenderung lepas atau enzim-enzim tidak dapat berfungsi. Jika suatu enzim tidak aktif, semua kegiatan metabolisme akan terhenti dan proses pertumbuhan dan perkembangan akan tertahan. Suhu tanaman yang tinggi akan mengakumulasi zat-zat beracun dalam sel tanaman sehingga merusak tanaman tersebut dan akan menurunkan produksi.

Suhu udara seringkali merupakan faktor penentu terhadap perkembangan suatu penyakit tanaman. Untuk penyakit tertentu diketahui bahwa suhu malam yang rendah mempengaruhi fisiologi tanaman, yang menyebabkan tanaman lebih peka terhadap penyakit. Jika suhu malam lebih rendah dari 20°C, pada tanaman padi terjadi penyimpangan dalam fisiologisnya yang berhubungan dengan nitrogen dan karbohidrat yang menyebabkan tanaman lebih peka terhadap *Piricularia oryzae*. Karena itu penyakit ini lebih banyak terdapat pada tempat yang lebih tinggi (Semangun, 1979).

Suhu malam hari bersama-sama kelembapan dapat berpengaruh terhadap penyakit melalui pembentukan embun dan gutasi. Suhu udara dapat mempengaruhi panjang dari fase infeksi, lama periode inkubasi, efek produksi dan derajat kerusakan dari tanaman inang. Menurut Varley dalam Sosromarsono (1979) panjang hari dan suhu udara berpengaruh penting pada kegiatan sistem endokrin yang mengatur pertumbuhan dan perkembangan serta reproduksi serangga.

Kelembapan Udara dan Kadar Air Tanah

Wilayah tropika dan daerah pertanian di Indonesia khususnya kelembapan udara hampir selalu lebih dari 75% dan sangat jarang kurang dari 50%. Kelembapan lapisan udara pada permukaan daun dapat lebih tinggi daripada udara di atasnya. Pada kelembapan udara 51%,

kelembapan pada permukaan daun dapat berkisar antara 52-83%, bahkan ada yang mengatakan bahwa kelembapan pada permukaan daun dapat mencapai 98% pada waktu udara kering. Tetapi menurut pendapat Hanapi dan Reesinck dalam Semangun (1979) jika udara bersuhu 25°C dengan kelembapan 95% maka jika ada sinar matahari daun dapat bersuhu 29°C, secara teori kelembapan udara pada permukaannya 75%.

Umumnya penyakit karena jamur dibantu oleh kelembapan yang tinggi, terutama pembentukan spora dan terjadinya infeksi. Untuk penyakit karena virus lebih berkembang pada musim kering, hal ini disebabkan karena serangga yang menularkan virus lebih berkembang pada cuaca kering. Embun memegang peranan penting dalam pembentukan penyakit bulai pada jagung (*Sclerospora maydis*) yang membentuk spora pada malam hari.

Selain air yang berbentuk uap, air bebas juga memegang peranan dalam perkembangan penyakit tumbuhan. Air hujan yang mengalir tidak teratur pada permukaan tanah kebun dapat menyebarkan jamur (hifa) bersma dengan butir-butir tanah, misalnya penyakit kanker kina (*Phytopthora cinnamini*) dan lanas pada tembakau (*Phytopthora nicotianae*). Air hujan yang memercik dapat menyebarkan spora dari daun ke daun dan membawanya dapat mencapai di bawah daun yang mempunyai banyak stomata sehingga terjadi infeksi seperti penyakit karat pada daun kopi (*Hemileia vastatrix*).

Kadar air dalam tanah merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman, terutama pada periode kritis. Tanaman jagung tidak peka terhadap kekeringan (kecuali pada waktu keluarnya bunga betina), disebabkan oleh perakarannya yang dalam dan kemampuannya menghisap dari persediaan air tanah. Tanaman padi peka terhadap perubahan kadar air dalam tanah pada keadaan tepat setelah keluar bunga.

Keadaan kadar air tanah dapat mempengaruhi persaingan antara bagian vegetatif dengan pucuk-pucuk bunga, misalnya kadar air yang cukup akan mempercepat pembungaan pada kopi, mangga, jeruk, alpukat dan sebagainya. Reaksi tanaman tahunan terhadap serangan kekeringan adalah tahap demi tahap, di mana hasilnya tergantung dari kumpulan hasil fotosintesis bagian vegetatif, kekurangan air akan merintangi pembentukan dan pemeliharaan alat-alat fotosintesis sehingga akan mengurangi hasil.

Tanaman salada, bayam, kol, rumput, kapas, tembakau, ubi jalar dan pisang akan menghasilkan panen maksimum bila air tanah dipertahankan sekurang-kurangnya 50%, sedangkan tanaman tomat, bit gula dan kacang tanah akan memberikan respons terhadap hasil dengan penambahan air tanah di atas 50%. Penggunaan air yang berlebihan pada kacang-kacangan, kentang dan tembakau akan mengurangi hasil karena air berlebihan dapat membatasi perkembangan akar di samping menghanyutkan hara tanah.

Angin

Adanya angin dapat mengurangi kelembapan dan terjadi embun serta air gutasi pada malam hari. Angin memegang peranan dalam penyebaran spora dan serangga yang menyebarkan virus. Umumnya spora terangkut secara efektif oleh angin pada jarak dekat meskipun dapat diangkut sampai jauh tetapi kurang efektif. Hal ini disebabkan karena spora akan mati karena kekeringan dan sinar matahari, juga sebagian besar tidak jatuh pada jaringan yang diinfeksi.

Angin Kumbang yang berhembus agak kering akan menguntungkan bagi petani bawang di daerah Brebes. Bila 2-3 hari tidak berhembus angin maka petani akan gelisah sebab berarti tanaman bawangnya akan diserang ulat, di mana kelembapan yang tinggi di dalam pertanaman bawang akan menstimulir tumbuhnya hama ulat.

Adanya angin yang turbulen akan memperbesar difusi CO_2 ke daun dan laju transpirasi akan dipercepat karena resistensi terhadap CO_2 dan uap air menjadi lebih kecil dibandingkan dengan udara tenang. Angin yang lemah membantu penyemprotan pestisida. Penyemprotan sebaiknya dilakukan pagi-pagi sampai pukul 9, di mana siang hari terjadi aliran udara ke atas (termal) karena pemanasan tanah oleh radiasi matahari yang menyebabkan butir-butir pestisida yang ringan tidak dapat mengendap di permukaan tanaman. Penyemprotan pagi hari sampai pukul 9 atau sore hari menjelang senja adalah lebih baik di mana saat itu kecepatan angin rendah sehingga pestisida dapat mencapai sarannya.

Pembahasan

Radiasi, curah hujan, suhu dan ketersediaan air dan angin merupakan faktor lingkungan yang beragam ditinjau dari segi ruang dan waktu. Wilayah Indonesia radiasi matahari dan curah hujan lebih banyak berperan dalam pertanian. Penanaman pada musim hujan air tercukupi,

tetapi radiasi matahari untuk fotosintesis dan pertumbuhan tanaman relatif rendah, sementara penanaman pada musim kemarau radiasi matahari cukup tetapi kekurangan air khususnya pada daerah yang tidak ada irigasi. Hal ini merupakan masalah untuk meningkatkan hasil padi sawah dan produksi pertanian lainnya.

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman di alam tanaman dipengaruhi oleh radiasi matahari, ketersediaan air, kesuburan tanah, serta hama dan penyakit. Sementara faktor tanaman itu sendiri tidak lepas dalam mempengaruhi produksi, seperti tanaman yang tumbuh baik dalam radiasi penuh atau dengan naungan, tahan genangan atau tahan kekeringan, tumbuh pada suhu rendah atau suhu tinggi, tahan atau peka terhadap hama dan penyakit tertentu dan sebagainya. Oleh sebab itu, pengetahuan iklim mikro dapat dipergunakan dalam usaha meningkatkan produksi pertanian baik dalam menanggulangi serangan hama dan penyakit maupun menciptakan keadaan iklim mikro yang sesuai bagi tanaman.

Suhu merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang pada akhirnya akan mempengaruhi hasilnya. Sebagai contoh, suhu udara yang rendah pada tempat yang berelevasi tinggi akan menyebabkan kehampaan atau sterilitas pada tanaman padi, begitu juga pada suhu yang tinggi pada fase reproduktif akan menyebabkan hasil padi yang rendah karena respirasi menjadi besar yang tidak seimbang dengan hasil fotosintesis, dan pada sayur-sayuran pada fase reproduktif merupakan pembatas untuk menghasilkan daun yang segar dan biji untuk benih.

Suhu dan kelembapan berpengaruh terhadap perkembangan hama dan penyakit tanaman, sehingga dapat diramalkan terjadinya serangan dengan mengetahui suhu dan kelembapan tertentu yang optimum bagi pertumbuhan hama dan penyakit di suatu tempat.

Kesimpulan

Komponen iklim mikro yang perlu diperhatikan dalam perkembangan dan pertumbuhan tanaman di daerah wilayah tropika adalah radiasi matahari, curah hujan, suhu udara, kelembapan udara, dan angin. Determinasi iklim mikro untuk tanaman tertentu diperlukan agar tanaman berproduksi secara optimal. Meningkatkan dan mengembangkan varietas-varietas baru yang mempunyai daya adaptasi yang tinggi dengan

lingkungan tropika. Menyesuaikan atau memodifikasi sistem dan cara bertanam sesuai dengan iklim setempat

Daftar Pustaka

- Baradas, M.W. 1969. Agrometeorological Research and Extension for Rice Farmers in the Humid Tropics. WMO-IRRI Symposium Meeting on Agrometeorology of the Rice Crop. Los Banos Philippines. 8 pp.
- Ditomo, P. 1973. Meteorologi Pertanian di Indonesia. Meteorologi Geofisika. Akademi Meteorologi dan Geofisika. Jakarta. Halaman 1-26.
- Manan, M.E. et al. 1980. Klimatologi Pertanian Dasar. Bagian Klimatologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Semangun, H. 1979. Penyakit Tumbuhan Hubungannya dengan Iklim dan Cuaca. Simposium Meteorologi Pertanian I. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Halaman 12.
- Sosromarsono, S. 1979. Pengaruh Iklim Terhadap Perkembangan Serangga Hama. Simposium Meteorologi Pertanian I. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Halaman 22.
- Suharsono, H. 2004. Agroklimatologi Tropika. Pelatihan Cuaca dan Iklim Pertanian. FMIPA Institut Pertanian Bogor. Bogor. Halaman 9.
- Williams, C.N. and K.T. Joseph. 1970. Climate, Soil and Crop Production in the Humid Tropics. Oxford University Press. Singapore.
- Wisnusubroto, S. 1979. Ketersediaan Tenaga Matahari Ditinjau dari Kebutuhan Tanaman Pertanian khususnya di D.I. Yogyakarta. Simposium Meteorologi Pertanian I. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Halaman 10.

PEMANFAATAN LAHAN KERING UNTUK PENGEMBANGAN TANAMAN BAHAN PANGAN POKOK ALTERNATIF DI KALIMANTAN TIMUR

Suyadi

Jurusan/Program Studi Agroekoteknologi

Latar Belakang

Kegiatan produksi pangan dunia untuk saat ini dan pada masa mendatang akan mengalami tekanan semakin berat. Tekanan berat tersebut disebabkan oleh kebutuhan pangan yang terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk bumi, namun sebaliknya kuantitas dan kualitas sumber daya produksi justru semakin menurun. Sumber daya pertanian utama yang kuantitas dan kualitasnya terus menurun adalah luas lahan budi daya, kesuburan lahan, dan air untuk irigasi (FAO, 2014). Penurunan dukungan sumber daya pertanian untuk produksi pangan tersebut diperparah oleh faktor perubahan iklim, yang dampaknya dapat menurunkan produksi atau bahkan menyebabkan gagal panen (Gitz and Meybeck, 2012; Holmgren, 2012). Kondisi demikian juga terjadi di Indonesia secara umum dan Kalimantan Timur.

Padi sebagai bahan pangan pokok masyarakat Kalimantan Timur dalam 10 tahun terakhir produksinya terus menurun. Dampaknya, kekurangan beras untuk konsumsi masyarakat setiap tahun terus mengalami peningkatan, akibat produksi padi menurun dan diringi oleh peningkatan jumlah penduduk. Penurunan produksi padi Kalimantan Timur dipengaruhi oleh banyak faktor, namun yang menjadi faktor utama adalah alih fungsi lahan. Petani Kalimantan Timur melakukan budi daya tanaman padi di lahan sawah dan lahan kering atau ladang. Budi daya tanaman padi utamanya dilakukan di lahan sawah dan budi daya

padi di ladang sebagai pendukung, yang keduanya saat ini mengalami tekanan alih fungsi dan luasnya terus menurun. Petani menerapkan teknologi ladang berpindah dalam kegiatan budi daya padi ladang, namun penerapan teknologi ladang berpindah pada saat ini dan masa mendatang tidak prospektif dilaksanakan, karena areal ladang telah terdesak oleh perkebunan kelapa sawit dan kegiatan penambangan batubara. Sehingga kegiatan budi daya tanaman padi di Kalimantan Timur mulai saat ini dan untuk masa mendatang bertumpu pada lahan sawah (BPS, 2018). Oleh karena, produksi padi ladang sebagai pendukung potensinya semakin kecil dan terus menurun dari tahun ke tahun.

Akurasi dan validitas data juga sangat berpengaruh terhadap perencanaan produksi padi di Kalimantan Timur, ditambah lagi oleh tidak tersedianya sistem irigasi teknis yang menyebabkan capaian luas tanam dipengaruhi oleh tersedianya curah hujan. Berdasarkan laporan BPS Kalimantan Timur, luas sawah di Kalimantan Timur masih mencapai 94.410 ha (Tabel 1) pada tahun 2017 (KDA, 2018), tetapi berdasarkan Surat Keputusan Menteri ATR Nomor: 868/SK-PG.03.03/XII/2019 tentang Luas Penetapan Lahan Baku Sawah Nasional, Lahan Baku Sawah di Kalimantan Timur ditetapkan hanya seluas \pm 36.399 ha pada tahun 2019 (Gambar 1). Alih fungsi lahan untuk kegiatan perkebunan kelapa sawit dan penambangan batubara ditengarai merupakan faktor utama penyebab penurunan luas lahan sawah fungsional tersebut. Dampaknya, Kalimantan Timur pada tahun 2020 mengalami defisit beras sekitar 219.645 ton (Suyadi, 2021).

Lahan merupakan faktor produksi utama untuk kegiatan budaya tanaman padi, dan luas lahan sawah di Kalimantan Timur terus menyusut akibat alih fungsi. Pembangunan sawah baru relatif sulit dilakukan dan mahal, berkaitan dengan upaya untuk mendapatkan hamparan lahan yang sesuai untuk sawah, ketersediaan air irigasi, dan pembangunan infrastruktur. Kondisi aktual di Kalimantan Timur menunjukkan bahwa ketersediaan lahan kering lebih luas dibandingkan dengan lahan sawah. Namun dalam pengelolaan budi daya tanaman sangat sulit untuk mempertahankan kesuburan tanah di lahan kering agar dapat digunakan sebagai lahan budi daya tanaman padi secara menetap. Berdasarkan permasalahan tersebut di atas, maka untuk mewujudkan swasembada pangan pokok, selain meningkatkan produksi padi, perlu dikembangkan tanaman bahan pangan pokok alternatif setara padi yang dapat dibudidayakan secara menetap dan lebih adaptif pada lahan kering.

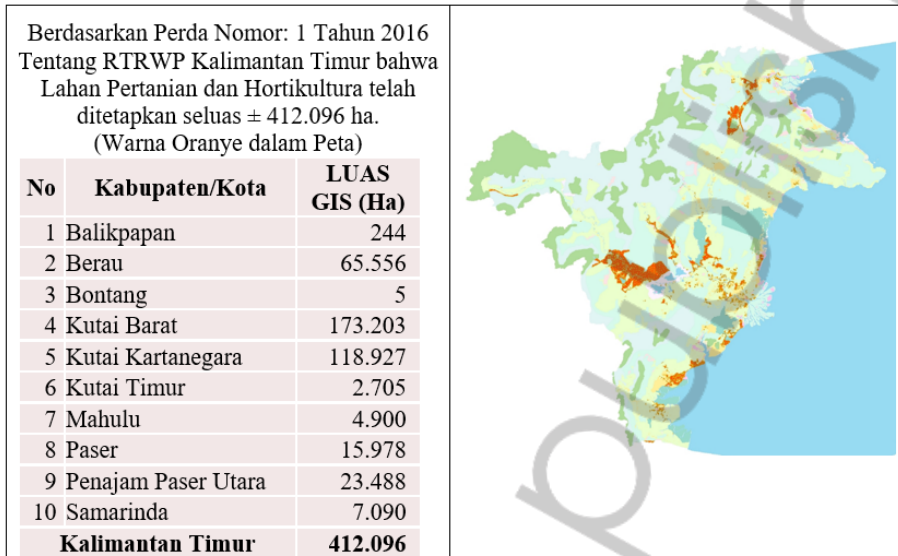
Tabel 1. Perkembangan luas sawah, luas panen padi sawah dan padi ladang di Kalimantan Timur Tahun 2012-2017.

Kabupaten/Kota	Luas Sawah	Luas Panen Padi Sawah	Luas Panen Padi Ladang	Total Luas Panen Padi	I.P. Padi Sawah	Ratio Luas Panen (ladang/sawah)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Kabupaten						
1 Paser	12.702	7.783	2.100	9.883	0,613	0,270
2 Kutai Barat	8.719	1.116	2.180	3.296	0,128	1,953
3 Kutai Kartanegara	35.992	33.334	3.843	37.177	0,926	0,115
4 Kutai Timur	9.755	4.350	4.451	8.801	0,446	1,023
5 Berau	10.485	4.787	6.120	10.907	0,457	1,278
6 Penajam Paser Utara	12.205	16.223	457	16.680	1,329	0,028
7 Mahakam Ulu	480	101	3.675	3.776	0,210	36,386
Kota						
1 Balikpapan	250	87	157	244	0,348	1,805
2 Samarinda	3.748	3.546	2.201	5.747	0,946	0,621
3 Bontang	74	76	74	150	1,027	0,974
Kalimantan Timur	94.410	71.403	22.991	94.394	0,756	0,322
2016	62.062	54.365	25.979	80.344	0,876	0,478
2015	57.087	69.072	30.137	126.209	1,210	0,436
2014	55.485	71.332	28.930	100.262	1,286	0,406
2013	63.323	73.627	29.285	102.912	1,163	0,398
2012	68.120	70.047	31.913	101.960	1,028	0,456

Sumber: Provinsi Kalimantan Timur Dalam Angka, 2017 dan 2018.

Perkembangan Produksi Padi

Produksi padi Kalimantan Timur dalam sepuluh tahun terakhir cenderung menurun (Suyadi, 2021). Penurunan produksi padi tersebut mempunyai hubungan dengan penurunan luas lahan sawah fungsional sebagai lahan produksi utama tanaman padi, dan produksi padi pada lahan kering sebagai pendukung luas tanamnya sangat fluktuatif. Berdasarkan perkembangan luas lahan sawah tersebut, maka prediksi capaian produksi padi sulit ditetapkan dan target produksi untuk mewujudkan swasembada beras sulit dicapai.

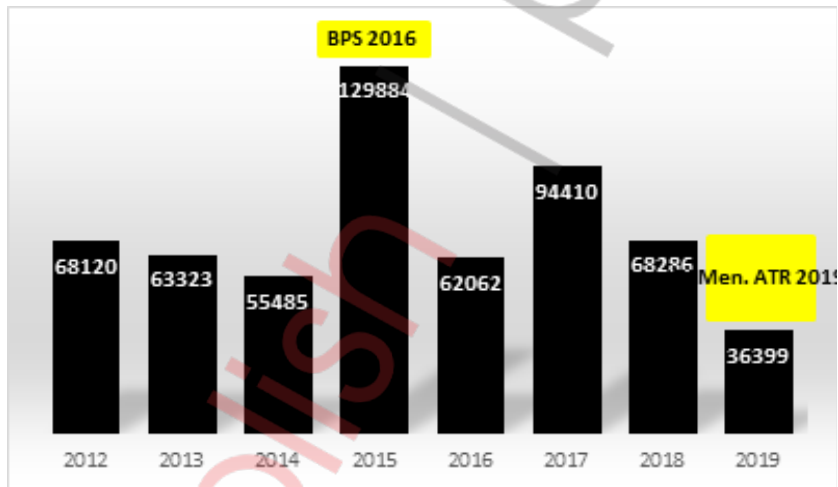


Gambar 1. Alokasi lahan pertanian pangan dan hortikultura Kalimantan Timur berdasarkan RT/RW.

Ketersediaan data yang valid dan mutakhir sangat penting untuk perencanaan pembangunan, tidak terkecuali untuk perencanaan produksi padi. Dukungan data untuk kebutuhan analisis dalam perencanaan produksi padi di Kalimantan Timur relatif terbatas. Seperti diutarakan di atas bahwa lahan sawah merupakan lahan utama produksi padi, luasannya relatif dapat diketahui lebih pasti (dibandingkan dengan ladang) dan kegiatan budi dayanya menetap. Sementara kegiatan budi daya padi ladang hanya sebagai pendukung, luas tanam dan produksinya sangat dinamis dan fluktuatif setiap tahun. Namun fakta menunjukkan bahwa, data statistik yang menyajikan luas sawah di Kalimantan Timur hanya tersedia untuk tahun 2015, 2016 dan 2017 (BPS, 2016; 2017; dan 2018) dan data yang disajikan dalam dokumen BPS (2016) untuk luas sawah tahun 2015 juga tidak konsisten dengan data dalam dokumen BPS (2017 dan 2018), seperti tertera pada Tabel 1 dan Gambar 2. Data luas sawah mulai tahun 2018 sudah tidak disajikan dalam BPS Kalimantan Timur, sehingga tidak lagi ada pemilahan antara produksi padi dari luas penen lahan sawah dengan luas panen lahan kering atau ladang. Informasi data statistik yang demikian sangat besar ketidakpastiannya untuk dijadikan dasar dalam penetapan target produksi padi, karena luas panen dan

produktivitas sangat dipengaruhi oleh luas tanam padi ladang yang sangat fluktuatif.

Perkembangan produksi padi di Kalimantan Timur dalam kurun 2010-2020, sesuai dengan data yang tersedia, dapat dianalisis dan diprediksi berdasarkan data tahun 2012-2017 (BPS, 2017 dan 2018) yang masih dilakukan pemilahan secara lengkap antara luas panen dan produksi padi sawah dengan luas panen dan produksi padi ladang (Tabel 1). Berdasarkan analisis data pada Tabel 1 tersebut, diketahui bahwa rata-rata indeks pertanaman (I.P.) padi sawah adalah 1,053 dan ratio luas panen padi ladang terhadap luas panen padi sawah (ratio ladang/sawah) adalah 0,416. Meskipun data luas sawah yang disajikan pada Tabel 1 untuk data tahun 2015 jauh lebih rendah dan tidak sinkron dengan data yang disajikan dalam BPS 2016 (Gambar 2).



Gambar 2. Perkembangan luas sawah (ha) di Kalimantan Timur berdasarkan sumber data (BPS, 2017; BPS, 2016; dan SK Menteri ATR Nomor 686/SK-PG.03.03/XII/2019)

Berdasarkan data luas panen dan produksi padi Kalimantan Timur periode tahun 2010-2020 dan rata-rata ratio luas panen padi ladang/sawah sebesar 0,416 (Tabel 1), dapat dilakukan prediksi luas panen, produksi gabah, dan produktivitas padi sawah dan padi ladang secara terpisah, seperti disajikan pada Tabel 2. Selanjutnya, berdasarkan data pada Tabel 2 tersebut dapat diprediksi rata-rata penurunan luas panen padi sebesar 3,5% per tahun, rata-rata penurunan produksi padi sebesar

4,3% per tahun, dan rata-rata penurunan produktivitas padi sebesar 1,3% per tahun.

Tabel 2. Luas panen, produksi, dan produktivitas tanaman padi di Provinsi Kalimantan Timur dalam sepuluh tahun terakhir.

Tahun	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Luas Panen (ha)	110379	100826	101960	102912	100262	99209	80343	94393	96723	94698	72253
Sawah	77928	71183	70047	73627	71332	69702	54365	71403	68286	66857	51011
Ladang	32451	29643	31913	29285	28930	30137	25979	22991	28437	27841	21242
Produksi GKG (ton)	459475	425504	424669	439439	426169	408782	305337	356680	359905	359905	262856
Sawah	365655	338620	337956	349710	339150	325313	242990	283850	286416	286416	209183
Ladang	93820	86884	86713	89729	87019	83469	62347	72830	73489	73489	53673
Produktivitas (kw/ha)	41,63	42,20	41,65	42,70	42,51	41,20	38,00	37,79	37,21	38,01	36,38
Sawah	46,92	47,57	46,95	48,13	47,91	46,45	42,84	42,59	41,94	42,84	41,01
Ladang	28,91	29,31	28,93	29,66	29,52	28,62	26,39	26,24	25,84	26,40	25,27

Sumber: Provinsi Kalimantan Timur Dalam Angka, 2016, 2017, 2018 dan 2021.

Keterangan: Data dengan angka yang dicetak miring adalah data prediksi.

Kecenderungan penurunan berbagai aspek produksi padi di Kalimantan Timur yang diikuti dengan akurasi ketersediaan data yang lemah merupakan tugas berat dalam perencanaan swasembada pangan, khususnya swasembada beras. Oleh karena itu, perlu disusun perencanaan yang terintegrasi dalam mewujudkan ketahanan pangan di daerah ini, apalagi jika dituntut harus berperan menjadi penyangga pangan IKN (ibukota nusantara). Perencanaan produksi pangan ke depan harus berorientasi pada peningkatan produksi padi dan pengembangan bahan pangan pokok alternatif, dengan pemanfaatan lahan kering yang lebih luas dan menyiapkan dukungan teknologi yang dibutuhkan untuk mempertahankan kesuburan lahan kering secara berkelanjutan dan budi daya tanaman secara menetap.

Tanaman Pangan Alternatif

Ketersediaan lahan merupakan pertimbangan utama dalam perencanaan produksi pangan, seperti telah diuraikan di atas bahwa prospek pengembangan produksi pangan di Kalimantan Timur adalah

pada lahan kering yang tersedia cukup luas (Tabel 3). Namun informasi data luas lahan kering yang disajikan dalam Tabel 3 belum sinkron dengan data luas lahan yang ditetapkan alokasinya dalam Perda Nomor: 1 Tahun 2016 tentang RTRW Kalimantan Timur (Gambar 1).

Tabel 3. Luas lahan (ha) tegal/kebun, ladang, dan lahan yang belum diusahakan menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Kalimantan Timur 2019.

Kabupaten/Kota	Tegal/Kebun	Ladang	Belum Diusahakan
(1)	(2)	(3)	(4)
Kabupaten			
1 Paser	18.966	13.596	19.393
2 Kutai Barat	12.050	47.486	90.716
3 Kutai Kartanegara	47.170	17.097	213.459
4 Kutai Timur	34.987	25.049	107.124
5 Berau	30.668	14.478	64.591
6 Penajam Paser Utara	8.034	59.052	6.763
7 Mahakam Ulu	14.835	7.214	7.391
Kota			
1 Balikpapan	5.686	2.052	1.864
2 Samarinda	6.185	1.287	5.367
3 Bontang	891	1.620	6
Kalimantan Timur	179.471	188.904	516.673

Sumber: Provinsi Kalimantan Timur Dalam Angka, 2021.

Berdasarkan pertimbangan ketersediaan lahan, pengembangan tanaman padi ladang di lahan kering tidak mungkin dilakukan dengan menggunakan teknologi ladang berpindah, harus dirancang dengan sistem budi daya menetap dan didukung dengan teknologi budi daya yang dapat mempertahankan atau bahkan meningkatkan kesuburan tanah. Pilihan alternatifnya adalah mengembangkan bahan pangan pokok alternatif yang lebih adaptif pada agroekosistem lahan kering dan tidak menuntut pemeliharaan intensif seperti tanaman padi.

Tanaman bahan pokok alternatif yang prospektif dikembangkan pada lahan kering di Kalimantan Timur antara lain adalah jagung, jelai, sorgum, dan umbi-umbian, serta rumbia atau sagu. Tanaman rumbia atau sagu yang adaptif pada lahan peralihan antara lahan basah dan lahan

kering, yang tersedia sangat luas di sepanjang tepi danau-danau besar di Kalimantan Timur, juga prospektif dikembangkan sebagai tanaman bahan pangan pokok alternatif. Pengembangan tanaman rumbia di sepanjang tepi danau akan mendukung beberapa program pemerintah secara simultan, seperti 1) peningkatan produksi pangan, 2) rehabilitasi fungsi dan pengelolaan danau, 3) mendukung pengembangan danau menjadi destinasi wisata, 4) pelestarian lingkungan dan peningkatan produktivitas perikanan dan lain-lain.

Pemilihan bahan pangan pokok alternatif dapat dilakukan dengan menggunakan pertimbangan indikator sebagai berikut: 1) mempunyai kandungan nutrisi yang sama dengan atau lebih baik dari padi, 2) pengolahan dan penyajiannya menjadi bahan pangan tidak sulit, 3) teknologi pendukung untuk pengolahan menjadi bahan pangan pokok tersedia. Berdasarkan indikator nutrisi, jagung, jelai dan sorgum sangat memenuhi syarat untuk menjadi bahan pangan pokok alternatif (Tabel 4). Sedangkan sagu atau rumbia mempunyai keunggulan sebagai tanaman yang “tidak memerlukan pemeliharaan khusus” dan bilamana populasinya sudah mencapai kondisi optimum, masyarakat dapat melakukan pemanenan secara ekstraktif dan berkelanjutan.

Tabel 4. Kandungan energi dan nutrisi (per 100 g) beberapa jenis tanaman pangan.

Komponen	Jelai	Padi	Jagung	Sorgum	Sagu
Energi (kkal)	1.506,00	1.711,00	1.690,00	1.628,00	209-353
Karbohidrat (%)	76,40	87,70	83,00	82,00	51,6-84,7
Protein (%)	14,10	8,80	10,50	11,40	0,3-0,7
Lemak (%)	7,90	2,10	4,90	4,20	0,2
Serat (%)	0,90	0,80	2,70	2,50	-
Abu (g)	1,60	1,30	1,60	1,70	-
Ca (mg)	54,00	18,0	16,00	25,00	11-27
Fe (mg)	0,80	3,20	3,20	4,30	0,6-2
Vitamin B1 (mg)	0,48	0,39	0,34	0,37	0,01
Vitamin B2 (mg)	0,10	0,08	0,13	0,20	-
Niacin (mg)	2,70	5,80	2,40	4,40	-

Sumber: Gruben dan Partohardjono, 1996 *dalam* (Nurmala, 2010); Pusluhtan Kementan, 2022.

Berdasarkan tingkat konsumsi beras 95 kg/kapita/tahun dan produksi padi tahun 2020 sebesar 262.856 ton GKG (setara dengan 168.228 ton beras) dengan asumsi jumlah penduduk 3,75 juta jiwa (kebutuhan konsumsi beras 356.250 ton), maka pada tahun 2020 defisit beras untuk konsumsi penduduk Kalimantan Timur mencapai 188.022 ton atau sekitar 52,78%. Defisit kebutuhan beras Kalimantan Timur tersebut dapat dijelaskan berdasarkan data pada Tabel 2, bahwa diprediksi produksi padi mengalami penurunan rata-rata 4,3% per tahun, dan didorong oleh pertumbuhan penduduk yang menurut laporan BPS mencapai 1,2% per tahun

Pengembangan tanaman bahan pangan pokok alternatif dapat digunakan untuk memenuhi defisit beras yang jumlahnya mencapai 188.022 ton pada tahun 2020 dan akan terus meningkat seiring meningkatnya jumlah penduduk. Defisit beras sebesar 188.022 ton tersebut secara matematis dapat disubstitusi dengan bahan pokok alternatif berupa jagung dengan luas tanam 41.783 ha (dengan asumsi produktivitas 4,5 ton/ha), atau jelai dengan luas tanam 62.674 ha (dengan asumsi produktivitas 3 ton/ha), atau sorgum dengan luas tanam 31.337 ha (dengan asumsi produktivitas 6 ton/ha), atau sagu dengan luas tanam 6.267 ha (dengan asumsi produktivitas 30 ton/ha).

Jagung

Jagung merupakan tanaman lahan kering yang paling dikenal masyarakat di antara tanaman pokok alternatif yang disebutkan di atas, tanaman jagung sudah populer dibudidayakan oleh petani di Kalimantan Timur. Namun semangat petani untuk meningkatkan luasan penanaman jagung masih fluktuatif, karena dipengaruhi oleh peluang pasar yang relatif terbatas. Kondisi demikian disebabkan oleh tidak tersedianya lembaga jaminan pasar jagung pipilan kering yang menguntungkan bagi petani. Tanaman jagung umumnya dipanen muda untuk konsumsi buah segar, sehingga peningkatan produksi jagung dalam bentuk pipilan kering di daerah ini relatif rendah.

Data produksi dan produktivitas tanaman jagung, seperti halnya tanaman padi, belum tersedia secara baik, berkelanjutan dan *update*. Pemilahan data produksi jagung dalam bentuk pipilan kering dan buah segar juga belum dapat disajikan oleh BPS, sehingga data produksi, produktivitas dan luas panen yang disajikan dalam Tabel 5 belum dapat

dipastikan bahwa semuanya itu adalah data untuk jagung dalam bentuk pipilan kering.

Berdasarkan data yang tersedia (Tabel 5) pada periode tahun 2011-2015 luas panen dan produksi jagung tersedia secara lengkap dan produktivitasnya dapat dihitung dengan mudah, dan dalam periode lima tahun tersebut produktivitas, produksi, dan luas panen jagung terluas mengalami peningkatan. Namun selanjutnya, BPS hanya menyajikan luas panen tanaman jagung untuk tahun 2016 dan 2017 dan tanpa dilengkapi dengan data produksi. Tetapi sebaliknya, BPS hanya menyediakan data produksi jagung pada tahun 2018 dan tanpa dilengkapi dengan data luas panen tanaman jagung. Perkembangan lebih memprihatinkan terjadi pada tahun 2019-2021, BPS tidak menyediakan data baru untuk luas panen dan produksi tanaman jagung di Kalimantan Timur. Berdasarkan *trend* data periode 2011-2015 yang tersedia, dilakukan prediksi produksi dan produktivitas tanaman jagung untuk tahun 2016 dan 2017, demikian pula untuk tahun 2018 berdasarkan data produksi yang tersedia dilakukan prediksi luas panen dan produktivitas tanaman jagung di Kalimantan Timur. Berdasarkan data prediksi, produktivitas tanaman jagung di Kalimantan Timur terus mengalami peningkatan dan mendekati produktivitas rata-rata nasional (5,4 ton/ha).

Pemanfaatan jagung sebagai bahan pangan pokok alternatif sangat prospektif ditinjau dari aspek kandungan nutrisi dan energi. Jagung mempunyai kandungan protein dan lemak yang lebih tinggi dari padi dan mempunyai kandungan energi setara dengan padi (Tabel 4). Kendala utama dalam implementasi jagung sebagai bahan pangan pokok adalah mengubah biji jagung menjadi pellet yang menyerupai beras atau dalam bentuk lain yang dapat disajikan dalam bentuk seperti nasi, kemudian diikuti dengan kegiatan sosialisasi dan promosi kepada masyarakat.

Tabel 5. Luas panen, produksi, dan produktivitas tanaman jagung di Provinsi Kalimantan Timur.

Tahun	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Luas Panen (ha)	2.411	2.743	1.858	2.873	2.037	4.948	11.140	23.181
Produksi (ton)	6.200	7.085	4.863	7.567	8.379	17.417	44.671	103.155
Produktivitas (ton/ha)	2.57	2.58	2.62	2.63	4.11	3.52	4.01	4.45

Sumber: BPS Kaltim 2016 dan 2019.

Keterangan: Angka yang dicetak miring adalah data prediksi, berdasarkan data tahun 2011-2015.

Jelai

Tanaman jelai (*Coix laryma-jobi* L.) sudah sejak lama dikenal oleh petani padi ladang di Kalimantan Timur, tetapi perkembangan budi dayanya tidak mengalami kemajuan yang berarti, bahkan saat ini jelai sudah menjadi tanaman langka. Tanaman jelai mempunyai daya adaptasi yang lebih baik dibandingkan dengan tanaman jagung untuk dibudidayakan pada lahan kering, terutama ditinjau dari kemampuan bersaing dengan gulma. Produktivitas tanaman jelai yang dibudidayakan di Kalimantan Timur berkisar antara 2,5-5,0 ton/ha, dipengaruhi oleh tingkat kesuburan tanah dan perbedaan varietas (Suyadi, 2020).

Penelitian tentang tanaman jelai di Indonesia masih sangat terbatas dan pada umumnya masih berkaitan dengan aspek budi daya dan pemanfaatannya sebagai bahan pangan (Nurmala, 1998; 2010; Nurmala, Rumita dan Wahyudi, 2017; Suyadi, Raden dan Suryadi, 2019). Sedangkan penelitian di luar negeri, khususnya di Cina dan Jepang penelitian yang dilakukan sudah mengarah pada pemanfaatan jelai sebagai pangan fungsional, bahan obat-obatan, dan kosmetika (Otsuka *et al.*, 1988; Numata *et al.*, 1994; Woo *et al.*, 2007; Yang *et al.*, 2008; Nishimura *et al.*, 2014)

Pemanfaatan jelai sebagai bahan pangan pokok alternatif mempunyai prospek yang sangat baik ditinjau dari kandungan nutrisinya (Tabel 4), karena mempunyai kandungan protein dan lemak yang lebih tinggi dari padi dan kandungan energinya mendekati padi. Bahkan terbukti jelai tidak hanya dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan pokok, tetapi juga sebagai bahan pangan fungsional yang berperan untuk meningkatkan kualitas kesehatan konsumen. Satu di antara manfaat jelai yang mempunyai kandungan energi relatif rendah sangat bagus untuk diet pemeliharaan dan pencegahan penyakit diabetes. Keunggulan lain dari jelai sebagai bahan pangan pokok alternatif, bentuknya sudah menyerupai beras dan dapat di masak dan disajikan seperti beras menjadi nasi. Kendalanya adalah pada rasa dan aroma yang perlu diadaptasi pada saat awal mengkonsumsi, kendala ini dapat di atasi secara berangsur dengan mencampur beras jelai dengan beras padi pada saat memasak nasinya.

Sorgum

Sorgum (*Sorghum* spp.) merupakan tanaman serealia yang mendapat perhatian secara nasional sebagai bahan pangan pokok alternatif. Seperti halnya tanaman jelai, sorgum juga belum umum dibudidayakan di Kalimantan Timur. Berdasarkan hasil penelitian BPTP Kalimantan Timur yang dilakukan di kebun penelitian Teluk Dalam, Kecamatan Tenggaraong Seberang tanaman sorgum produktivitasnya dapat mencapai 6 ton/ha. Produktivitas sorgum yang dicapai di Teluk Dalam tersebut sesuai dengan laporan yang disampaikan oleh Abay (2020).

Tanaman sorgum sangat sesuai dibudidayakan di kondisi lingkungan Kalimantan Timur, seperti dilaporkan oleh Harahap (2012) tanaman sorgum mempunyai keistimewaan yang sangat jarang dimiliki oleh tanaman lain yaitu memiliki dua sifat yang berlawanan-tahan kering dan tahan basah (tergenang). Karena tanaman sorgum mempunyai sifat tahan kering, tanaman ini sering disebut sebagai “tanaman unta” (*camel palm*). Suhu optimum yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman sorgum antara 23°C-30 °C dengan kelembapan relatif 20-40%, sedangkan suhu tanah yang baik untuk pertumbuhannya adalah 25 °C. Daerah dengan jumlah curah hujan dan kelembapan yang rendah sangat cocok untuk tanaman sorgum. Curah hujan 50-100 mm per bulan pada 2-2,5 bulan sejak tanam, diikuti dengan periode kering merupakan curah hujan yang ideal untuk keberhasilan produksi sorgum. Tanaman sorgum banyak memerlukan air saat tanam sampai tanaman berumur 4-5 minggu, walaupun demikian tanaman sorgum dapat tumbuh dan menghasilkan dengan baik pada daerah yang mempunyai curah hujan cukup dan lahan yang cukup subur.

Tanaman sorgum merupakan tanaman serealia yang potensial untuk diangkat menjadi bahan pangan pokok alternatif dan juga sebagai komoditas agroindustri. Hal ini dimungkinkan, karena tanaman sorgum mempunyai ragam manfaat yang tinggi. Biji sorgum dapat dipakai untuk: (1) bahan pangan pengganti beras, bahan baku roti, industri makanan ringan/snack; (2) bahan baku industri lem dan industri minuman (bir); (3) bahan baku industri pakan ternak; (4) bahan baku untuk media jamur merang (*Mushroom*) dan jamur kayu; (5) bahan baku untuk monosodium glutamate (MSG). Sedangkan batang dan daun sorgum dapat dipakai untuk hijauan makanan ternak. Sorgum manis dapat diproses menghasilkan gula atau bahan baku industri alkohol, dan industri minyak.

Rumbia atau Sagu

Tanaman rumbia atau sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) merupakan tanaman asli Indonesia. Indonesia memiliki luas lahan sagu terbesar di dunia, diperkirakan luas lahan sagu di seluruh dunia mencapai 6,5 juta ha, 5,4 juta ha di antaranya berada di Indonesia dan lebih dari 95 persen terfokus di wilayah Papua (5,3 juta ha). Jenis Sagu yang tumbuh di wilayah Papua menghasilkan “pati” yang lebih tinggi dibandingkan sagu yang tumbuh di daerah lain (Kementan, 2020). Lahan sagu yang dikelola di Kalimantan Timur luasannya masih sangat terbatas, baru mencapai 4 ha pada tahun 2017 (Tabel 6), dan merupakan luasan yang paling rendah di antara 14 provinsi penghasil sagu.

Tabel 6. Luas areal (ha) produksi sagu menurut provinsi di Indonesia 2013-2017.

No	Provinsi	2013	2014	2015	2016	2017	Pertumbuhan
1	Aceh	1.231	1.359	1.359	1.287	1.799	39,78
2	Riau	126.145	277.251	366.032	326.755	326.766	0,00
3	Kepulauan Riau	3.529	3.512	3.314	3.540	3.560	0,56
4	Kalimantan Barat	150	231	241	210	308	46,67
5	Kalimantan Selatan	5.132	4.859	3.836	4.150	3.723	-10,29
6	Kalimantan Timur	3	2	3	3	4	33,33
7	Sulawesi Tengah	699	626	506	526	719	36,69
8	Sulawesi Selatan	2.145	2.221	2.560	3.069	2.544	-17,11
9	Sulawesi Tenggara	5.919	4.855	4.759	2.765	2.770	0,18
10	Sulawesi Barat	86	242	661	668	668	0,00
11	Maluku	-	-	9.683	9.370	10.209	8,95
12	Maluku Utara	1.185	1.185	1.174	1.174	1.254	6,81
14	Papua Barat	1.518	1.520	1.520	1.520	1.603	5,46
15	Papua	7.319	12.793	28.298	28.576	29.834	4,40

Sumber: Direktorat Jenderal Perkebunan, 2020.

Pemanfaatan potensi lahan sagu di Indonesia baru sekitar 6 persen dengan produksi tidak lebih dari 500.000 ton per tahun, produksi sagu Indonesia terbesar terdapat di Provinsi Riau (80 persen) dan lebih dari 95 persen perusahaan sagu berasal dari perkebunan milik rakyat.

Tanaman sagu memiliki potensi produksi berkisar antara 20-40 ton pati kering/ha/tahun. Oleh karena, potensi produksi tanaman sagu per pohon rata-rata berkisar 200-400 kg pati kering, dan populasi optimum tanaman sagu adalah 100 pohon per hektare. Namun potensi produksi tanaman sagu dilaporkan dapat mencapai 800 kg pati kering per pohon.

Konsumsi sagu Indonesia masih sangat rendah yaitu 0,4-0,5 kg/kapita/tahun sedangkan konsumsi beras sangat tinggi hingga 95 kg/kapita/tahun dan konsumsi tepung terigu meningkat tajam hingga 10-18 kg/kapita/tahun. Jika luas panen sagu Indonesia dapat ditingkatkan menjadi 1 juta hektare, dengan asumsi produktivitas 30 ton/ha/tahun, maka Konsumsi sagu masyarakat Indonesia dapat mencapai >100 kg/kapita/tahun.

Kebutuhan Teknologi

Keberhasilan pengembangan dan penggunaan bahan pangan pokok alternatif pada dasarnya merupakan peningkatan diversifikasi pangan pokok, yang dapat meningkatkan kualitas dan gizi bahan pangan pokok masyarakat. Berkaitan dengan penggunaan bahan pangan pokok, pada saat ini motto konsumsi masyarakat kita masih “makan untuk kenyang” belum menggunakan motto “makan untuk sehat”. Konsumsi bahan pangan pokok yang variatif dengan dukungan tersedianya bahan pangan pokok alternatif merupakan kondisi ideal untuk mewujudkan status kesehatan masyarakat.

Berdasarkan uraian di atas, prospek pengembangan bahan pangan pokok alternatif pada lahan kering di Kalimantan Timur cukup terbuka. Namun untuk merealisasikannya memerlukan dukungan teknologi, baik teknologi budi daya tanaman, teknologi pengolahan pasca panen, teknologi penyajian sebagai bahan pangan pokok, hingga sosialisasi nilai gizi bahan pokok alternatif dan keunggulan diversifikasi pangan untuk kesehatan masyarakat.

Teknologi Budi Daya

Penerapan prinsip *good agricultural practices* (GAP) cukup memadai untuk diterapkan pada pengembangan tanaman bahan pangan pokok seperti disebutkan di atas. Kegiatan teknik budi daya petani sudah menguasai, yang menjadi perhatian khusus dalam penerapan GAP tersebut adalah bagaimana mempertahankan kesuburan tanah, agar kegiatan budi daya tanaman pada lahan kering dapat dilakukan secara menetap, produktif dan berkelanjutan. Program pemerintah dalam mendukung implementasi teknologi budi daya ini adalah dalam bidang penyuluhan, dengan memanfaatkan berbagai hasil-hasil penelitian yang telah dihasilkan oleh litbang pertanian dan perguruan tinggi.

Teknologi Pascapanen

Nasi sebagai makanan pokok telah menjadi kebiasaan dan budaya masyarakat Kalimantan Timur dan Indonesia pada umumnya. Sehingga, pemanfaatan bahan pangan pokok alternatif padi memerlukan teknologi sosialisasi adaptasi yang intensif. Teknologi pascapanen mempunyai peran sangat penting untuk mewujudkan bahan pangan alternatif dapat disajikan seperti nasi atau menjadi sajian yang lebih menarik. Secara fisik, teknologi pascapanen untuk sorgum dan jelai relatif tidak menghadapi masalah, karena butiran beras sorgum dan jelai relatif mirip dengan beras padi, dan dapat di masak dan disajikan seperti nasi (beras padi). Penangan khusus yang memerlukan teknologi pasca-panen adalah untuk jagung dan sagu, agar menjadi produk siap oleh dan dikonsumsi seperti nasi.

Teknologi Sosialisasi dan Promosi

Tugas berat dalam merealisasikan pemanfaatan bahan pangan pokok alternatif ini adalah pada kegiatan sosialisasi dan promosi, diperlukan teknologi khusus secara holistik dan terintegrasi. Mulai dari hulu agar petani semangat memproduksi bahan pangan alternatif tersebut, karena memang menguntungkan, hingga manfaat nilai gizi dari bahan pangan alternatif tersebut bagi kesehatan masyarakat konsumen. Tugas ini merupakan tugas seluruh pemangku kepentingan, seluruh OPD, dan dikomandani oleh OPD yang membidangi Ketahanan Pangan, Pertanian, Infrastruktur Pertanian, Perdagangan dan Industri, serta PKK.

Daftar Pustaka

- Abay, U. 2020. Potensi Tanaman Sorgum Sebagai Sumber Pangan, Pakan dan Bioenergi. SwaDaya Media Bisnis Pertanian. Potensi Tanaman Sorgum Sebagai Sumber Pangan, Pakan dan Bioenergi (swadayaonline.com).
- BPS. 2016. Provinsi Kalimantan Timur dalam Angka 2016. BPS Kalimantan Timur, Samarinda.
- BPS. 2017. Provinsi Kalimantan Timur dalam Angka 2017. BPS Kalimantan Timur, Samarinda.
- BPS. 2018. Provinsi Kalimantan Timur dalam Angka 2018. BPS Kalimantan Timur, Samarinda.
- BPS. 2019. Provinsi Kalimantan Timur dalam Angka 2019. BPS Kalimantan Timur, Samarinda.
- BPS. 2020. Provinsi Kalimantan Timur dalam Angka 2020. BPS Kalimantan Timur, Samarinda.
- BPS. 2021. Provinsi Kalimantan Timur dalam Angka 2021. BPS Kalimantan Timur, Samarinda.
- FAO. 2014. Building a Common Vision for Sustainable Food and Agriculture: Principles and Approaches. Rome.
- Gitz, V. dan A. Meybeck. 2012. Risks, vulnerabilities and resilience in a context of climate change. *dalam* Building Resilience for Adaptation to Climate Change in the Agriculture Sector. Proceedings of a Joint FAO/OECD Workshop 23–24 April 2012. Meybeck, A., Lankoski, J., Redfern, S., Azzu N. dan Gitz V. (editor). Hal. 19-36.
- Harahap, A.B. 2016. Teknologi Produksi Sorgum. Direktorat Perbenihan, Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. Pedoman Tehnis Tehnologi produksi Benih Sorgum. Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Holmgren, P. 2012. Agriculture and climate change-overview. *dalam* Building Resilience for Adaptation to Climate Change in the Agriculture Sector. Proceedings of a Joint FAO/OECD Workshop 23–24 April 2012. Meybeck, A., Lankoski, J., Redfern, S., Azzu N. dan Gitz V. (editor). Hal.15-18.
- Kementan. 2020. Pekan Sagu Nusantara. Kementerian Pertanian Republik Indonesia. Kementerian Pertanian-Pekan Sagu Nusantara 2020
- Nishimura M., Ohkawara T., Kagami-Katsuyama H., Sekiguchi S., Taira T., Tsukada M., Shibata H., and Nishihira J. 2014. Alteration of intestinal flora by the intake of enzymatic degradation products of

- adlay (*Coix lachrymajobi* L. var. ma-yuen Stapf) with improvement of skin condition. *Journal of Functional Foods*, 7(1), 487-494.
- Numata, M., Yamamoto A., Moribayashi A., Yamada H. 1994. Antitumor components isolated from the Chinese herbal medicine *Coix lachryma-jobi*. *Planta Med.*60(4): 356-9.
- Nurmala, T. 1998. Serealia Sumber Karbohidrat Utama. Jakarta: Rineka Cipta.
- Nurmala, T. 2010. Potensi dan Prospek Pengembangan Hanjeli (*Coix lacryma-jobi* L.) sebagai Pangan Bergizi Kaya Lemak untuk Mendukung Diversifikasi Pangan Menuju Ketahanan Pangan Mandiri, *PANGAN*, 20(1): 41-48.
- Nurmala, T, Rumita, Wahyudi A. 2017. Respons pertumbuhan dan hasil tanaman hanjeli batu (*Coix lacryma-jobi* L.) akibat pupuk silika cair dan paclobutrazol. *Jurnal Kultivasi*, 16(3): 474-481.
- Otsuka, H., Hirai Y, Nagao T, Yamasaki K. 1988. Antiinflammatory activity of benzoxazinoids from roots of *Coix lachryma-jobi* var. ma-yuen. *J Nat Prod.* 51(1): 74-9.
- Perda Nomor: 1 Tahun 2016 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi (RTRWP) Kalimantan Timur.
- Pusluhtan Kementan, 2022. Kandungan Gizi Tepung Sagu. <http://cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/87192/Kandungan-Gizi-Tepung-Sagu/>
- Surat Keputusan Menteri ATR Nomor: 868/SK-PG.03.03/XII/2019 tentang Luas Penetapan Lahan Baku Sawah Nasional.
- Suyadi, Raden I., and Suryadi A. 2019. The productivity and prospective of *Coix lacryma-jobi* L. for staple food crop alternatif in East Kalimantan of Indonesia. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 96(12): 69-76.
- Suyadi. 2021. Strategi Mewujudkan Swasembada Pangan di Kalimantan Timur. *dalam* Pembangunan Pertanian. Saragih, B. dan Ahmad R. U. P. (editor). Deepublish Publisher, Yogyakarta. Hal. 58-64.
- Woo, J.H., Li D., Wilsbach K., Orita H., Coulter J., Tully E., Kwon T.K., Xu S., Gabrielson E. 2007. *Coix* seed extract, a commonly used treatment for cancer in China, inhibits NF kappa B and protein kinase C signaling. *Cancer Biol Ther.* 6(12): 2005-11.
- Yang, R.S., Chiang W., Lu Y.H., Liu S.H. 2008. Evaluation of osteoporosis prevention by adlay using a tissue culture model. *Asia Pac J Clin Nutr.* 17(Suppl 1): 143-6.

KARAKTER TANAMAN PADI LOKAL DI LINGKUNGAN TROPIKA: USAHA PENINGKATAN HASIL PADI LOKAL

Sadaruddin

Jurusan/Program Studi Agroekoteknologi

Pendahuluan

Tanaman padi merupakan tanaman yang luas penyebarannya, karena merupakan tanaman pangan utama penduduk dunia, selain gandum, dan jagung. Genus *Oryza sativa* L. dan *O. glaberrima* Steud, keduanya berkembang menjadi 3 ras yaitu Indica, Japonica, dan Javanica.

Penyebaran penanaman padi mulai di tropik sampai sub tropik. Penanaman padi di tropik terutama meliputi Asia dan Asia Tenggara serta wilayah tropik lainnya. Pada lingkungan tropik panjang siang dan malam hampir tidak ada perbedaan yang nyata. Keadaan ini berbeda dengan kondisi di daerah sub tropik yang terdapat perbedaan siang dan malam yang memiliki 4 musim. Hal ini menjadikan karakter padi di lingkungan tropik berbeda dengan di sub tropik. Pada kondisi lingkungan spesifik di tropik, tanaman padi memiliki karakter tertentu dibandingkan padi di daerah sub tropik. Di daerah sub tropik pada saat musim panas panjang hari dapat mencapai sekitar 16 jam, tanaman lebih lama berfotosintesis sehingga hasil tinggi, sedangkan di daerah tropik, lama siang hari berkisar 12 jam sepanjang tahun, dan pada daerah tropika lembap dengan lama penyinaran radiasi matahari rata-rata hanya 6-7 jam per hari akibat adanya awan/curah hujan tinggi sehingga menurunkan laju fotosintesis dan hasil, tetapi penanaman dapat dilakukan sepanjang tahun. Akibat adanya tutupan awan dan partikel tersuspensi di atmosfer intensitas penyinaran radiasi matahari di tropik menjadi berkurang (Galvin, 2016), dengan curah hujan per tahun tinggi dan hampir tidak terdapat bulan kering dengan

suhu dan kelembapan cukup tinggi. Tanaman padi memerlukan cahaya yang cukup untuk fotosintesis, terutama pada fase berbunga sampai pemasakan. Pembungaan dan pemasakan berhubungan dengan intensitas radiasi matahari. Tanaman padi berdasarkan jalur fotosintesis termasuk ke dalam tanaman C3, tetapi membutuhkan tingkat radiasi matahari yang cukup tinggi dibandingkan tanaman C3 lainnya. Titik kompensasi tanaman padi 8 sampai 20 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \cdot \text{dt}^{-1}$, dan titik jenuh cahaya 880 sampai 1170 $\mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{dt}^{-1}$ PAR (Peng, 2002).

Karakter Tanaman

Tanaman padi yang dibudidayakan yaitu *Oryza sativa* dan *Oryza glaberrima*. Berdasarkan morfologi dan fisiologi, terbagi dalam tiga yaitu indica, japonica, dan javanica (Watanabe, 1993). Perbedaan ketiga jenis tersebut Chang (1988); Katayama (1993).

Indica: daun lebar warna hijau muda; bentuk gabah ramping; anakan banyak; batang tinggi; ekor gabah (awn) tidak ada atau kadang-kadang pendek*; bulu sekam tipis pendek; kerontokan gabah mudah rontok; jaringan tanaman lunak; kepekaan terhadap fotoperiode bervariasi; sudut yang dibentuk daun bendera terhadap batang lancip; dan kandungan amilose sedang sampai tinggi.

Japonica: daun sempit dengan warna hijau tua; bentuk gabah pendek dan bulat; anakan sedang; batang pendek; ekor gabah (awn) panjang dapat pula tidak ada; bulu sekam lebat dan panjang; kerontokan gabah sedikit mudah; jaringan tanaman keras; kepekaan terhadap fotoperiode sensitif; sudut yang dibentuk daun bendera terhadap batang tumpul; dan kandungan amilose rendah.

Javanica: daun lebar, kaku dengan warna hijau muda; bentuk gabah lebar dan tebal; anakan sedikit, batang tinggi; ekor gabah (awn) panjang dapat pula tidak ada; bulu sekam panjang; kerontokan gabah rendah; jaringan tanaman keras; kepekaan terhadap fotoperiodisme sedikit sensitif.

Dari ketiga jenis tersebut indica banyak dibudidayakan di daerah tropik, dan japonica umumnya di daerah sub tropis. Beberapa karakter perbedaan yaitu bentuk daun dan warna daun, bentuk gabah, anakan dan anakan produktif yang terbentuk, tinggi batang/tinggi tanaman, adanya bulu sekam, kerontokan gabah, jaringan tanaman, kepekaan terhadap panjang hari, dan kandungan amilosa. Hal ini juga mempengaruhi dalam

adaptasinya dan pengelolaan budi dayanya. Dalam budi daya padi, karakter daun yang sesuai adalah daun tegak dan cukup banyak. Karakter daun berhubungan dengan indeks luas daun. Perbedaan daun tegak dan daun mendatar pada tanaman padi yaitu kemampuan dalam intersepsi radiasi matahari. Bentuk daun panjang dan tipis akan mudah terkulai yang umumnya pada kultivar padi lokal.

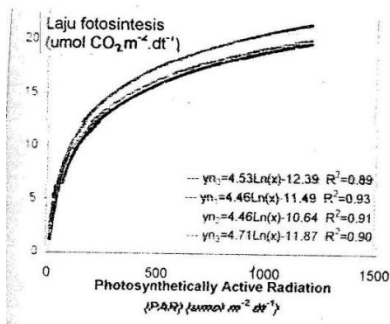
Pentingnya daun sebagai organ yang banyak menerima radiasi matahari yang berhubungan dengan fotosintesis, sehingga tanaman padi diusahakan untuk mempercepat luas daun persatuan luas pada awal pertumbuhan, agar meningkatkan efisiensi fotosintesis. Penambahan luas daun meningkatkan indeks luas daun. Luasan daun persatuan luas tanah yang ditempati tanaman dikenal dengan indeks luas daun (ILD). Indeks luas daun diharapkan tinggi untuk meningkatkan efisiensi fotosintesis. Walaupun demikian ILD yang berlebih atau terlampau tinggi juga tidak diinginkan. Hal ini karena dapat terjadi daun saling menutupi/*over lapping* antara daun. Sebaliknya pada indeks daun yang terlalu rendah mengakibatkan efisiensi pemanfaatan radiasi matahari menjadi lebih rendah. Karenanya terdapat ILD yang optimal pada masing-masing tanaman padi, dan hal ini tergantung pada beberapa keadaan lingkungan, varietas, jarak tanam dan radiasi matahari yang diterima tanaman. Pada jarak tanam tertentu keadaan ILD dipengaruhi oleh jumlah anakan. Bertambahnya jumlah anakan maka bertambah luas daun.

Rendahnya indeks luas daun pada kultivar padi ladang lokal juga salah satu sebab rendahnya hasil. Indeks luas daun padi lokal antara 2,5 sampai 3,0 (Sadaruddin, 2003). Kultivar lokal umumnya memiliki daun yang panjang sampai sangat panjang, tetapi jumlah daun sedikit, menyebabkan daun mudah terkulai (Sadaruddin *et al.* 2020). Indeks luas daun optimum pada tanaman padi bervariasi, selain ditentukan jenis tanaman juga ditentukan intensitas radiasi yang tersedia. Keadaan ini juga menyebabkan laju pertumbuhan tanaman rendah yang dicerminkan laju tumbuh tanaman, laju asimilasi bersih dan indeks luas daun (Sadaruddin, 2021) (Gambar 1.). Beberapa kultivar padi lokal laju fotosintesis antara 20 sampai 25 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \cdot \text{dt}^{-1}$ (Sadaruddin, 2003).

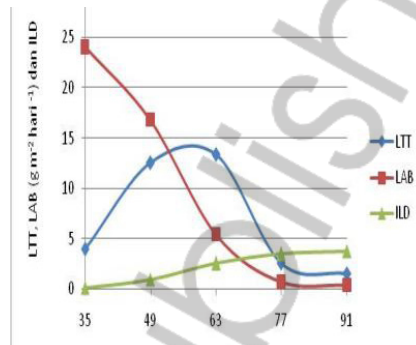
Jumlah anakan padi lokal umumnya sedikit sampai sedang (Sadaruddin, *et al.*, 2021). Jumlah anakan terutama anakan produktif, penting dan merupakan komponen hasil dalam menentukan hasil tanaman padi, karena hal ini menunjukkan jumlah malai yang terbentuk per satuan

luas. Selain jumlah anakan produktif, berat gabah dan jumlah gabah berisi per malai atau per rumpun juga menjadi penentu hasil per satuan luas. Beberapa kultivar padi lokal memiliki berat gabah yang bervariasi dari ringan, sedang sampai berat. Pada tanaman dengan gabah kecil memiliki jumlah gabah isi yang banyak dan sebaliknya, walaupun beberapa kultivar tersebut berbeda dengan keadaan tersebut.

Indeks panen (*harvest index*) menentukan dalam mencapai hasil yang tinggi. Indeks panen merupakan proporsi gabah terhadap total biomass yang terbentuk. Indeks panen padi lokal umumnya rendah hanya 0,3 (Sadaruddin *et al.* 2003). Karakter ini juga menyebabkan salah satu rendahnya hasil padi lokal. Padi unggul dengan produksi yang tinggi mempunyai indeks panen sekitar 0,5. Hal ini juga menunjukkan bahwa pada padi kultivar lokal alokasi asimilat ke bagian gabah hanya sekitar 30 persen dan sebagian besar untuk bagian tanaman lainnya. Di lain sisi umur padi lokal cukup panjang antara 4,5 sampai 5,5 bulan. Masa vegetatifnya cukup lama, biomass terbentuk tinggi, tetapi sebagian besar asimilat dialokasikan ke bagian tanaman lainnya seperti akar, batang dan daun. Radiasi matahari sangat dibutuhkan selama fase pertumbuhan tanaman, terutama pada fase inisiasi malai sampai menjelang pemasakan. Sedangkan hubungan antara intensitas radiasi matahari terhadap laju fotosintesis, semakin tinggi radiasi matahari yang tersedia semakin tinggi laju fotosintesis, tetapi sampai batas tertentu tidak terjadi kenaikan laju fotosintesis, sebagai titik jenuh. Laju fotosintesis padi lokal 20 sampai 25 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \cdot \text{dt}^{-1}$, dengan titik kompensasi sekitar 1200 $\mu\text{mol PAR}$ (Gambar 2.) (Sadaruddin, 2003). Nilai konversi radiasi matahari terhadap hasil akumulasi bahan kering masih rendah.



Gambar 1. Laju tumbuh tanaman, laju asimilasi bersih dan indeks luas padi lokal (Sadaruddin, 2021)



Gambar 2. Laju fotosintesis kultivar padi ladang lokal pada berbagai intensitas radiasi matahari (Sadaruddin, 2003)

Hasil gabah pada tanaman padi selain ditentukan dari komponen hasil, juga ditentukan dari hubungan antara sumber (*source*) dan limbung (*sink*). Pengertian sumber adalah kapasitas potensial hasil fotosintesis dan limbung adalah kapasitas potensial memanfaatkan hasil fotosintesis (Venkateswarlu dan Visperas, 1987). Hubungan sumber dan limbung pada tanaman padi terdapat tiga keadaan yaitu (1) sumber terbatas, (2) limbung terbatas, dan (3) sumber dan limbung berimbang. Limbung terbatas yang umumnya terdapat pada padi di daerah tropik. Pertumbuhan vegetatif yang banyak menyebabkan alokasi asimilat rendah. Usaha untuk mengatasi masalah tersebut perlu karakter tanaman padi yang mempunyai anakan banyak, tetapi batang tidak memanjang pada saat pengisian. Bila perpanjangan batang bersamaan dengan saat keluarnya malai, terjadi persangan dalam mendapatkan asimilat antara batang dan malai. Dingkuhn dan Kropff (1996), menyatakan simpanan bahan kering tanaman padi di gabah berasal dari simpanan pada fase vegetatif dan asimilat yang dihasilkan pada saat pengisian gabah.

Usaha peningkatan hasil

Peningkatan hasil tanaman padi lokal dapat dilakukan dengan memperhatikan antara karakter tanaman yang disesuaikan dengan lingkungan tumbuhnya. Selain itu perbaikan budi daya, seperti pengolahan tanah yang baik, pemberian pupuk yang sesuai, serta pemeliharaan seperti pencegahan hama dan penyakit, serta pengendalian gulma.

Usaha budi daya tanaman padi diharapkan adalah gabah yang tinggi. Gabah yang tinggi dapat diperoleh bila terdapat hubungan yang sesuai antara tanaman dan tempat/lingkungan tumbuhnya. Dari segi tanaman, bentuk tanaman pendek sampai sedang, agar tanaman tidak mudah rebah, ditunjang bentuk batang yang kokoh. Ukuran daun agak pendek dengan susunan yang tegak, luas daun akan meningkatkan intersepsi radiasi matahari dan merata di atas tajuk, sehingga laju fotosintesis lebih tinggi persatuan luas daun/efisiensi fotosintesis lebih tinggi. Jumlah anakan banyak, bentuk tegak agar radiasi matahari dapat tersebar merata di dalam tajuk tanaman. Anakan produktif tinggi, yang berarti meningkatnya jumlah malai per rumpun atau per satuan luas. Indeks panen tinggi untuk meningkatkan hasil akumulasi biomass yang sebagian dialokasikan ke gabah.

Kesimpulan

Padi lokal banyak tersebar di lingkungan tropik, yang diusahakan oleh masyarakat, dan dibudidayakan dengan cara yang sederhana, input yang rendah bahkan tanpa input. Umumnya padi lokal mempunyai tingkat produktivitas yang rendah, hal ini karena beberapa karakter tanaman, seperti batang terlalu tinggi sehingga mudah rebah, anakan produktif sedikit, indeks luas daun rendah, dan indeks panen (*harvest index*) rendah. Walaupun demikian kultivar padi lokal mempunyai kelebihan seperti rasa nasi yang lebih enak, tahan terhadap keadaan setempat/beradaptasi keadaan setempat, dan tahan terhadap hama dan penyakit tertentu. Perhatian terhadap padi lokal perlu untuk ditingkatkan, karena sebagai sumber plasma nutfah dan merupakan kekayaan hayati yang perlu untuk dilestarikan.

Daftar Pustaka

- Chang, T.T. 1988. The ethnobotany of rice in island Southeast Asia. *Asian Perspectives* 26(1):69-76
- De Datta, S.K., 1981. Principles and Practices of Rice Production. John Wiley and Sons, New York.
- Dingkuhn and Kropff. 1996. Rice. In Photoassimilate Distribution in Plant and Crop: Source-Sink Relationships. P. 519-547. Ed. Ely Zamski dan Arthur A. Schaffer. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Galvin, J.F.P. 2016. An Introduction to the Meteorology and Climate of the

- Tropics. John Wiley and Sons, Ltd.
<https://www.google.co.id/books/edition>
- Jing Q., Spiertz J.H.J., Hengsdijk H., H. Van Keeulen, and Cao W. 2010. Adaptation and Performance of Rice Genotypes in Tropical and Subtropical Environment. Wageningen J. of live science. 57:149-157.
- Katayama, T.C. 1993. Claassification and Morphological and Taxanomical Characters of Cultivated Rice. In. Science of The Rice Plant: Morphology. P. 35-53. Ed. Takane Matsuo and Kiyochica Hoshikawa. Foof and Agriculture Policy Research Center, Tokyo.
- Peng S. 2000. Single Leaf and Canopy Photosynthesis of Rice. P. 213-228. In. Redesigning Rice Photosynthesis to the Increase Yield. Ed. JE. Sheehy, P.L. Mitchell, and B. Hardy. IRRI Los Banos, Philippines.
- Sadaruddin. 2003. Bagian Disertasi: (Laju fotosintesis). Komponen Hasil dan Hasil Padi Gogo (*Oryza sativa* L.) yang Dipupuk Nitrogen di bawah Naungan Tegakan Hutan Tanaman Industri Sengon. Disertasi, Universitas Padjadjaran.
- Sadaruddin, dan Supriyanto B. 2016. Identifikasi Sifat-Sifat Fisiologis Beberapa Varietas Lokal Padi Gogo Kalimantan Timur. Laporan Hibah Bersaing Tahun 2016 (Tahun kedua). Lembaga Penelitian Universitas Mulawarman.
- Sadaruddin, Subiono, T., dan Rusdiansyah. 2021. Karakter Agronomi dan Morfologi Padi Lokal di Kabupaten Kutai Kartanegara. Webinar Jurusan Agroekoteknologi Fak. Pertanian UNMUL: "Potensi dan Pemanfaatan Keragaman Genetik Kultivar Padi Lokal Kalimantan Timur", Samarinda.
- Sadaruddin. 2021. Akumulasi dan Distribusi Bahan Kering Tanaman Padi Lokal Hubungannya Terhadap Hasil Gabah. Dalam Pertanian Masa Depan. Hal. 139-145. Ed. Bernatal Saragih, Panggulu Ahmad Ramadhani Utoro, Rahadian Adi Prasetyo, dan Qurratu Aini. Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman. Deepublish.
- Venkateswarlu, B., and Visperas, R.M. 1987. Source and Sink Relationships. International Rice Rereacrh Institute, Los Banos.
- Watanabe, Y. 1993. Claassification and Morphological Characters of Plant in Genus *Oryza*. In. Science of The Rice Plant: Morphology. P. 23-34. Ed. Takane Matsuo and Kiyochica Hoshikawa. Foof and Agriculture Policy Research Center, Tokyo.

UPAYA PERBAIKAN PRODUKTIVITAS PADI LOKAL KALIMANTAN TIMUR

Syakhril, Yangke Mardianto dan Rusdiansyah
Jurusan/Program Studi Agroekoteknologi

Pendahuluan

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan tanaman sereal penting penghasil karbohidrat dalam bentuk beras. Di Indonesia beras merupakan makanan pokok. Kebutuhan beras terus meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk. Ketidakseimbangan produksi beras dengan pemenuhan kebutuhan akan berdampak besar pada aspek politik, sosial, ekonomi, dan keamanan. Upaya peningkatan produksi padi terus dilakukan baik secara ekstensifikasi, intensifikasi, dan perbaikan atau penciptaan varietas-varietas padi baru. Ekstensifikasi merupakan kegiatan menambah luas areal tanam ke lahan-lahan bukaan baru, sedang intensifikasi dilakukan dengan meningkatkan penerapan teknologi budi daya pada lahan sawah/ladang yang sudah ada agar produktivitas tanaman padi meningkat. Sementara kegiatan perbaikan atau penciptaan varietas-varietas padi baru dilakukan melalui pemuliaan tanaman. Dalam kaitannya dengan kegiatan yang ketiga, perhatian perlu diberikan pada varietas-varietas padi lokal. Padi lokal merupakan sumber bahan genetik dan aset yang bermanfaat dalam pemuliaan tanaman padi. Padi lokal mempunyai kelebihan seperti mempunyai ketahanan terhadap cekaman lingkungan biotik dan abiotik, rasa nasi enak, pulen dan harum (Komalasari dan Rosida, 2012; Sobrizal, 2016), tidak memerlukan pupuk banyak seperti varietas unggul, beradaptasi baik pada lingkungan setempat (Kuswanto, 2020). Namun demikian, padi lokal memiliki kekurangan seperti hasil rendah, tanaman tinggi, daun rebah, anakan produktif sedikit, tanaman mudah rebah, umur tanaman panjang (Kuswanto, 2020).

Padi lokal sebagai aset genetik yang berharga perlu dijaga kelestariannya. Kehadiran varietas-varietas padi unggul akan dapat menggeser skala prioritas varietas padi yang akan ditanam petani. Tidak menutup kemungkinan varietas padi lokal akan hilang di masyarakat karena kalah bersaing dengan varietas unggul. Selama ini dalam program pemuliaan, pemulia cenderung memilih tetua dari varietas unggul dalam program pemuliaan tanaman, supaya keturunan persilangan memiliki tipe dan morfologi tanaman menyerupai varietas unggul untuk memudahkan seleksi (Sitaresmi *et al.*, 2013).

Kalimantan Timur memiliki kultivar-kultivar padi lokal cukup banyak jumlahnya. Hasil eksplorasi Rusdiansyah dan Subiono (2012) di Kabupaten Tana Tidung (sebelum pemekaran wilayah, kabupaten ini berada di wilayah Kalimantan Timur) menemukan 12 kultivar lokal padi sawah yang dibudidayakan petani secara turun temurun. Seleksi terhadap 12 kultivar ini menghasilkan lima kultivar yang memiliki keragaman karakter yang sangat diperlukan dalam pemuliaan padi. Kelima kultivar tersebut adalah Pandan Ungu, Amas, Kambang, Roti, dan Sikin Merah. Selanjutnya Nurhasanah *et al* dalam laporan hasil eksplorasinya di enam kabupaten di Kalimantan Timur dan tiga kabupaten di Kalimantan Utara berhasil mengumpulkan 345 kultivar padi lokal. Dapat dipastikan jumlah kultivar lokal yang terkumpul ini masih jauh dari kenyataan sebenarnya. Faktor geografi dan sulitnya akses transportasi untuk menjangkau daerah-daerah yang ada di pedalaman merupakan sebagian kendala dalam melakukan eksplorasi secara menyeluruh.

Upaya perbaikan genetik terhadap padi-padi hasil eksplorasi di atas dilakukan diantaranya pada kultivar Pandan Ungu. Kultivar ini memiliki tekstur nasi pulen, dan aroma sedikit wangi, namun jumlah anakan dan produktivitas lebih rendah dari kultivar Roti, Kambang, dan Amas. Perbaikan genetik pada kultivar Pandan Ungu dilakukan melalui persilangan dengan kultivar Roti, Kambang, dan Amas. Hasil persilangan sudah sampai pada generasi F8 dan perlu dievaluasi kemajuannya.

Tulisan ini menyajikan evaluasi daya hasil dan nilai heritabilitas hasil persilangan tunggal Pandan Ungu dengan kultivar Roti, Kambang, dan Amas pada generasi F8. Hasil evaluasi terhadap generasi F8 ini diharapkan menemukan varietas Pandan Ungu dengan susunan genetik baru dan menjadi calon varietas unggul lokal Kalimantan Timur

Strategi Perbaikan

Pemuliaan tanaman merupakan upaya mengubah susunan genetik tanaman menjadi lebih bermanfaat bagi kehidupan manusia. Kegiatan pemuliaan tanaman diawali dengan (i) usaha koleksi plasma nutfah sebagai sumber keragaman, (ii) identifikasi dan karakterisasi, (iii) induksi keragaman, (iv) seleksi, (v) pengujian dan evaluasi, (vi) pelepasan, distribusi dan komersialisasi varietas (Carsono, 2008). Induksi keragaman sebagai salah satu proses dalam pemuliaan tanaman diantaranya dapat dilakukan melalui persilangan. Jennings et al. (1979) menyebutkan empat tipe persilangan pada tanaman padi, yaitu: (i) persilangan tunggal, (ii) persilangan balik, (iii) persilangan puncak, dan (iv) persilangan ganda. Persilangan tunggal merupakan persilangan antara satu varietas atau galur dengan varietas atau galur lainnya. Persilangan balik merupakan persilangan keturunan F1 dengan salah satu tetuanya. Persilangan puncak merupakan persilangan yang melibatkan tiga tetua, di mana pada persilangan dua tetua pertama masih belum dapat disediakan sifat penting yang diperlukan, sehingga diperlukan tetua ketiga yang membawa sifat penting yang akan digabungkan dalam membentuk varietas baru. Hal yang sama pada persilangan ganda, di mana persilangan yang melibatkan tiga tetua masih belum dapat mengumpulkan banyak sifat penting sekaligus, tetapi masih memerlukan tetua ke empat yang membawa sifat penting lainnya.

Dalam tulisan ini disampaikan evaluasi penampilan generasi F8 hasil persilangan tunggal kultivar Pandan Ungu (PU) dengan kultivar Roti (R), Kambang (K), dan Amas (A). Terdapat 10 galur yang dievaluasi. Kesepuluh galur tersebut meliputi dua galur hasil persilangan Pandan Ungu dengan Roti, yaitu PUR 172, dan PUR 262. Empat galur hasil persilangan Pandan Ungu dengan Kambang. Keempat galur ini adalah PUK 36, PUK 86, PUK 145, dan PUK 193. Persilangan berikutnya adalah persilangan Pandan Ungu dengan Amas menghasilkan galur PUA 15, PUA 62, PUA 167, dan PUA 219. Evaluasi ke sepuluh galur tersebut dilakukan dari bulan Mei sampai dengan September 2020 di lahan milik petani Desa Karang Tunggal Kecamatan Tenggarong Seberang Kabupaten Kutai Kertanegara. Selain kesepuluh galur tersebut ditanam pula keempat tetuanya (Pandan Ungu, Roti, Kambang, dan Amas) serta varietas nasional Inpara 3 dan Inpara 10 sebagai pembanding. Sebelum penanaman ke enam belas macam material genetik tersebut, dilakukan persiapan berupa penyemaian benih, pengolahan

tanah secara ringan dengan menggunakan traktor tangan pada kedalaman lapisan olah 20 cm hingga terbentuk lumpur, kemudian dibiarkan tujuh hari dalam keadaan macak-macak. Kapur dolomit diberikan dengan dosis 1 Mg ha⁻¹ saat olah pertama. Satu hari setelah pemberian kapur dilakukan olah tanah kedua agar kapur tercampur secara merata. Penanaman dilakukan 14 hari setelah pengapuran. Penanaman dilakukan dengan jarak tanam 25 cm x 25 cm. Jarak antar galur 50 cm dan jarak antar blok 75 cm. Pemupukan dilakukan dua kali, pemupukan pertama dilakukan tujuh hari setelah tanam dengan dosis 50 kg Urea + 50 kg NPK (15:15:15) + 50 kg SP-36. Pemupukan kedua dilakukan 35 hari setelah tanam dengan dosis 50 kg Urea + 50 kg NPK (15:15:15). Pupuk diberikan dengan cara disebarakan secara merata pada petak penelitian. Pemeliharaan yang dilakukan meliputi kegiatan penyiangan gulma, pengendalian hama dan penyakit. Pemanenan dilakukan apabila 80% malai dalam rumpun tanaman masing-masing petak telah menguning (± 30 hari setelah muncul malai).

Karakter yang diamati diantaranya adalah jumlah gabah total, jumlah gabah isi, berat 1000 butir, berat gabah per rumpun, dan daya hasil. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok tiga ulangan. Data yang terkumpul dilakukan analisis ragam. Uji lanjutan yang digunakan adalah Uji Jarak Berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test/DMRT*) pada taraf 5%. Heritabilitas arti luas dihitung dengan menggunakan nilai harapan kuadrat tengah.

Penampakan Galur-Galur F8 Keturunan Pandan Ungu dengan Roti, Kambang, dan Amas

Penampakan galur-galur F8 keturunan Pandan Ungu dengan Roti, Kambang dan Amas berdasarkan karakter jumlah gabah total, jumlah gabah isi, berat 1000 butir, berat gabah per rumpun dan daya hasil disajikan pada Tabel 1. Dari dua galur hasil persilangan Pandan Ungu dengan Roti, galur PUR 172 menunjukkan daya hasil lebih tinggi dan secara statistik berbeda dengan induknya Pandan Ungu. Komponen pendukung daya hasil PUR 172 lebih unggul dari induknya, kemungkinan berasal berat gabah per rumpun. Berat gabah per rumpun PUR 172 lebih tinggi dan secara statistik berbeda nyata dengan Pandan Ungu. Sementara Roti sebagai tetua jantan memiliki berat gabah per rumpun tidak berbeda nyata secara statistik dengan PUR 172, namun berbeda dengan Pandan Ungu. Daya hasil PUR 172 lebih tinggi 18,60 % dari Pandan Ungu.

Tabel 1. Penampilan Galur-galur F8 keturunan Pandan Ungu dengan Roti, Kambang, dan Amas berdasarkan karakter yang diamati.

Galur	Jlh Gabah total (butir)	Jlh Gabah isi (butir)	Berat 1000 butir (g)	Berat gabah per rumpun (g)	Daya Hasil (Mg ha ⁻¹)
PUR 172	199,49 abc	165,04 ab	25,38 cd	36,13 abc	7,46 de
PUR 262	187,09 abcd	148,40 abcd	26,23 bcd	28,82 cd	6,65 cd
PUK 36	161,84 cd	159,16 abc	25,56 cd	31,88 bc	7,35 de
PUK 86	173,75 bcd	125,36 bcdef	27,71 ab	40,10 ab	6,54 c
PUK 145	169,89 bcd	130,40 abcdef	27,47 abc	23,14 d	8,13 e
PUK 193	117,69 e	92,62 f	28,36 a	22,25 d	5,47 b
PUA 15	206,60 ab	156,75 abc	26,15 bcd	35,24 abc	7,26 de
PUA 62	227,42 a	150,55 abcd	21,47 fg	21,31 d	3,92 a
PUA 167	156,51cde	130,33 abcdef	28,69 a	39,35 ab	5,60 bc
PUA 219	178,58bcd	157,02 abc	20,94 g	34,24 abc	5,09 b
Pandan Ungu	201,76 abc	173,49 a	25,98 bcd	27,89 cd	6,29 c
Kambang	150,51de	118,96 cdef	26,64 abc	34,17 abc	6,90 de
Amas	162,45 bcd	136,58 abcdef	23,40 ef	40,83 a	6,84 de
Roti	178,49 bcd	140,58 abcde	24,41 de	35,74 abc	7,63 de
Inpara 3	173,91 bcd	107,27 def	28,60 a	29,61 cd	7,47 de
Inpara 10	173,91 bcd	98,44 ef	27,37 abc	35,55 abc	6,38 c

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti huruf sama pada kolom sama tidak berbeda nyata berdasar DMRT 5%

Evaluasi terhadap empat galur hasil persilangan Pandan Ungu dengan Kambang sebagai tetua jantan menunjukkan daya hasil galur PUK 36 dan PUK 145 melampaui Pandan Ungu. Persentase kedua galur ini melampaui induknya masing-masing adalah 16,85% dan 29,25%. Galur PUK 36 memiliki berat gabah per rumpun lebih tinggi dari induknya, sedangkan PUK 145 mempunyai berat gabah 1000 butir lebih tinggi dibanding Pandan Ungu. Keadaan sebaliknya ditunjukkan galur PUK 193 dengan daya hasil lebih rendah dari kedua tetuannya. Secara statistik

galur PUK 193 berbeda nyata dengan kedua tetuanya. Ada kemungkinan rendahnya daya hasil galur PUK 193 disebabkan kehadiran faktor lingkungan yang dibutuhkannya seperti kesuburan tanah masih belum memenuhi agar galur PUK 193 dapat tumbuh dan berkembang sesuai dengan potensi genetik yang dimilikinya.

Pengamatan terhadap empat galur keturunan dari persilangan Pandan Ungu dengan Amas menunjukkan hanya satu galur dengan daya hasil melampaui induk betinanya. Galur tersebut adalah galur PUA 15. Secara statistik galur PUA 15 berbeda nyata dengan Pandan Ungu. Daya hasil PUA 15 melampaui Pandan Ungu sebesar 15,42% dapat disebabkan oleh tingginya berat gabah per rumpun. Tiga galur lainnya hasil persilangan Pandan Ungu dengan Amas (PUA 62, PUA 167, dan PUA 219) menunjukkan daya hasil lebih rendah dari kedua tetuanya. Rendahnya daya hasil ketiga galur dapat disebabkan bentuk respons ketiga galur tersebut terhadap keadaan lingkungan yang tidak mendukung pertumbuhan dan perkembangan galur.

Heritabilitas

Heritabilitas merupakan parameter genetik yang digunakan untuk mengukur kemampuan suatu genotipe pada populasi tanaman dalam mewariskan karakter yang dimilikinya. Perhitungan nilai heritabilitas dalam arti luas terhadap karakter jumlah gabah total, jumlah gabah isi, berat 1000 butir, berat gabah per rumpun dan daya hasil disajikan pada Tabel 2. Nilai heritabilitas dalam arti luas menunjukkan ratio besarnya ragam genetik total terhadap ragam fenotipik. Nilai heritabilitas berada pada kisaran 0-1 atau 0-100%. Nilai heritabilitas dikelompokkan atas kriteria rendah (<20%), sedang (20-50%), dan tinggi (>50%).

Tabel 2. Nilai Heritabilitas arti luas

No.	Karakter	h^2 (%)	Kriteria
1.	Jumlah gabah total per malai	44,88	Sedang
2.	Jumlah gabah isi per malai	42,16	Sedang
3.	Berat 1.000 butir	80,03	Tinggi
4.	Berat gabah per rumpun	61,08	Tinggi
5.	Daya hasil	11,80	Rendah

Hasil perhitungan heritabilitas yang disajikan pada Tabel 2 di atas menunjukkan karakter jumlah gabah total dan jumlah gabah isi mempunyai nilai heritabilitas termasuk kriteria sedang, karakter berat 1000 butir dan berat gabah per rumpun termasuk ke dalam kriteria tinggi, kemudian karakter daya hasil masuk kriteria rendah. Nilai heritabilitas tinggi pada karakter berat 1000 butir dan berat gabah per rumpun menunjukkan tingginya kontribusi genetik terhadap kedua karakter ini, sedang faktor lingkungan lebih banyak berkontribusi pada jumlah gabah total per malai, jumlah gabah isi per malai, dan daya hasil. Hasil kurang lebih sama diperlihatkan oleh penelitian Ishak (2012). Ishak (2012) mendapatkan karakter jumlah gabah isi per malai, produksi per petak dan produksi per ha menunjukkan nilai heritabilitas sedang, sementara karakter bobot 1000 butir mempunyai nilai heritabilitas tinggi.

Kesimpulan

Hasil evaluasi terhadap sepuluh galur hasil persilangan Pandan Ungu dengan tetua jantan Roti, Kambang, Amas menunjukkan terdapat empat galur yang perlu dilanjutkan penanamannya. Keempat galur ini mempunyai daya hasil lebih tinggi dari induknya. Keempat galur tersebut adalah PUR 172, PUK 36, PUK 145, dan PUA 15. Penanaman keempat galur ini perlu mengupayakan kondisi lingkungan lebih seragam, agar penampakan karakter tanaman memang berasal dari faktor genetik dari galur-galur tersebut.

Daftar Pustaka

- Ishak. 2012. Sifat Agronomis, Heritabilitas dan Interaksi G x E Galur Mutan Padi Gogo (*Oryza sativa* L.). *J. Agron.Indonesia* 40 (2): 105-111
- Jenning, P.R., W.R. Coffman, and H.E. Kauffman. 1979. Rice Improvement. International Rice Research Institute. Los Banos, Laguna, Philippines
- Komalasari, E. dan N, Rosida. 2012. Perbaikan Karakter Padi Lokal Melalui Pemuliaan Tanaman. h. 258-266. dalam Muhaemin, M., N.Sunandar, Marsetio, N.Sutrisna, B. Nurhadi, Mohamad Djali, E.Subroto, A.Nurawan, I.Sadikin, I.S. Setiasih, dan Indira Lanti (Penyunting). Prosiding Seminar Nasional Kemandirian Pangan 2012. Meningkatkan Daya Saing dan Nilai Tambah Produk Pertanian Berbasis Sumber daya Lokal. Fakultas Pertanian Universitas

Pajajaran Bandung-Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Barat-Dewan Riset daerah Jawa Barat.

- Kuswanto. 2020. Saatnya Mengangkat Varietas Lokal. Makalah disampaikan pada Webinar Pemanfaatan Potensi Keanekaragaman Hayati untuk Menunjang Sukses Pangan Lestari di Jurusan Budi daya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, 10 Agustus 2020.
- Nurhasanah, W. Sunaryo, Sadaruddin, dan Rusdiansyah. 2018. Biodiversitas Padi Lokal Kalimantan Timur dan Utara. Mulawarman University Press. Samarinda
- Rusdiansyah dan Subiono, T., 2012. Seleksi Varietas dan Analisis Kandungan Gizi Padi Sawah Lokal Kalimantan Timur. Kerja Sama PT. Pupuk Kalimantan Timur Dengan Pusat Penelitian dan Pengembangan Wilayah Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Sitairesmi, T., R.H. Wening, A.T. Rakhmi, N.Yunani, dan U.Susanto. 2013. Pemanfaatan Plasma Nutfah Padi Varietas Lokal dalam Varietas Unggul. *Iptek Tanaman Pangan* 8(1): 22-30
- Sobrizal. 2016. Potensi Pemuliaan Mutasi untuk Perbaikan Varietas Padi Lokal Indonesia. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*. 12(1): 23-35

PEMANFAATAN LAHAN SEMPIT DI KAWASAN URBAN DALAM MEWUJUDKAN KETAHANAN PANGAN KELUARGA

Rahadian Adi P
Jurusan/Program Studi Agroekoteknologi

Pendahuluan

Pesatnya laju pertumbuhan populasi di perkotaan akan menimbulkan masalah lingkungan, mulai dari konversi lahan sampai degradasi kualitas lingkungan akibat polusi dan sampah. Apabila kondisi pertumbuhan populasi penduduk lebih besar dibandingkan laju produksi bahan pangan, maka akan terjadi bencana krisis pangan. Jumlah bahan pangan yang tidak cukup secara paralel akan berdampak pada ketergantungan antara suatu kawasan/wilayah terhadap kawasan lain. Hal ini terjadi terutama untuk wilayah perkotaan negara-negara berkembang, di mana wilayah tersebut semakin menjadi pusat penduduk serta permukiman dan kumpulan orang-orang dengan keragaman etnik (Jalil, 2005). Kawasan perkotaan pada umumnya dikembangkan sebagai lahan non pertanian. Pemanfaatan lahan di daerah ini sebagian besar digunakan sebagai kawasan pemukiman dan industri, sehingga menyebabkan alih fungsi lahan. Salah satu keuntungan dari alih fungsi lahan adalah terbukanya lapangan kerja di sektor non pertanian. Dampak negatif alih fungsi lahan adalah semakin sempitnya lahan pertanian. Ketersediaan lahan pertanian bagi masyarakat perkotaan dapat digunakan sebagai sarana untuk mengoptimalkan pemanfaatan lahan dan sumber daya alam di perkotaan dengan menerapkan teknologi tepat guna (Fauzi *et al.*, 2016). Walaupun demikian pertanian di perkotaan tetap menjadi tetap menjadi salah satu pola pemanfaatan lahan yang terbatas. Kondisi ini mendorong pemerintah maupun masyarakat perkotaan untuk memulai pemenuhan kebutuhan pangan secara mandiri dan memperbaiki

kondisi lingkungan agar tercipta kawasan tempat tinggal yang berkualitas, sehat dan berkelanjutan (Noorsya dan Kustiawan, 2013).

Daya dukung lahan menunjukkan kawasan urban sangat berpotensi dikembangkan menjadi pertanian perkotaan, pertanian semusim dengan pemanfaatan lahan yang terbatas dan minim sarana pertanian. Potensi pengembangan pertanian di kawasan urban ini terjadi di kawasan perumahan. Pengembangan pertanian urban tidak hanya dalam dimensi kegiatan pertanian hortikultura saja tetapi juga kegiatan peternakan dan budi daya tanaman yang intensif. Pertanian perkotaan merupakan kegiatan pertumbuhan, pengolahan, distribusi pangan dan komoditas melalui budi daya tanaman dan peternakan yang intensif, daur ulang sumber daya alam dan limbah di kawasan urban, untuk menghasilkan keanekaragaman hasil panen pertanian dan peternakan (FAO, 2008). Adanya pertanian perkotaan ini berdampak positif bukan hanya dalam memenuhi kebutuhan pangan keluarga, tetapi juga terdapat nilai-nilai praktis yang bermanfaat bagi keberlanjutan ekologi, ekonomi wilayah perkotaan dan nilai estetika (keindahan). Pertanian di kawasan urban merupakan salah satu komponen kunci dalam pembangunan sistem pangan di masyarakat yang berkelanjutan dan jika dirancang dengan tepat dapat membantu pengentasan kerawanan pangan (FAO, 2008). Dengan demikian semakin meningkatnya tekanan pada kebutuhan produksi pangan, bertambahnya jumlah masyarakat miskin di perkotaan, pertanian di kawasan urban dapat menjadi salah satu alternatif yang penting untuk mewujudkan ketahanan pangan keluarga. Oleh sebab itu, wilayah urban sangat potensial untuk dikembangkan sebagai kawasan pertanian perkotaan yang berkelanjutan sehingga masyarakat urban mampu memenuhi kebutuhan pangan secara mandiri.

Pemanfaatan Lahan yang Terbatas di Perkotaan

Tekanan yang terjadi terhadap lahan merupakan upaya yang dilakukan manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Penggunaan lahan menyebabkan terjadinya pengurangan fungsi lahan bagi penggunaan tertentu. Penggunaan lahan dapat didefinisikan sebagai bentuk intervensi (campur tangan) manusia terhadap lahan dalam rangka memenuhi kebutuhan hidupnya. Peningkatan jumlah penduduk menyebabkan terjadinya perubahan penggunaan lahan (Arsyad, 1989). Perubahan penggunaan lahan dari penggunaan lahan yang satu menjadi penggunaan

lainnya dapat bersifat permanen ataupun sementara (Asyad, 1989). Salah satu faktor yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan adalah meningkatnya populasi masyarakat di kawasan urban. Masyarakat yang hidup di kawasan urban mempengaruhi laju perubahan penggunaan lahan yang terjadi.

Perubahan penggunaan lahan di kawasan urban tidak dapat dihindari, karena keinginan manusia untuk memenuhi kebutuhan yang tidak terbatas, namun sumber daya lahan yang tersedia semakin terbatas. Perubahan penggunaan lahan pertanian menjadi non pertanian sebagian besar disebabkan adanya pengaruh perkembangan kota di dekatnya. Penurunan luas lahan pertanian di kawasan urban perlu mendapat perhatian khusus. Hal ini dikarenakan akan berdampak negatif terhadap kualitas kehidupan perkotaan. Lahan pekarangan yang sempit dan terbatas di perkotaan sebenarnya masih dapat dimanfaatkan untuk kegiatan budi daya pertanian perkotaan. Pemanfaatan lahan sempit di perkotaan merupakan sebuah kegiatan memodifikasi yang dilakukan oleh masyarakat perkotaan (Rahmah et al., 2016). Adapun pemanfaatan lahan sempit untuk pertanian intensif adalah pemanfaatan lahan terbuka, baik lahan sawah, lahan kosong, tegalan dengan inovasi teknologi. Selain itu juga dapat memanfaatkan ruang terbuka hijau (RTH) produktif dengan memanfaatkan hasil pekarangan pemukiman baik komoditas pangan maupun komoditas non pangan. Selain memanfaatkan RTH dan lahan kosong, juga dapat memanfaatkan atas bangunannya untuk pertanian kebun dan pengembangan komoditas sayuran.

Praktik Pertanian Kawasan Urban

Praktik pertanian di kawasan urban merupakan praktik budi daya, pemrosesan juga distribusi bahan pangan keluarga, praktik wisata serta edukasi. Pertanian di kawasan urban dapat diselenggarakan apabila memenuhi syarat-syarat terlaksananya kegiatan pertanian dapat dipenuhi, mengingat kondisi lahan yang terbatas. Kontribusi dalam pengelolaan dan penataan ruang di kawasan urban dengan mengakomodasi tren yang ada di dalam masyarakat, yaitu pertanian perkotaan (Moestopo *et al.*, 2018). Praktik pertanian di kawasan urban dapat dilakukan dengan melibatkan pihak swasta maupun pemerintah. Praktik pertanian perkotaan ini diharapkan dapat menjadi contoh penanganan kota-kota pertanian yang produktif dan dapat mencukupi warga kotanya terutama pangan untuk

keluarga. Praktik di berbagai negara dapat dijadikan contoh baik bagi penerapan pertanian di kawasan urban di Indonesia.

Praktik pertanian di kawasan perkotaan telah dilakukan oleh warga di Kelurahan Sempaja Timur, Kecamatan Samarinda Utara (Mahdalena, 2022). Warga di kelurahan tersebut memanfaatkan lahan pekarangan yang dimiliki untuk budi daya tanaman Nilam (*Pogostemon cablin*). Masyarakat di kelurahan tersebut mempraktikkan langsung budi daya dari pembibitan hingga pemeliharaan tanaman nilam dengan media tanah menggunakan pot ataupun polybag.

Contoh praktik pertanian kawasan urban diantaranya penyelenggaraan pertanian perkotaan di Kawasan Sungai Palu yang dimaksudkan untuk meningkatkan pendapatan masyarakat dengan cara memproduksi bahan pangannya sendiri, dan juga pendapatan dari usaha lain berbasis pertanian. Selain itu, juga tentunya dilakukan untuk tujuan keindahan kota dan relaksasi masyarakat kota (Moestopo et al., 2018).

Pertanian Perkotaan untuk Kebutuhan Pangan

Kebutuhan pangan di perkotaan dapat dihasilkan melalui upaya pemanfaatan pekarangan sempit guna memenuhi kebutuhan gizi dan pangan keluarga. Pangan di kawasan urban terutama bagi masyarakat miskin perkotaan sangat sulit terpenuhi sehingga akan mengakibatkan kerawanan pangan dan tidak memenuhi kebutuhan gizi yang cukup. Penyebab kerawanan pangan di kawasan urban pada umumnya disebabkan karena masalah ketersediaan pangan dan ketidakmampuan rumah tangga miskin di perkotaan untuk mengakses pangan yang aman, berkualitas dan dalam jumlah yang cukup (Nughent dan Egal, 2000). Jumlah masyarakat miskin di perkotaan saat ini terus meningkat, sehingga memicu masalah ketahanan pangan masyarakat miskin tidak pernah terpenuhi. Tingginya tingkat urbanisasi dapat menciptakan kelompok masyarakat miskin di perkotaan yang dapat mengakibatkan adanya perbedaan akses terhadap pangan setiap rumah tangga dan turut menjadi penyebab timbulnya masalah ketahanan pangan perkotaan (Frayne *et al.*, 2009). Urbanisasi yang tinggi di kawasan urban masih menjadi masalah terhadap ketersediaan pangan dan akses pangan penduduk perkotaan tidak merata, tingkat kemiskinan cenderung meningkat serta menurunnya ketersediaan lahan produktif bagi masyarakat urban. Studi tentang pertanian urban saat ini terus berkembang sebagai salah satu solusi berbagai permasalahan

ketahanan pangan, banjir, penurunan panas kota, efisiensi energi, kualitas udara, perubahan iklim, hilangnya habitat (Mazeereuw, 2005).

Pertanian kawasan urban merupakan salah satu alternatif untuk memenuhi kebutuhan pangan, kebutuhan sehari-hari terutama palawija, peternakan dan budi daya hortikultura. Produksi bahan makanan sendiri atau dalam kota dapat memperpendek proses distribusi pangan dan dapat mengurangi harga jual produk sehingga meningkatkan daya beli masyarakat. Ketahanan pangan merupakan kondisi ketika semua orang pada segala waktu baik secara fisik, sosial dan ekonomi memiliki akses pada pangan yang cukup, aman dan bergizi untuk pemenuhan kebutuhan konsumsi dan sesuai dengan selera demi kehidupan yang aktif dan sehat (Frayne et al., 2009). Oleh sebab itu ketahanan pangan masyarakat perkotaan perlu dimulai dari diri masyarakat perkotaan itu sendiri sebagai target sasaran ketahanan pangan. Masyarakat perkotaan juga perlu kesadaran akan kebutuhan pangan yang aman, sehat, dan cukup secara kuantitas untuk kebutuhannya, serta kesadaran bahwa ketersediaan pangan yang terbatas sehingga memerlukan kontribusi dan peran masyarakat urban agar bijak dalam konsumsi pangan.

Praktik penerapan pertanian di kawasan urban diterapkan oleh warga Gang Ketapang, Kelurahan Selili, Kota Samarinda. Warga di kawasan tersebut memanfaatkan lahan pekarangan yang terbatas untuk bercocok tanam secara hidroponik (Syamsir dan Winarti, 2020). Masyarakat di Kelurahan Selili melakukan budi daya tanaman secara hidroponik dengan tujuan penghijauan kawasan tinggal dan menurunkan temperatur udara sekitar. Masyarakat menggunakan hidroponik kit sebagai media budi daya hidroponik. Hasil yang didapat masyarakat dalam hidroponik dapat dikonsumsi sendiri ataupun dijual kepada masyarakat sekitar.

Penerapan pertanian urban juga diterapkan oleh warga Sempaja Lestari Indah, Kecamatan Samarinda Utara. Warga melaksanakan budi daya kalia (*Brassica oleracea*) secara hidroponik untuk menyokong ekonomi rumah tangga (Siti dan Ahmad, 2022).

Rekomendasi Penerapan Pertanian Urban di Daerah

Praktik pertanian urban dapat dimulai dari rumah sendiri dengan memanfaatkan sumber daya lokal dan teknologi sederhana. Apabila praktik ini berhasil, bukan tidak mungkin akan ada rumah tangga lain yang melakukan praktik pertanian urban.

1. Memanfaatkan sumber daya lokal. Keanekaragaman biodiversitas Indonesia sangatlah besar, sehingga setiap daerah memiliki sumber daya lokal yang khas. Oleh karena itu, dalam praktik pertanian urban dapat dijadikan sebagai sarana dalam mengembangkan sumber daya alam khas setempat.
2. Aplikasi teknologi sederhana dan tepat guna yang mudah dilakukan oleh seluruh kalangan masyarakat.
3. Memanfaatkan kembali (*reuse*) limbah organik sebagai sumber hara dan nutrisi tanaman. Kotoran ternak dapat dimanfaatkan sebagai biogas. Sehingga limbah-limbah organik dapat memberikan nilai tambah bagi masyarakat.
4. Praktik pertanian urban diterapkan dengan konsep berkelanjutan dan berwawasan lingkungan. Sehingga dengan adanya konsep seperti itu diharapkan akan menciptakan lingkungan yang sehat, aman, nyaman dan bersih.
5. Dukungan pemerintah terhadap pelaku pertanian urban berupa insentif maupun kepastian hukum.

Kesimpulan

Keberadaan sumber daya lahan terbatas dan sumber daya manusia perkotaan memberikan peluang untuk dikembangkan sebagai lahan pertanian perkotaan yang intensif dan modern bagi masyarakat perkotaan serta sekaligus mendukung pengembangan ruang terbuka hijau di wilayah perkotaan.

Praktik pertanian perkotaan merupakan praktik budi daya, pemrosesan, juga distribusi bahan pangan dan terwujudnya kemandirian pangan keluarga. Pertanian perkotaan dapat diselenggarakan apabila memenuhi syarat-syarat untuk terlaksananya kegiatan pertanian dapat dipenuhi mengingat kondisi lahan yang terbatas.

Kebutuhan pangan di perkotaan dapat dihasilkan melalui upaya pemanfaatan lahan pekarangan sempit guna memenuhi kebutuhan gizi dan pangan keluarga. Pangan di perkotaan terutama masyarakat miskin perkotaan sangat sulit terpenuhi sehingga akan mengakibatkan kerawanan pangan dan tidak memenuhi kebutuhan gizi yang cukup.

Daftar Pustaka

Arsyad, S. 1989. Konservasi Tanah dan Air. Institut Pertanian Bogor.

- Fauzi, A. R., Ichniarsyah, A. N., Agustin, H. 2016. Pertanian Perkotaan: Urgensi, Peran dan Praktik Terbaik. *Jurnal Agroteknologi* 10(1): 49-62.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2008. *Urban Agriculture For Sustainable Poverty alleviation and Food Security*.
- Frayne, B., Battersby-Lennard, J., Fincham, R., Haysom, G. 2009. Urban Food Security in South Africa: case study of Cape Town, Msunduzi and Johannesburg. *Development Planning Division Working Paper Series* (15): 14-15.
- Jalil, A. 2005. Kota: Dari Perspektif Urbanisasi. *Jurnal Industri dan Perkotaan* 9(15). 833-845.
- Mahdalena. 2022. Pemanfaatan Budi daya Nilam di Kawasan Pekarangan Sempit Areal Perkotaan. *Jurnal Pengabdian Kreativitas Pendidikan Mahakam (JPKPM)* 2(1). 40-42.
- Mazeereuw. 2005. *Urban Agriculture Report. Region Waterloo. Public Health*.
- Moestopo, M., Hamzens., Pingkan, S.W. 2018. Pengembangan Potensi Pertanian Perkotaan di Kawasan Sungai Palu. *Jurnal Pengembangan Kota* 6(1): 76-82.
- Naugent, R., Egal, F. 2000. Urban and Periurban Agriculture, Household Food Security and Nutrition. Paper Presented at the electronic conference urban and periurban agriculture on the policy agenda FAO.
- Noorsyah, A. O., Kustiawan, I. 2013. Potensi Pengembangan Pertanian Perkotaan untuk Mewujudkan Kawasan Perkotaan Bandung yang Berkelanjutan. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota* 2(1): 89-99.
- Rahmah, D.M., Widyasanti, A., Dwiratna, N.P. S. 2016. Pemanfaatan Lahan Pekarangan Dengan Merapkan Konsep Kawasan Rumah Pangan Lestari. *Jurnal Aplikasi Ipteks Untuk Masyarakat* 5(1): 20-21.
- Siti Mutmainah, Ahmad Sufillah. 2022. Budi daya Kailan (Brassica oleracea) Hidroponik Sebagai Usaha Penyokong Ekonomi Rumah Tangga di Wilayah Perkotaan. *Jurnal Pengabdian Kreativitas Pendidikan Mahakan (JPKPM)*. 5-8.
- Syamsir, Winarti. 2020. Penerapan Green City Berbasis Gang Hidroponik di Kelurahan Selili, Kota Samarinda. *Abdimas* 24(2). 102-106.

PERAN SUMBER DAYA GENETIK PADI LOKAL WARNA KALIMANTAN TIMUR TERHADAP PANGAN FUNGSIONAL

Indah Sriwahyuni
Jurusan/Program Studi Agroekoteknologi

Pendahuluan

Indonesia adalah negara yang terletak pada kawasan asia tenggara, dikenal memiliki potensi sumber daya alam yang berlimpah. Pertanian merupakan salah satu jenis kekayaan sumber daya alam yang dimiliki oleh Indonesia, lahan yang luas dan tanahnya yang subur mendukung kemajuan pertanian Indonesia. Kekayaan sumber daya alam tersebut dapat memberikan kontribusi terhadap pembangunan Negara. Pertanian yang maju merupakan salah satu tolak ukur sebagai kemajuan suatu negara, hasil pertanian sebagai salah satu sumber pangan untuk makanan pokok rakyat Indonesia, menjadi potensi sumber daya alam yang sangat mempengaruhi kesejahteraan rakyatnya. Beras merupakan hasil pertanian yang paling penting dan merupakan makanan pokok masyarakat Indonesia yang dihasilkan dari tanaman padi.

Negara Indonesia dikenal sebagai negara kepulauan yang memiliki 37 Provinsi, Kalimantan Timur merupakan salah satu provinsi yang memiliki potensi sumber daya alam yang berlimpah. Salah satunya padi lokal yang memiliki sifat-sifat unggul dan sudah dibudidayakan oleh para petani. Sumber daya genetik padi lokal ini memiliki keunggulan yang banyak memiliki peran sebagai pangan fungsional. Pangan fungsional diketahui sebagai pangan yang memiliki kandungan zat-zat gizi serta komponen aktif yang bermanfaat bagi Kesehatan. Diantara keanekaragaman genetik padi lokal di Kalimantan Timur, terdapat beragam sumber genetik padi lokal warna yang memiliki kandungan antosianin dan bermanfaat

untuk kesehatan tubuh. Padi warna memiliki kandungan antosianin yang berfungsi sebagai antioksidan berfungsi untuk melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan akibat radikal bebas. Padi warna dikenal sebagai sumber senyawa antioksidan termasuk flavonoid, antosianin, asam fitat, proantosianidin, tokoferol, tokotrienol, γ -oryzanol, dan senyawa fenolik (Goufo dan Trindade, 2014).

Mayoritas masyarakat Indonesia seperti warga Kalimantan Timur lebih suka mengkonsumsi beras putih dibandingkan beras warna seperti beras merah dan beras hitam. Beras putih memiliki tekstur yang lebih lembut atau pulen dan rasanya cenderung lebih manis. Beras putih memiliki indeks glikemik tinggi sehingga mengkonsumsinya dapat membuat kadar gula dalam darah naik lebih cepat. Selain itu beras putih juga mengandung serat lebih rendah dari pada beras merah dan beras hitam. Mengkonsumsi beras putih berlebihan dapat meningkatkan risiko diabetes melitus tipe 2 dan obesitas. Sementara di samping masih ada pilihan lain seperti beras merah dan beras hitam yang memiliki indeks glikemik rendah, tetapi masih banyak masyarakat yang mengabaikan dampak tersebut dan tetap memilih mengkonsumsi beras putih. Hal ini disebabkan beberapa faktor seperti tingkat pemasaran beras merah dan beras hitam yang lebih rendah dibandingkan dengan beras putih, minimnya pengetahuan masyarakat mengenai manfaat beras warna bagi kesehatan serta kesadaran masyarakat akan pentingnya peran pangan fungsional pada sumber daya genetik padi lokal warna.

Perumusan Masalah

Diabetes merupakan salah satu penyakit yang banyak diderita oleh masyarakat Indonesia. Tingginya jumlah penderita Diabetes Melitus tersebut membawa Indonesia menjadi salah satu Negara dengan jumlah penderita Diabetes Melitus terbanyak di urutan ke-7 di wilayah Pasifik Barat di tahun 2015 sebanyak 10 juta orang (IDF, 2015). Diabetes Melitus dan obesitas serta penyakit lainnya akan memberikan dampak terhadap kualitas sumber daya manusia dan peningkatan biaya keperluan untuk kesehatan, maka dari itu bagi semua pihak, baik masyarakat maupun pemerintah, harus ikut serta dalam usaha penanggulangan Diabetes Melitus dan juga dalam upaya pencegahannya. Salah satu cara pencegahannya yaitu dengan menyadarkan masyarakat serta menghimbau untuk mengubah kebiasaan mengkonsumsi beras putih menjadi konsumsi beras merah

ataupun beras hitam, serta mengajak para petani lokal untuk menanam beras warna agar menghasilkan lebih banyak jumlah produksi beras warna dan disertakan dengan meningkatkan pemasaran produk tersebut sebagai pangan fungsional agar masyarakat perlahan-lahan dapat membiasakan diri untuk mengkonsumsi beras warna untuk menjaga kesehatan tubuh.

Penelitian padi beras warna di Indonesia, khususnya di Kalimantan Timur saat ini belum menjadi prioritas. Masyarakat lokal lebih suka menanam padi putih. Ketahanan pangan dan perbaikan kualitas sumber daya manusia diharapkan akan tercapai jika dilakukannya penelitian yang lebih intensif terhadap mutu padi beras merah (Suardi, 2005). Sumber daya genetik padi lokal warna di Kalimantan Timur memiliki peran sebagai pangan fungsional, di mana ada beberapa faktor penghambat terwujudnya peningkatan konsumsi beras warna untuk mendorong atau menekan jumlah penderita penyakit Diabetes Melitus, sebagai rumusan masalah pada makalah ini, yaitu:

1. Apakah yang menyebabkan beras warna padi lokal kurang diminati daripada beras putih?
2. Bagaimana cara mengajak masyarakat untuk membiasakan diri mengkonsumsi beras warna?

Tujuan

1. Mengetahui penyebab beras warna padi lokal kurang diminati daripada beras putih
2. Memberikan pengetahuan mengenai beras warna sebagai pangan fungsional dan mengajak masyarakat untuk membiasakan mengkonsumsi beras warna

Pembahasan

Kalimantan Timur adalah salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki keragaman genetik padi lokal yang tinggi. Kultivar padi lokal yang berasal dari wilayah Kalimantan Timur umumnya berupa padi lahan kering, padi rawa dan padi sawah, Mayoritas dari kultivar-kultivar tersebut merupakan padi ladang. Padi lokal memiliki kontribusi cukup besar dalam pemenuhan konsumsi beras. Padi lokal memiliki kelemahan dengan potensi hasil produksi yang rendah Hal ini disebabkan beberapa faktor seperti masih minimnya teknologi yang digunakan masyarakat dengan menggunakan Teknik budi daya yang masih sederhana serta kondisi

lahannya juga masih kurang optimal. Menurut (Sumarmiyati dan Ahmadi, 2016), Usaha tani padi lokal umumnya dilakukan di lahan kering bekas hutan dengan cara yang masih sangat sederhana dengan memanfaatkan sisa-sisa jerami atau seresah yang telah melapuk dijadikan kompos tanpa menggunakan input pupuk dan pestisida, hanya mengandalkan air hujan sebagai sumber air.

Padi lokal warna merupakan padi yang secara turun-temurun dibudidayakan oleh masyarakat suku Dayak Kalimantan. Awalnya padi lokal warna berpigmentasi ini dibudidayakan di Krayan, yang saat ini telah menjadi kawasan wilayah Kalimantan Utara merupakan hasil pemekaran dari provinsi Kalimantan Timur, tetapi beberapa suku Dayak lainnya yang masih tinggal di Kawasan Kalimantan Timur ada yang membudidayakan padi lokal dari Krayan tersebut. Salah satu padi lokal tersebut dikenal sebagai padi Adan. Beras organik Adan merupakan salah satu jenis disukai oleh penduduk Malaysia maupun Brunei Darussalam. Beras Adan Krayan memiliki cita rasa yang khas, baunya harum, dan rasanya yang enak. Produksi padi Adan belum tinggi, sebab setiap lahan sawah padi adan hanya digarap sekali dalam setahun. Oleh sebab itu, perlu ada teknologi budi daya sehingga dapat meningkatkan produksi padi adan. Namun demikian petani belum memperoleh manfaat optimal dari komoditas padi tersebut. Petani masih terkendala dalam upaya peningkatan produktivitas padi karena belum dilakukan pemurnian dan perbaikan varietas untuk mendapatkan tanaman berproduktivitas tinggi. Hal ini dapat terjadi karena padi Adan merupakan jenis padi yang berumur panjang sehingga padi Adan ini hanya dapat dipanen satu kali dalam satu tahunnya (Balitbang Pertanian, 2012).

Padi lokal warna yang memiliki manfaat sebagai pangan fungsional khususnya untuk mencegah dan mengobati Diabetes Melitus masih memiliki hasil produksi yang rendah. Seperti yang dijelaskan sebelumnya karena umur tanamannya yang panjang tentu juga hal ini akan menjadi pertimbangan bagi petani lain khususnya Kawasan luar daerah lain untuk ikut membudidayakan padi tersebut, sehingga jumlah ketersediaan padi warna seperti beras adan ini masih sangat terbatas. Beras organik Adan juga memiliki harga jual yang tinggi hingga perdagangannya sudah sampai mancanegara. Hal inilah yang tetap mendorong masyarakat Krayan masih tetap terus membudidayakan padi tersebut, meskipun hanya dapat menanam satu tahun sekali. Tetapi masih sangat disayangkan pemasaran

produk tersebut masih minim di dalam negeri, sehingga masyarakat di Indonesia masih banyak yang belum mengetahui bahwa ada sumber genetik padi lokal yang sangat banyak khasiatnya untuk kesehatan. Kalimantan Timur juga memiliki sumber daya genetik seperti padi kelay yang juga merupakan varietas lokal padi warna asal Kalimantan Timur (Dwiatmini dan Afza, 2018). Padi kelay memiliki warna yang pekat karena kandungan antosianinnya yang cukup tinggi. Tetapi sangat disayangkan karena masih minimnya informasi mengenai budi daya padi kelay tersebut, Pada umumnya untuk teknologi budi daya padi lokal itu sendiri untuk mayoritas masyarakatnya masih menggunakan sistem tradisional

Pada saat ini jumlah penderita diabetes melitus mengalami peningkatan yang sangat signifikan. Setelah masa pandemi berlalu, kebiasaan masyarakat ikut berubah karena sebelumnya harus berdiam diri di rumah dan harus mengurangi aktivitas diluar rumah dalam rangka isolasi mandiri akibat munculnya virus Covid-19. Hal ini tentu telah memberikan dampak bagi tubuh, akibatnya sebagian masyarakat ada yang menyibukkan dirinya mencoba berbagai resep baru untuk di masak, serta membuat tubuh menjadi lebih sering mengkonsumsi makanan tanpa diimbangi kegiatan aktivitas fisik di luar rumah. Sementara itu, masyarakat tidak menyadari akan bahayanya seperti dapat meningkatkan risiko terkena penyakit Diabetes Melitus. Maka dari itu terdapat urgensi pangan fungsional, salah satunya yang berbasis tanaman padi. Varietas padi fungsional memiliki kekhususan pada beberapa hal seperti aroma, untuk menu tertentu atau kandungan nutrisi untuk mengatasi atau melengkapi kekurangan zat tertentu dalam tubuh. Varietas ini dapat dikembangkan sesuai dengan manfaatnya untuk kepentingan kesehatan dan kesejahteraan. Padi fungsional dapat dikembangkan di berbagai daerah dan dapat berproduksi sesuai dengan potensinya. Sementara untuk pangan fungsional itu sendiri memiliki persyaratan dari segi Sensory (warna dan penampilannya yang menarik dan cita rasanya yang enak), Nutritional (bernilai gizi tinggi), dan Physiological (memberikan pengaruh fisiologis yang menguntungkan bagi tubuh.

Varietas padi lokal warna memiliki kadar antoasianin yang cukup tinggi, seperti beras merah dan beras hitam padi Adan serta padi Kelay. Warna kemerah-merahan pada padi yang ada di dalam cairan sel dan bersifat larut dalam air inilah yang disebut antosianin. Antosianin merupakan kelompok pigmen yang menyebabkan warna kemerah-

merahan, letaknya di dalam cairan sel yang bersifat larut dalam air. Antioksidan pada padi mempengaruhi proses reduksi sel hewan dan plasma manusia, yang dapat memberikan perlindungan terhadap penyakit kronis yang berhubungan dengan tekanan oksidasi atau berpotensi mengurangi beban penyakit ini (Goufo dan Trindade 2017). Beras warna juga memiliki indeks glikemik yang rendah, Pangan dengan indeks glikemik rendah akan dicerna dan diserap lebih lambat sehingga dapat mencegah terjadinya fluktuasi gula darah yang terlalu lebar. Sehingga Pangan dengan indeks glikemik rendah relatif aman dikonsumsi oleh penderita diabetes. Pangan jenis ini juga membantu mengontrol nafsu makan dan memperlambat munculnya rasa lapar sehingga dapat membantu mengontrol berat badan. Pangan fungsional IG rendah dapat menghambat laju kerusakan sel beta-pankreas, berfungsi memproduksi dan mensekresikan hormone insulin. Sementara itu, memiliki kandungan karbohidrat dengan indeks glikemik tinggi Ketika dikonsumsi akan dicerna dan diserap secara cepat sehingga glukosa darah meningkat cepat. Konsumsi yang terus-menerus dalam jangka panjang dapat berdampak pada peningkatan risiko obesitas, dan penyakit-penyakit yang berhubungan dengan makanan lainnya termasuk diabetes melitus tipe-2, penyakit jantung dan beberapa jenis kanker.

Kesimpulan

Varietas padi lokal warna seperti beras merah dan beras hitam asal Kalimantan Timur memiliki nilai pangan fungsional dengan keunggulan sifat fisikokimianya bagi kesehatan tubuh. Tetapi masih banyak masyarakat yang lebih memilih untuk mengkonsumsi beras putih karena harga beras warna jauh lebih mahal serta banyak yang belum mengetahui manfaatnya secara luas dari beras warna tersebut. Harga beras warna padi lokal cenderung lebih mahal karena cara budidaya jauh lebih sulit serta umur panen padi lokal warna tersebut juga lebih panjang. Setelah masyarakat tahu peran padi lokal warna sebagai pangan fungsional, maka diperkirakan pada masa yang akan datang beras ini akan menjadi bahan pangan yang makin banyak diminati dan dibudidayakan oleh petani. Pengembangan penelitian beras warna harus terus dilakukan dan dikembangkan untuk menjadikan keragaman genetik yang luas dari varietas lokal beras warna. Hal ini menjadi sangat penting dalam perakitan varietas unggulan baik untuk beras merah ataupun beras hitam agar makin diterima secara luas di masyarakat.

Daftar Pustaka

- Badan Litbang Pertanian. 2012. Rancangan model dan program percepatan pengembangan pertanian berbasis inovasi di wilayah perbatasan dan lahan suboptimal. Sinar Tani. Agroinovasi. Edisi 1-7 Agustus-Juli 2012. No. 3468 Tahun XLII hlm 1-16.
- Dwiatmini, Kristina & Afza, Higa. 2018. Anthocyanin Content Characterization on Pigmented Local Rice as Genetic Resources of Functional Food. Buletin Plasma Nutfah. 24. 125. 10.21082/blpnv24n2.2018.p125-134.
- Goufo, P. & Trindade, H. 2014 Rice antioxidants: phenolic acids, flavonoids, anthocyanins, proanthocyanidins, tocopherols, tocotrienols, Òoryzanol, and phytic acid. Food Science & Nutrition, 2 (2), 75-104. doi:10.1002/fsn3.86.
- Goufo, P. & Trindade, H. 2017. Factors influencing antioxidant compounds in rice. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 57 (5), 893-922. doi:10.1080/10408398.2014.922046.
- International Diabetes Federation. 2015. International Diabetes Federation Diabetes Atlas 7th Edition. Agustus 18, 2022. www.diabetesatlas.org
- Suardi, D. K., 2005. Potensi beras merah untuk peningkatan mutu pangan- Jurnal Litbang Pertanian. 24 (3):93-100.
- Sumarmiyati, Ahmadi NR. 2016. Keanekaragaman jenis padi lokal di kabupaten Mahakam Ulu, Provinsi Kalimantan Timur. Prosiding seminar nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia. 5 (2): 148-152.

HILIRISASI PRODUK PERTANIAN PENUNJANG PEMBANGUNAN PERTANIAN KALIMANTAN TIMUR

Nurul Puspita Palupi
Jurusan/Program Studi Agroekoteknologi

Sektor pangan merupakan sektor yang selalu dibutuhkan manusia, terlebih oleh konsumen di Indonesia yang jumlahnya sangat besar, sehingga sektor pertanian tidak hanya menjadi masalah tersendiri, namun sekaligus menjadi potensi yang luar biasa mengingat kebutuhan masyarakat yang sangat tinggi akan bahan pangan. Semakin sempitnya lahan pertanian akibat penggunaan lain selain pertanian, seperti alih fungsi lahan pertanian menjadi lahan non pertanian (pemukiman dan fasilitas umum lainnya) menyebabkan semakin berkurangnya kuantitas lahan yang layak ditanami.

Hal ini diperparah dengan penggalan Sumber Daya Alam (SDA) seperti kegiatan pertambangan dan aneka usaha lainnya yang menyebabkan penurunan kualitas lahan akibat kondisi lahan bekas tambang yang tidak dikembalikan lagi seperti semula. Di satu sisi tidak sepanjang sejarah Indonesia hampir tidak pernah ada penurunan tingkat kelahiran masyarakat. Bisa dibayangkan, jumlah penduduk tidak pernah mengalami penurunan, namun lahan pertanian semakin berkurang. Apabila hal ini dibiarkan, maka tidak mustahil Indonesia akan mengalami krisis pangan. Ini menjadi bagian yang paling menakutkan apabila terjadi di Indonesia.

Dalam kondisi seperti ini, mau tidak mau masyarakat pertanian harus dibangkitkan utamanya untuk menghadapi kemungkinan krisis pangan dan kemungkinan tidak terpenuhinya beberapa komoditas pertanian dari negara lain akibat tertutupnya pintu impor. Membangkitkan

sektor pertanian memerlukan komitmen semua pihak. Mulai dari petani hingga pemerintah yang memiliki kemampuan untuk melindungi dan meningkatkan harkat petani untuk terus melakukan proses produksi secara maksimal. Perlindungan dan keberpihakan kepada petani akan menjadikan semangat tersendiri bagi para petani dan generasi milenial untuk menggiatkan sektor pertanian hingga bisa menjadi tumpuan masa depan.

Hilirisasi produk pertanian menjadi sangat penting sebagai upaya memberikan nilai tambah hasil pertanian melalui peningkatan kualitas bahan baku, proses produksi yang ramah lingkungan, hasil yang bervariasi dan berkualitas layak konsumsi dan berdaya saing tinggi. Untuk itu, diperlukan pembinaan dan pendampingan untuk petani dan UKM untuk terus menjaga kualitas produksi dan berinovasi bukan hanya menguasai pasar di Indonesia saja, melainkan menguasai pasar ekspor yang menjanjikan. Sektor pertanian di Indonesia saat ini masih menjadi ruang untuk rakyat kecil. Kurang lebih 100 juta jiwa atau hampir separuh dari jumlah rakyat Indonesia bekerja di sektor pertanian. Untuk itu Kementerian Pertanian telah melakukan berbagai upaya untuk membina para pelaku usaha kecil dan menengah (UKM) agar menjadi fondasi yang kuat dalam mendukung ekonomi Indonesia. Salah satu upaya yang dilakukan pemerintah adalah dengan menggelar pelatihan manajemen agrobisnis untuk pelaku usaha kecil dan menengah.

Bagaimana dengan kondisi pembangunan pertanian di Kalimantan Timur? Salah satu permasalahan pembangunan pertanian tanaman pangan dan hortikultura di Provinsi Kalimantan Timur adalah masih rendahnya produksi dan produktivitas tanaman pangan dan hortikultura dalam pemenuhan pangan lokal. Hal tersebut ditunjukkan dengan belum optimalnya pengembangan kawasan pertanian tanaman pangan, hortikultura dan perlindungan lahan pertanian pangan berkelanjutan; serta belum optimalnya kinerja kelembagaan dalam mendukung produktivitas tanaman pangan dan hortikultura. Disebutkan bahwa sektor Pertanian Pangan selain menjadi program unggulan Gubernur, juga secara langsung mendukung SDGs. Tujuan Pembangunan Berkelanjutan seperti indikator prevalensi kecukupan konsumsi pangan, indikator kualitas konsumsi pangan, serta Nilai tambah pertanian dibagi jumlah tenaga kerja di sektor pertanian.

Sistem Agribisnis di Kalimantan Timur ditekankan pada upaya mendayagunakan SDA dan SDM Kalimantan Timur untuk membangun pelaksanaan seluruh subsistem agribisnis di Kalimantan Timur, menggali potensi melalui proses pembangunan kemitraan agribisnis dengan investor/Mitra Usaha Kalimantan Timur, melakukan promosi dan memberikan jaminan kemudahan para investor untuk berinvestasi di bidang pertanian di Kalimantan Timur, dan menetapkan rencana dan cara jitu untuk mencapai prioritas unggulan daerah.

Mendayagunakan SDA tentulah tidak terlepas dari masih banyaknya lahan yang tersedia untuk dijadikan lahan pertanian. Mulai dari lahan yang masih memiliki kualitas prima maupun lahan bekas tambang yang memerlukan energi dan upaya khusus agar lahan bekas tambang dapat berfungsi secara normal dan baik. Degradasi lahan yang tidak terkendali juga menjadi salah satu masalah yang harus segera dipecahkan dan terus menerus dilakukan edukasi di kalangan masyarakat untuk menjamin keberlangsungan usaha pertanian. Erosi, lahan miskin hara, kerusakan kualitas tanah akibat proses penambangan, memerlukan solusi cepat agar degradasi lahan ini segera teratasi.

Mendayagunakan SDM pertanian diantaranya memerlukan peran perguruan tinggi yang menyelenggarakan pembelajaran pertanian dengan memotivasi para mahasiswa untuk mencintai dan mampu menjadi petani milenial unggul melalui pelatihan-pelatihan serta program magang pada perusahaan-perusahaan yang bergerak di bidang pertanian, agar para lulusan memiliki ilmu pertanian yang mumpuni dan memiliki kompetensi terbaik. Terbukanya peluang kolaborasi antara universitas dan pemilik usaha akan semakin menambah wawasan para lulusan dan menjadikannya siap kerja dan mengikat para pemilik usaha untuk mendapatkan SDM yang berkualitas di bidangnya.

Upaya pembangunan agribisnis di Kalimantan Timur juga harus didukung oleh pendanaan yang tidak sedikit, sehingga memerlukan peran dan masuknya investor untuk mendukung pembangunan pertanian di pusat-pusat produksi pertanian. Masuknya investor dari dalam maupun luar negeri sangatlah penting dan harus didukung oleh suasana keamanan wilayah yang kondusif dan memberikan jaminan bahwa investor juga akan menerima keuntungan seperti yang mereka harapkan. Investasi ini diharapkan juga dapat memberikan jaminan akan terbelinya semua

produk pertanian yang dihasilkan oleh petani Kalimantan Timur dan menjadikan petani lebih sejahtera secara ekonomi.

Perlu promosi hasil produksi pertanian Kalimantan Timur secara terus menerus dan masif sehingga produk unggulan dan potensi pertanian petani Kalimantan Timur terangkat dan dilihat oleh masyarakat luas sebagai potensi unggulan.

Strategi Pembangunan Agribisnis Kalimantan Timur

Strategi pembangunan Agribisnis Kalimantan Timur antara lain adalah dengan melakukan pengembangan agribisnis dari hulu hingga hilir dalam rangka membentuk sistem agribisnis perkebunan yang utuh dalam suatu kawasan pertanian dan perkebunan, memfasilitasi berkembangnya hubungan yang sinergis antara petani/pemilik kebun yang kebanyakan bergerak dalam kegiatan *on-farm* dan perusahaan perkebunan yang bergerak mulai hulu, *on-farm* dan hilir agribisnis, membangun adanya saling ketergantungan yang saling menguntungkan antara perusahaan perkebunan dengan masyarakat sekitar perusahaan perkebunan, memperluas areal pengusahaan perkebunan baik melalui pembukaan lahan baru (sepanjang tidak menyebabkan kerusakan lingkungan) maupun mengefektifkan pemanfaatan lahan-lahan yang masih telantar, meningkatkan profesionalisme petugas pemerintah, penyuluh, pengusaha dan petani kebun, mengembangkan kelembagaan pembiayaan yang mampu memberikan layanan modal khususnya pada petani kebun, mengembangkan kegiatan-kegiatan pengkajian dan rakitan teknologi perkebunan yang sesuai kondisi Kalimantan Timur, mengembangkan infrastruktur yang dibutuhkan bagi pengembangan agribisnis perkebunan, dan menciptakan berbagai bentuk aturan yang kondusif bagi berlangsungnya agribisnis perkebunan.

Pengembangan pertanian dari hulu ke hilir merupakan upaya untuk menjamin peningkatan nilai tambah produk pertanian dalam satu kawasan yang sama dengan proses produksi budi daya pertanian. Ini dilakukan untuk mengurangi pengeluaran biaya produksi dan biaya pengangkutan bahan baku ke pabrik pengolahan sehingga harga produk akhir masih bisa bersaing dengan produk lainnya. Pada kegiatan ini memerlukan sinergitas antara masyarakat sekitar perusahaan sebagai pemasok bahan baku industri dengan pemilik industri melalui hubungan yang saling terkait dan saling membutuhkan serta saling menguntungkan. Petani yang

merupakan masyarakat sekitar akan mendapatkan keuntungan dari hasil penjualan hasil pertaniannya, dan perusahaan mendapatkan bahan baku yang berkualitas dan kontinyu.

Memperluas area pengusahaan perkebunan baik melalui pembukaan lahan baru (sepanjang tidak menyebabkan kerusakan lingkungan) maupun mengefektifkan pemanfaatan lahan-lahan yang masih telantar, merupakan upaya untuk meningkatkan kapasitas produksi pertanian memanfaatkan lahan produktif yang masih bisa ditanami untuk mendukung ketersediaan bahan baku yang secara kualitas maupun secara kuantitas.

Peningkatan profesionalisme petugas pemerintah, penyuluh, pengusaha dan petani kebun sangat diperlukan untuk mengedukasi, membina dan melakukan pendampingan kepada para petani di Kalimantan Timur agar dapat memproduksi secara maksimal dan menguntungkan. Profesionalisme para petugas lapangan juga didukung dengan sarana prasarana pertanian dan insentif yang cukup kepada semua petugas lapangan.

Mengembangkan kegiatan-kegiatan pengkajian dan rakitan teknologi pertanian dan perkebunan yang sesuai dengan kondisi Kalimantan Timur, sesuai dengan topografi wilayah, iklim, dan budaya masyarakat setempat. Kesesuaian dengan topografi, iklim, sosiobudaya setempat menjadi prasyarat penerimaan suatu hasil kajian dan diseminasi hasil-hasil kajian kepada masyarakat petani setempat. Masyarakat setempat akan lebih mudah menerima masukan teknologi yang adaptif dan sesuai selaras dengan budaya yang mereka pegang selama ini, artinya teknologi yang berbasis kearifan lokal akan lebih mudah diadopsi oleh masyarakat.

Peran pemerintah sangat diperlukan dalam proses revitalisasi agribisnis diantaranya adalah dengan terus mengembangkan infrastruktur yang dibutuhkan bagi pengembangan agribisnis perkebunan. Tentu saja proses penyediaan dan pengembangan infrastruktur ini memerlukan komitmen yang jelas para pemegang kebijakan di Kalimantan Timur karena melibatkan penganggaran dalam jumlah yang besar. Pembangunan infrastruktur pertanian sangat penting untuk proses pengangkutan saprotan dan hasil pertanian yang siap dijual ke pasaran. Infrastruktur yang memadai untuk pertanian akan sangat mendukung dan membantu kegiatan hulu hingga hilir dari proses produksi pertanian.

Yang tidak kalah penting adalah menciptakan berbagai bentuk aturan yang kondusif bagi berlangsungnya agribisnis pertanian untuk

memberikan kepastian hukum dan aturan yang pro petani sehingga petani tidak ragu dan tidak was-was akan semua kegiatan yang dilaksanakan.

Program Revitalisasi Pertanian

Beberapa kendala dan masalah lain yang dihadapi pertanian adalah: (i) rendahnya kesejahteraan dan relatif tingginya tingkat kemiskinan petani; (ii) lahan pertanian yang semakin menyempit; (iii) terbatasnya akses ke sumber daya produktif, terutama akses terhadap sumber permodalan yang diiringi dengan rendahnya kualitas SDM; (iv) penguasaan teknologi masih rendah serta, (v) lemahnya infrastruktur (fisik dan non fisik) di sektor pertanian dan pedesaan pada umumnya (Perpres No.7 Tahun 2005). Maka dari itu dilakukan Revitalisasi Pertanian yang merupakan strategi Kabinet Indonesia Bersatu dalam upaya meningkatkan kesejahteraan masyarakat dengan sasaran pertumbuhan ekonomi berkelanjutan, penyediaan lapangan pekerjaan dan pengentasan kemiskinan. Revitalisasi Pertanian diatur dalam Perpres No 7 Tahun 2005 yang tertuang dalam RPJMN 2004-2009, kemudian disempurnakan dengan Perpres No 5 Tahun 2010 yaitu tentang RPJMN 2010-2015, dan secara strategis juga tercantum dalam UU Nomor 17 Tahun 2007 tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional (RPJPN) 2005-2025. Dalam pelaksanaan Revitalisasi Pertanian pemerintah memerlukan kerja sama dengan instansi-instansi lain, seperti merangkul perusahaan penyedia benih yang berkualitas guna meningkatkan hasil tanam petani yang berdampak baik pada peningkatan kesejahteraan masyarakat. Dengan fakta yang terjadi di lapangan memunculkan pertanyaan bagaimana peran pemegang keputusan dalam merevitalisasi pertanian, sehingga membuat perubahan kualitas hasil panen petani di Indonesia.

Revitalisasi pertanian di Kalimantan Timur yang tangguh dilaksanakan melalui pemantapan ketahanan pangan, peningkatan nilai tambah, peningkatan daya saing produk pertanian, dan peningkatan kesejahteraan petani. Program utama percepatan pembangunan di sektor pertanian di Kalimantan Timur diantaranya adalah melalui pencapaian program utama revitalisasi pertanian yaitu Program Peningkatan Ketahanan Pangan dan Program Peningkatan Ketahanan Pangan bertujuan memfasilitasi terjaminnya masyarakat untuk memperoleh pangan yang cukup setiap saat, sehat dan halal.

Sasaran yang Ingin Dicapai

Sasaran yang ingin dicapai pada proses revitalisasi pertanian adalah tercapainya ketersediaan pangan dan rumah tangga yang cukup, aman dan halal, meningkatnya keragaman produksi dan konsumsi pangan masyarakat, meningkatnya kemampuan masyarakat dalam mengatasi kerawanan pangan. Yang kesemuanya bermuara awal pada mendudukkan kembali posisi petani sebagai sosok yang sentral dan penting dalam pembangunan pertanian, menjamin bahwa pekerjaan sebagai petani adalah pekerjaan yang terhormat dan dapat menjamin masa depan dan penghidupan petani menjadi sangat baik. Bukan malah menjadi masyarakat yang termarginalisasikan. Menganggap penting petani menjadi tokoh sentral produksi pertanian yang menyuplai kebutuhan dasar dari semua rakyat Indonesia merupakan hal wajib, karena tanpa adanya petani, kita tidak akan bisa makan.

Ketersediaan pangan rumah tangga dalam kondisi cukup, aman dan halal merupakan hal wajib yang harus direalisasikan karena masyarakat memerlukan jaminan kecukupan pangan dalam jumlah yang cukup, aman dikonsumsi dan halal. Untuk itulah penghargaan kepada petani sudah selayaknya menjadi hal yang utama, diantaranya adalah dengan memberikan kemudahan kepada petani dalam mengolah dan mengelola lahannya dengan baik dan tanpa perasaan was-was akan kepemilikan lahan, hingga memberikan jaminan bahwa hasil pertanian yang diproduksi oleh petani dapat dijual dengan harga layak, dengan cara mengurangi kran impor yang ujung-ujungnya merugikan petani. Edukasi yang terus menerus kepada petani agar dapat berproduksi secara maksimal dan berkelanjutan dengan memperdulikan daya dukung lingkungan.

Dalam hal ketersediaan bahan pangan, dengan luas lahan Kalimantan Timur yang sedemikian rupa, bukan hal yang mustahil menjadikan Kalimantan Timur sebagai sentra pertanian yang menguasai wilayah Timur Indonesia. Sentra pangan yang tidak hanya bergantung pada pulau lain, namun bisa maju Bersama menjadi penyuplai bahan pangan menggantikan fungsi penting pulau Jawa yang selama ini menjadi primadona pertanian Indonesia disusul pulau Sulawesi. Tidak hanya cukup beriri hati, namun berjuang agar impian menjadi *supplier* bahan pangan menjadi kenyataan.

Keragaman atau variasi pangan juga menjadi sasaran yang ingin dicapai untuk menarik minat masyarakat di dalam maupun di luar wilayah untuk mengkonsumsi pangan lokal dengan jenis yang beragam.

Variasi pangan ini akan menjadi daya tarik masyarakat untuk semakin mengembangkan pangan lokal dan menjadi penarik wisatawan untuk hadir di wilayah tersebut. Artinya bahwa tidak hanya sebagai produsen bahan mentah, namun harus berhasil hingga ke produksi hilirnya. Untuk mendukung hilirasi tersebut, maka sangatlah penting agar pemerintah juga menegakkan keputusan agar semua produk yang keluar dari bumi Kalimantan Timur haruslah dalam bentuk yang siap makan, minimal produk turunan setengah jadi, sehingga selain meningkatkan nilai tambah, meningkatkan nilai jual, juga menjadi sentra industri pengolahan bahan pertanian yang banyak menyerap tenaga kerja karena menjadi lapangan kerja baru bagi masyarakat sekitar.

Sinergitas Pengembangan Agroindustri

Hilirisasi produk pertanian memerlukan peningkatan pendekatan pembangunan pertanian dari pendekatan produksi ke pendekatan bisnis, artinya bahwa produk pertanian harus berdaya saing, berdaya pikat dan bernilai jual, sehingga dengan demikian aspek usaha dan pendapatan menjadi dasar pertimbangan utama. Artinya setiap proses produksi harus diniatkan untuk memberikan produksi hulu terbaik dan dapat diolah secara maksimal hingga menjadi produk yang layak jual dan bernilai ekonomis tinggi.

Pembangunan pertanian bukan semata pembangunan sektoral, namun juga terkait dengan sektor lain (lintas/inter-sektoral) yang bermakna bahwa pembangunan pertanian memerlukan komitmen bersama, mulai dari pemerintah, pemegang kebijakan, pemangku kepentingan hingga petani dan konsumen selaku pengguna produk. Dengan berjalan secara bersama, maka seluruh pemangku kepentingan akan mendapatkan manfaat sebesar besarnya. Pembangunan pertanian bukan pengembangan komoditas secara parsial, melainkan sangat terkait dengan pembangunan wilayah, khususnya perdesaan yang berkaitan erat dengan upaya peningkatan pendapatan petani. Terkait dengan hal ini, maka seluruh kebijakan terfokus untuk menjalin dan mengkoordinasi pengembangan wilayah secara berkesinambungan melibatkan semua pihak dengan kontribusi masing-masing yang saling mendukung pembangunan pertanian.

Daftar Pustaka

Buku Seri Pembangunan Pertanian Indonesia

Nuhfil Hanani. 2019. Pembangunan Pertanian

Arif Satria. 2020. Politik Sumber Daya Alam. ISBN 978-979-461-939-1

Sidarta, et al. 2022. Suatu Kajian: Pembangunan Pertanian Indonesia.
Jurnal.umj.ac.id/index.php/fbc

PERKEMBANGAN SISTEM PERTANIAN DI INDONESIA DAN DINAMIKANYA

Odit Ferry Kurniadinata
Jurusan/Program Studi Agroekoteknologi

Pendahuluan

Perkembangan pertanian di Indonesia mengalami kemajuan sejak dicetuskannya sistem revolusi hijau pada masa orde baru Indonesia dengan maksud meningkatkan produktivitas lahan serta menanggulangi masalah kekurangan pangan. Tekanan pokok revolusi hijau ialah menaikkan produksi pangan (Bustanul 2003).

Indonesia berhasil dengan revolusi hijau padi pada tahun 1980-an karena didukung oleh iklim dan tanah yang sesuai, mampu menyediakan dana cukup karena bertepatan dengan memuncaknya harga komoditas andalan ekspor minyak bumi di pasaran dunia, organisasi penyuluhan yang telah terbina baik, dan suasana politik serta keamanan yang pada umumnya stabil. Dengan dana yang tersedia cukup dapat dibangun sarana irigasi yang baik, dikembangkan lahan rawa pasang surut, menyediakan kredit, dan memberikan subsidi kepada sarana produksi serta dukungan harga.

Sistem pertanian beralih dari pertanian subsisten (skala kecil) untuk memenuhi kebutuhan keluarga, menjadi pertanian komersial dengan penerapan teknologi dan asupan tambahan berupa pestisida, pupuk organik dan input kimiawi lainnya. Upaya-upaya tersebut tanpa disadari telah menciptakan permasalahan lingkungan baru, sehingga masalah yang tadinya berskala lokal atau regional meningkat menjadi masalah Nasional bahkan Internasional.

Pembangunan pertanian Indonesia pada saat ini dihadapkan pada sejumlah kendala dan masalah yang harus segera dipecahkan, yaitu antara lain: 1) keterbatasan dan penurunan kapasitas sumber daya pertanian,

2) lemahnya sistem alih teknologi dan kurang tepatnya sasaran, 3) terbatasnya akses terhadap layanan usaha terutama permodalan, 4) panjangnya rantai tata niaga dan belum adilnya sistem pemasaran, 5) rendahnya kualitas, mentalitas, dan keterampilan sumber daya petani, 6) lemahnya kelembagaan dan posisi tawar petani, 7) lemahnya koordinasi antar lembaga terkait dan birokrasi, dan 8) belum berpihaknya kebijakan ekonomi makro kepada petani. Namun, terlepas dari kendala dan masalah di atas, sektor pertanian tetap menjadi tumpuan harapan tidak hanya dalam upaya menjaga ketahanan pangan, tetapi juga dalam penyediaan kesempatan kerja, sumber pendapatan, penyumbang devisa dan pertumbuhan ekonomi nasional. Untuk itu pemerintah masih menetapkan revitalisasi pertanian sebagai salah satu prioritas pembangunan perekonomian nasional

Pada tahun 1990-an, gerakan revolusi hijau mengalami titik balik. Kritik tajam hingga gerakan anti revolusi hijau kemudian bermunculan. Beberapa akibat yang ditimbulkan oleh revolusi hijau adalah hilangnya varietas lokal, musnahnya keanekaragaman sumber daya hayati, menurunnya kualitas tanah, serta menurunnya kualitas lingkungan secara keseluruhan. Selain itu meskipun revolusi hijau telah berhasil meningkatkan produktivitas dan produksi pertanian secara signifikan, akan tetapi gagal dalam meningkatkan kesejahteraan petani dan kemandirian pertanian. Hal ini menjadi dampak terbesar yang menyebabkan pertanian di Indonesia menjadi sangat bergantung pada industri pertanian dunia, dari pengadaan benih, pupuk, pestisida, hingga mesin-mesin pertanian.

Secara ekonomi petani kecil juga mengalami kendala dalam meningkatkan produksi akibat pemenuhan paket-paket teknologi pertanian yang diterapkan, contohnya adalah apabila harga pupuk melambung tinggi. Di lain pihak harga jual produksi pertanian jarang memberikan keuntungan, petani lebih sering mengalami kerugian karena modal yang kecil. Pertanian konvensional ini lebih menguntungkan pihak-pihak pemilik modal besar karena mereka lebih mampu membeli paket-paket teknologi pertanian, sehingga banyak petani-petani yang awalnya mempunyai lahan sendiri untuk pertanian karena terlilit hutang menjadi buruh-buruh tani akibat lahan-lahan digadaikan untuk membeli saprodi.

Seiring dengan dampak yang ditimbulkan oleh revolusi hijau, kemudian digulirkan suatu sistem yang dikenal sebagai "Sistem Pertanian yang Berkelanjutan" dengan tujuan menghasilkan pertanian yang

produktif dan ramah lingkungan. Pertanian Berkelanjutan mengacu pada kemampuan lahan pertanian untuk berproduksi secara berkesinambungan. Dua isu penting dalam pertanian berkelanjutan adalah efek jangka panjang dari berbagai praktik yang diterapkan pada lahan dalam produktivitas tanaman pangan, dan ketersediaan asupan dalam jangka panjang.

Pengertian Sistem Pertanian Berkelanjutan

Sistem pertanian berkelanjutan adalah *back to nature system*, yaitu sistem pertanian yang tidak merusak, tidak mengubah, serasi, selaras, dan seimbang dengan lingkungan atau pertanian yang patuh dan tunduk pada kaidah-kaidah alamiah. Ciri-ciri pertanian berkelanjutan adalah:

1. Mampu meningkatkan produksi pertanian dan menjamin keamanan pangan dalam negeri;
2. Mampu menghasilkan pangan yang terbeli dengan kualitas gizi yang tinggi serta menekan atau meminimalkan kandungan bahan-bahan pencemar kimia maupun bakteri yang membahayakan;
3. Tidak mengurangi dan merusak kesuburan tanah, tidak meningkatkan erosi, dan menekan ketergantungan pada sumber daya alam yang tidak terbarukan;
4. Mampu mendukung dan menopang kehidupan masyarakat pedesaan dengan meningkatkan kesempatan kerja, menyediakan penghidupan yang layak dan mantap bagi para petani;
5. Tidak membahayakan bagi kesehatan masyarakat yang bekerja atau hidup di lingkungan pertanian, dan bagi yang mengkonsumsi hasil-hasil pertanian;
6. Melestarikan dan meningkatkan kualitas lingkungan hidup di lahan pertanian dan pedesaan serta melestarikan sumber daya alam dan keragaman hayati (Salikin 2007; Sutanto 2006).

Sedangkan menurut Reijntjes et.al (1999) sistem pertanian berkelanjutan adalah pengelolaan sumber daya yang berhasil untuk usaha pertanian guna membantu kebutuhan manusia yang berubah sekaligus mempertahankan atau meningkatkan kualitas lingkungan dan melestarikan sumber daya alam.

Pertanian Berkelanjutan mengacu pada kemampuan lahan pertanian untuk berproduksi secara berkesinambungan. Dua isu penting dalam pertanian berkelanjutan adalah efek jangka panjang dari berbagai praktik

yang diterapkan pada lahan dalam produktivitas tanaman pangan, dan ketersediaan asupan dalam jangka panjang.

Pengembangan Sistem Pertanian Berkelanjutan

Dengan adanya dampak negatif yang ditimbulkan oleh pertanian yang eksploitasi tersebut, dibutuhkan suatu pendekatan sistem pertanian yang berkelanjutan dengan tujuan menjaga produktivitas dan kesinambungan produksi dalam jangka panjang. Kemudian berkembanglah sistem pertanian yang meminimalisasi penggunaan asupan kimiawi. Selain meringankan beban biaya yang harus ditanggung produsen (dalam hal ini petani), berkurangnya penggunaan asupan kimiawi akan mengurangi pencemaran dan dampak ekologis yang ditimbulkan bagi lingkungan (produksi berkelanjutan).

Sistem pertanian berkelanjutan (*sustainable agriculture*) mulai diperkenalkan pada tahun 1980. Sistem ini digunakan untuk menggambarkan suatu sistem pertanian alternatif berdasarkan pada konservasi sumber daya dan kualitas kehidupan di pedesaan. Sistem pertanian berkelanjutan ditujukan untuk mengurangi kerusakan lingkungan, mempertahankan produktivitas pertanian, meningkatkan pendapatan petani dan meningkatkan stabilitas dan kualitas kehidupan masyarakat di pedesaan. Ada tiga indikator besar yang dapat dilihat: lingkungannya lestari, ekonominya meningkat (sejahtera), secara sosial diterima oleh masyarakat petani.

Pertanian berkelanjutan mengintegrasikan aspek produksi dengan pemasaran. Terkait dengan ini, pendekatan rantai pemasaran produk menjadi hal yang penting. Selain melihat efektivitas biaya produksi, konsep rantai pemasaran juga menekankan pentingnya penghargaan terhadap produsen (*trade fair*).

Terdapat beberapa sistem pertanian yang kemudian dinilai mampu menjadikan pertanian Indonesia masa depan lebih ramah lingkungan, diantaranya adalah:

- 1. Pertanian Berkelanjutan dengan Input Luar Rendah (*Low External Input and Sustainable Agriculture (LEISA)*)**

LEISA merupakan sebuah konsep yang mempromosikan sistem dan cara-cara pertanian yang berkelanjutan dengan menggunakan sedikit mungkin asupan kimiawi tambahan. Penerapan prinsip LEISA memungkinkan dibangunnya suatu pertanian di mana produktivitas dan

keuntungan ekonomi ditingkatkan dengan cara-cara yang memperhatikan aspek ekologis. Seperti pemeliharaan hewan ternak untuk dimanfaatkan dalam pembuatan pupuk kandang serta pemanfaatan sampah-sampah pertanian seperti dedaunan untuk digunakan sebagai suplemen tanaman. Aspek yang menjadi titik perhatian dalam LEISA yaitu:

- a. Agro-ekologi. LEISA mempromosikan penerapan prinsip ekologis yang memperhatikan keterpaduan, keberagaman, daur ulang nutrisi, pengendalian hama dengan kerangka pertanian berkelanjutan
- b. Optimalisasi penggunaan berbagai input tambahan pada tanaman
- c. Penghargaan terhadap pengetahuan lokal
- d. Pembelajaran berbasis partisipasi, perencanaan dan aktivitas
- e. Keadilan sosial dan integritas budaya
- f. Pembangunan dan aktivitas yang melibatkan multi pihak

Metode LEISA tidak bertujuan memaksimalkan produksi dalam jangka pendek, namun untuk mencapai tingkat produksi yang stabil dan memadai dalam jangka panjang. Leisa berupaya mempertahankan dan sedapat mungkin meningkatkan potensi sumber daya alam serta memanfaatkannya secara optimal. Pada prinsipnya, hasil produksi yang keluar dari sistem atau dipasarkan harus diimbangi dengan tambahan unsur hara yang dimasukkan kedalam sistem tersebut.

2. Pertanian Organik (*Organic Farming*)

Pertanian Organik merupakan sistem pertanian tanpa adanya penggunaan asupan tambahan dari luar berupa pupuk kimiawi, pestisida, perangsang tumbuhan, dan suplemen tambahan bagi ternak serta input eksternal berisiko lainnya. Pertanian organik menerapkan rotasi tanaman, pupuk alami (pupuk kompos dan pupuk kandang) dan mekanisme pengolahan yang memperhatikan produktivitas lahan dan memperhatikan hubungan antara nutrisi tanah dan keberadaan berbagai hama serta gulma. Lebih jauh, karena pertanian organik adalah sistem pertanian yang berusaha untuk meniru alam, sehingga pemakaian benih atau asupan yang mengandung bahan-bahan hasil rekayasa genetika (*Genetically Modified Organism*) juga dihindari.

Kriteria sistem pertanian organik yang diberikan IFOAM (*International Federation of Organic Agriculture Movement*) setidaknya harus memenuhi enam prinsip standar, yaitu:

- a. Potensi lokal (*lokalism*). Pertanian organik berupaya mendayagunakan potensi lokal yang ada sebagai suatu agroekosistem yang tertutup dengan memanfaatkan bahan-bahan baku atau input dari sekitarnya.
- b. Perbaikan tanah (*soil improvement*). Pertanian organik berupaya menjaga, merawat, dan memperbaiki kualitas kesuburan tanah melalui tindakan pemupukan organik, pergiliran tanaman, konservasi lahan, dan sebagainya.
- c. Meredam polusi (*pollution abatement*). Pertanian organik dapat meredam terjadinya polusi air dan udara dengan menghindari pembuangan limbah dan pembakaran sisa-sisa tanaman secara sembarangan serta menghindari penggunaan bahan sintetik yang dapat menjadi sumber polusi.
- d. Kualitas produk (*quality of product*). Pertanian organik menghasilkan produk-produk pertanian berkualitas yang memenuhi standar mutu gizi dan aman bagi lingkungan serta kesehatan.
- e. Pemafaatan energi (*energy use*). Pengelolaan pertanian organik menghindari sejauh mungkin penggunaan energi dari luar yang berasal dari bahan bakar fosil yang berupa pupuk kimia, pestisida, dan bahan bakar minyak (bensin, solar dan sebagainya).
- f. Kesempatan kerja (*employment*). dalam mengelola usaha tani organik, para petani organik memperoleh kepuasan dan mampu menghargai pekerja lainnya dengan upah yang layak.

3. *System of Rice Intensification (SRI)*

SRI adalah teknik budi daya tanaman padi yang mampu meningkatkan produktivitas padi dengan cara mengubah pengelolaan tanaman, tanah dan unsur hara. Tujuan dari penerapan SRI adalah meningkatkan produksi padi hingga 50% dan meminimalisir penggunaan input luar serta menekan biaya produksi.

SRI terdiri atas lima prinsip dasar yaitu:

- a. Penggunaan bibit muda
- b. Penerapan jarak tanam yang lebar
- c. Pengendalian kelembapan tanah namun tidak tergenang
- d. Mengutamakan penggunaan pupuk organik
- e. Menjaga aerasi tanah

Perbedaan SRI dengan sistem revolusi hijau adalah SRI memiliki strategi untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas sistem perakaran serta meningkatkan jumlah dan keragaman mikroorganisme menguntungkan di dalam tanah. Sedangkan sistem revolusi hijau memberikan penekanan terhadap penggunaan varietas unggul dan peningkatan aplikasi luar (input luar) untuk mendukung pertumbuhan dan produksi varietas unggul yang digunakan.

Saat ini SRI berkembang menjadi SRI organik yang lebih fokus kepada penggunaan pupuk organik, hal ini muncul dengan didasari adanya gagasan SRI sebelumnya, adanya pembelajaran ekologi tanah, pengendalian hama terpadu (PHT) dan pengalaman kelompok studi petani terhadap penggunaan pupuk anorganik (Sutaryat 2008; Uphoff 2008).

4. Sistem Pertanian Terpadu

Terdapat dua model sistem pertanian terpadu (*integrated agriculture management*), yaitu sistem pertanian terpadu konvensional dan sistem pertanian terpadu dengan sistem EM (*effective microorganism*). Sistem pertanian terpadu konvensional sudah banyak diterapkan oleh petani di masa lalu, namun sekarang sudah banyak ditinggalkan. Model pertanian terpadu konvensional misalnya tumpang sari antara peternakan ayam dan usaha tambak ikan, atau tumpang sari antara tanaman palawija dan peternakan, di mana sisa-sisa tanaman digunakan sebagai pakan ternak kambing atau sapi dan kotoran ternak digunakan sebagai pupuk kandang bagi pertanaman berikutnya.

Model pertanian terpadu dengan teknologi EM dapat mengurangi masukan energi dari luar sistem pertanian untuk menghasilkan produk pertanian. Proses fermentasi dapat menaikkan kandungan nutrisi pakan ternak yang berasal dari kotoran ternak. Sehingga masukan energi dari luar sistem pertanian dapat diperkecil atau ditiadakan sama sekali. Demikian juga dalam bidang budi daya tanaman, limbah tanaman yang terbuang dapat dimanfaatkan kembali sebagai pupuk melalui proses fermentasi.

Pengelolaan Hama Terpadu

Pengendalian hama terpadu adalah upaya mengendalikan tingkat populasi atau tingkat serangan organisme terhadap tanaman dengan menggunakan dua atau lebih teknik pengendalian dalam satu kesatuan untuk mencegah atau mengurangi kerugian secara ekonomis dan kerusakan

lingkungan hidup. Perlindungan tanaman dilakukan melalui kegiatan pencegahan, pengendalian dan eradikasi. Dalam perkembangannya, istilah pengendalian berubah menjadi pengelolaan untuk lebih menekankan pada usaha untuk mengurangi populasi organisme yang harus ditangani secara terus menerus sejak dari penanaman, misalnya dengan menentukan jenis tanaman, cara pembukaan lahan, penggarapan tanah, jarak tanam, dan sebagainya. Oleh karena itu istilah pengelolaan hama terpadu dianggap lebih tepat dibandingkan dengan pengendalian hama terpadu.

Konsep pengelolaan hama terpadu ini adalah: 1) Secara terpadu memperhatikan semua hama penting, 2) Tidak bertujuan untuk mendapatkan suatu keadaan yang bebas hama, tetapi untuk mengendalikan populasi hama agar kerusakan yang terjadi selalu di bawah ambang ekonomi, 3) Menggabungkan berbagai cara yang kompatibel. Sesedikit mungkin memakai cara buatan tetapi lebih mementingkan penekanan hama oleh faktor-faktor alami, 5) Selalu didasari oleh pertimbangan ekologi.

Konsepsi pengelolaan hama terpadu merupakan suatu teknologi pengendalian hama yang menggunakan pendekatan komprehensif, menggunakan prinsip-prinsip ekologi, dan mengintegrasikan berbagai teknik pengendalian yang kompatibel sehingga kondisi populasi hama selalu berada dalam tingkat yang tidak merugikan secara ekonomis, sekaligus dapat mempertahankan kelestarian lingkungan hidup serta menguntungkan bagi petani.

Peluang Sistem Pertanian Berkelanjutan

Dengan semakin meningkatnya kesadaran konsumen global dan nasional akan kualitas makanan dan lingkungan hidup, maka mengharuskan produsen pertanian di Indonesia untuk menerapkan sistem produksi yang akrab lingkungan. Di kota-kota metropolis bisa dilihat bahwa sayuran organik yang ditawarkan di pasar modern seperti supermarket mulai diminati oleh konsumen.

Dalam era globalisasi perdagangan bebas, keberhasilan kita mengeksport produk hasil pertanian di pasar global sangat ditentukan oleh kemampuan kita untuk memenuhi persyaratan yang dituntut oleh konsumen global tentang label lingkungan atau *ecolabeling*. Salah satu bentuk ekolabel yang tersedia dan diakui oleh WTO adalah seri ISO 14000 mengenai pengelolaan lingkungan. Sehingga dalam urusan kualitas pangan

akan dilakukan standarisasi kualitas pangan yang menetapkan ambang batas maksimum kandungan zat tambahan, logam berat, residu pestisida, dan bahan pencemar lain dalam makanan.

Hambatan Pertanian Berkelanjutan

Saat ini masih banyak perbedaan persepsi diantara para ahli dan *stage holder*, yaitu pemerintah sebagai pembuat kebijakan, LSM serta masyarakat tentang sistem pertanian ini, dan hal ini menjadi salah satu hambatan. Sebagian menganggap sistem pertanian berkelanjutan sama dengan sistem pertanian primitif, tradisional dan subsisten.

Pertanian di Indonesia masih berorientasi pemenuhan kebutuhan jangka pendek yaitu penggunaan input untuk meningkatkan produksi tanaman. Selain itu dengan adanya kekhawatiran para petani bahwa dengan meninggalkan sistem revolusi hijau dapat menurunkan hasil tanaman, maka mendorong dengan para petani untuk terus meningkatkan input berenergi tinggi, seperti penggunaan pupuk kimia dan pestisida kimia secara intensif dan kontinyu.

Selain itu terdapat hambatan kepentingan bisnis. Sistem pertanian berkelanjutan yang berbasis lingkungan tentunya akan merugikan banyak produsen pupuk kimia, pestisida kimia dan bahan-bahan sintesis lainnya. Selain itu implementasi pembangunan pertanian yang berkelanjutan di Indonesia tidak mudah karena dihadapkan pada banyak kendala lain yaitu kendala sumber daya manusia, di mana rata-rata tingkat pendidikan petani relatif rendah; kondisi kesehatan petani kurang baik; produktivitas kerja masih rendah; dan kurangnya motivasi untuk maju. Serta kendala sumber daya alam: ketersediaan volume air yang tidak menentu; kualitas air yang semakin menurun; kesuburan tanah yang semakin menurun; dan kondisi agroklimat yang mengalami perubahan (Kusharto dan Guhardja, 1996).

Kebijakan dan Strategi Pengembangan Sistem Pertanian Berkelanjutan

Berdasarkan penjelasan di atas maka dapat dikatakan bahwa tidak ada satu pun sistem pertanian yang benar-benar dapat memecahkan semua masalah yang cukup kompleks di lapangan berkaitan dengan penerapan sistem pertanian berkelanjutan sebagai respons dari penerapan sistem revolusi hijau, apabila sepandang sebagai satu sistem unggulan (*perfect*)

secara global. Namun perlu adanya informasi jelas dan kontinyu untuk mengetahui permasalahan ataupun kendala yang terjadi di lapangan dan memahami proses-proses yang terjadi selama penanganannya, sehingga strategi sistem pertanian yang diterapkan dapat dirubah sesuai dengan kondisi dan kebutuhan. Mengingat pemulihan (restorasi) lingkungan seperti kesuburan tanah yang terdegradasi memerlukan waktu yang sangat lama, maka penerapan sistem pertanian yang tepat perlu mendapat perhatian yang serius.

Sehingga di masa depan diharapkan tercapai suatu sistem pertanian berkelanjutan yang mampu meningkatkan produksi, mampu menjamin ketahanan pangan yang dinamis dan sistem agrobisnis yang maju, mampu menyejahterakan masyarakat, meningkatkan kualitas sumber daya manusia terutama para petani dan konsumen produk pertanian pada umumnya, pengelolaan dan pendayagunaan sumber daya alam yang bijak, serta membentuk hubungan kemitraan yang luas di bidang produksi, pemasaran, dan penelitian antara usaha tani skala besar, menengah dan kecil, pemerintah serta lembaga *independent* yang ada.

Daftar Pustaka

- Bustanul, A. 2003. Spektrum Kebijakan Pertanian Indonesia. Erlangga. Jakarta
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Bidang Pertanian
- Reijntjes, C., Bertus Haverkort dan Waters Bayer.1999. Pertanian Masa Depan. Kanisius.Yogyakarta.
- Salikin K.A. 2007. Sistem Pertanian Berkelanjutan. Kanisius Yogyakarta
- Sutaryat, M. 2008. Pengelolaan Garoekosistem Padi Sawah Model System of Rice Intensification (SRI), disampaikan pada: One Day Seminar on The System of Rice Intensification (SRI). Fakultas Pertanian IPB. Bogor
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2019 Tentang Sistem Budi Daya Pertanian Berkelanjutan
- Uphoff, N. 2008. The System of Rice Intensification (SRI), disampaikan pada: One Day Seminar on The System of Rice Intensification (SRI). Fakultas Pertanian IPB. Bogor

POTENSI INDUSTRI KERAJINAN BERBASIS PERTANIAN DI KALIMANTAN TIMUR

Ali Zainal Abidin Alaydrus
Jurusan/Program Studi Agroekoteknologi

Pendahuluan

Sektor pertanian menjadi salah satu sektor terpenting dalam kemajuan perekonomian Indonesia. Sektor ini juga memiliki keterkaitan yang erat terhadap sektor ekonomi lainnya. Pemenuhan pangan, industri dan energi yang berbasis pertanian juga mempengaruhi terhadap banyaknya peningkatan penyerapan tenaga kerja. Pertanian menjadi sektor yang 'unik' karena produknya yang mencakup tidak hanya memenuhi kebutuhan konsumsi pangan saja. Namun juga pemenuhan energi dan pemenuhan bahan baku industri, salah satunya adalah sektor industri kerajinan.

Industri kerajinan di dominasi oleh pelaku UMKM di mana menurut Kementerian Koperasi dan Usaha Kecil dan Menengah (Kemenkop UKM) pada bulan Maret 2021, jumlah pelaku di sektor UMKM di Indonesia mencapai 64,2 juta dengan kontribusinya terhadap produk domestik bruto (PDB) sebesar 61,07 % atau Rp 8.573,89 triliun. Angka tersebut menunjukkan betapa kuatnya peran UMKM terhadap perekonomian Indonesia.

Industri kerajinan berbasis pertanian ini atau biasa disebut agroindustri kerajinan jika dikembangkan lebih lanjut maka juga mencakup pengembangan ke lingkup yang saling berkaitan seperti terbangunnya industri pengolahan kerajinan, industri produksi peralatan dan mesin untuk kerajinan, industri input untuk pengolahan kerajinan dan industri jasa pengolahan kerajinan. Jika hal itu dapat berjalan dengan baik bisa di pastikan akan membantu penyerapan tenaga kerja, sehingga mampu menyumbang kontribusi terhadap peningkatan perekonomian di

Kalimantan Timur di mana menurut Disperdagkop Kaltim, omzet koperasi serta usaha kecil, mikro dan menengah (UMKM) di Provinsi Kalimantan Timur pada 2021 mencapai Rp 55,1 triliun.

Kekayaan alam yang melimpah sebagai modal dan sumber bahan baku industri kerajinan di Kalimantan Timur menjadi kekuatan tersendiri dan memiliki masa depan yang cukup baik. Daya saing industri ini juga didukung oleh keragaman budaya dan keterampilan dari para pengrajin yang mumpuni. Hal ini terbukti dari hasil-hasil kerajinan dari Kalimantan Timur semakin banyak yang berhasil menembus pasar dunia seperti ulap doyo, lidi kelapa sawit dan lidi nipah, hasil olahan rotan dan lain-lain. Hal tersebut mengindikasikan bahwa industri ini memiliki potensi yang cukup besar sebagai salah satu sumber penyumbang devisa negara sehingga perlu terus diperhatikan dan dikembangkan lebih jauh. Pada tulisan ini akan berfokus membahas potensi industri kerajinan yang berbasis pertanian dalam lingkup luas. Berikut ulasan potensi mengenai tanaman apa saja yang telah dimanfaatkan menjadi bahan baku untuk industri kerajinan di Kalimantan Timur.

Doyo (*Curculgia Latifolia*)

Ulap doyo adalah kain tradisional khas Kutai yang ditenun oleh masyarakat suku dayak benuaq, yang ditenun dari serat tanaman Doyo (*Curculigo latifolia*), (Gambar 1). Tanaman ini banyak tumbuh di daerah Tropis Asia dan Australia (Farzinebrahimi et al., 2013).



Gambar 1. Tanaman Doyo

Tanaman ini bercirikan berdaun panjang dan berujung runcing, dengan panjang daun 80-120 cm dan lebar antara 10-20 cm dengan serat daun arah sejajar dan beralurkan datar, tangkai daun membalut batang sepanjang 70-112 cm. Batang dan daun berwarna hijau kekuningan hingga hijau muda. Di bagian bawah daun ada terdapat bulu lembut yang berwarna semu putih, sedangkan pada daunnya memiliki warna hijau kekuningan hingga hijau muda. Pelepah tangkai daun terdapat garis berwarna merah, buahnya berbentuk tongkol dengan biji berwarna hitam. Bunganya berwarna kuning berdiameter 3 cm, daun mahkota kelopak masing-masing terdiri 3 helai melengkung dengan berdiameter 5 cm serta terdiri dari 16 buah benang sari yang mengelilingi kepala putik (Noor et al., 1990).

Tanaman doyo ini memiliki beberapa varietas dan ciri-ciri yang berbeda satu dengan yang lain. Suku Dayak Benuaq mengelompokkannya ke dalam 6 (enam) varietas. Namun dari keenam varietas menurut Indriastuti, (2021) tidak semua dapat dijadikan sebagai bahan untuk ditenun, hanya ada 4 yang bisa di olah sedangkan 2 jenis lainnya tidak dapat di olah karena tidak memiliki serat. Oleh karena itu, varietas yang akan disebutkan berikut ini hanya yang memiliki serat untuk dijadikan sebagai bahan tenun, yaitu:

1. Doyo temoyo

Varietas ini banyak terdapat di Desa Mencong dan Desa Perigi, Kecamatan Jempang, Kabupaten Kutai Barat. Ciri-cirinya adalah bentuk daunnya agak langsing dan melengkung, Merupakan varietas tanaman doyo yang paling baik untuk di tenun (nomor 1). Berwarna hijau muda, dan urat daunnya tidak terlalu keras. Benang yang di hasilkan adalah putih polos yang banyak diminati oleh pembeli.

2. Doyo pentih

Serat doyo pentih hampir serupa dengan hasil serat dari variertas doyo temoyo. Hanya warna daun dan tangkainya yang menjadi pembeda pada kedua varietas tersebut. Daun doyo pentih berwarna hijau kekuningan dan lebih resisten terhadap sinar matahari.

3. Doyo biang

Ukuran daun dan tangkai daun *doyo biang* ini lebih panjang dan lebih dari doyo temoyo dan doyo pentih. Ukuran panjang daun varietas ini dapat mencapai 150 cm dan lebar 25 cm, sedangkan panjang pada tangkai daun dapat mencapai 113 cm.

4. Doyo tulang

Ukuran daun dari varietas doyo tulang lebih kecil daripada doyo biang dan doyo pentih. Hanya saja daun varietas ini agak lentur dan tegak karena tulangnya lebih keras sehingga serat daunnya ketika dikerik mengalami pecah-pecah (Indriastuti, 2021)

Suku Dayak Benuaq mengolah tanaman doyo ini menjadi tenun khas yang di namakan Ulap Doyo (Gambar 2). Ulap diambil dari bahasa lokal yang memiliki arti kain, sedangkan doyo diambil dari nama tanaman tersebut. Doyo biasanya digunakan pada acara upacara adat, tari-tarian, dan juga pakaian sehari-hari baik untuk kaum pria ataupun wanita. Pengolahannya dimulai dari pengambilan daun doyo di ladang atau hutan dengan menggunakan alat seperti mandau. Daun yang diambil adalah daun yang memiliki panjang sekitar 1-1,5 m diambil. Daun yang sudah diambil kemudian dilakukan perendaman ke dalam air sungai agar daging daun dapat hancur, lalu daunnya dikerik menggunakan pisau bambu untuk diambil seratnya. Setelah seratnya didapatkan, dilanjutkan lagi dengan perendaman dalam air selama 1 jam agar getahnya dapat hilang. Kemudian serat diambil dan di keringkan dengan metode penjemuran memanfaatkan sinar matahari hingga kering lalu di lakukan pemintalan dengan teknik manual sehingga diperoleh benang doyo yang siap untuk ditenun (Alaydrus, 2018).



Gambar 2. Ulap Doyo

Usaha pengolahan ulap doyo ini merupakan salah satu industri kecil yang telah lama berkembang dan menjadi komoditas yang bernilai ekonomis dan termasuk bagian dari salah satu 10 produk unggulan kerajinan dari Provinsi Kalimantan Timur (Disperindagkop Kaltim, 2014). Usaha pengolahan ini tersebar di beberapa tempat yaitu di Kabupaten Kutai Barat dan Kabupaten Kutai Kartanegara.

Pemerintah daerah setempat melalui SKPD terkait baik dari Provinsi Kalimantan Timur, Pemerintah Kutai barat dan Kutai Kartanegara sudah melakukan promosi baik lokal, nasional dan bahkan internasional mengenai produk ulap doyo. Produk ini tidak hanya di jual dalam bentuk kain tetapi juga pada produk turunannya seperti tas, pakaian hingga *home decor*. Masifnya promosi yang dilakukan dari perajin, desainer serta dari pihak pemerintah menjadikan produk ini telah banyak di kenal oleh masyarakat, sehingga hal ini berdampak pada permintaan pasar yang terus mengalami peningkatan. Permasalahannya yang ada adalah tanaman ini terbatas atau langka. Jika tidak diimbangi dengan input dari segi bahan baku yang tercukupi maka permintaan yang tinggi akan sulit untuk di penuhi. Menurut Alaydrus, (2018) dalam penelitiannya juga menjelaskan kelemahan pada industri ini yaitu pasokan bahan baku yang banyak tergantung pada satu daerah yakni di kabupaten Kutai Barat. Padahal sejatinya industri ini tersebar di beberapa desa dan kampung di wilayah Kabupaten Kutai Barat dan Kutai Kartanegara.

Mempertimbangkan dengan kondisi yang ada, maka perlu kepastian bahan baku yang terjaga agar permintaan tetap dapat di penuhi. Sampai saat ini belum ada yang melakukan budi daya tanaman doyo secara massal, penenun hanya menanam doyo di ladangnya masing-masing dalam jumlah yang tidak signifikan. Problem lainnya yang ada tanaman doyo ini juga tersebar di hutan, maka untuk membuka ladang, penduduk melakukannya dengan metode pembukaan lahan dengan membakar. Hal ini berpotensi menghilangkan habitat tanaman doyo yang liar dan ekosistem yang lainnya yang berada di hutan, hilangnya tanaman ini juga akan menghilangkan industri doyo serta eksplorasi yang berlebihan juga dapat mempengaruhi eksistensi dari tanaman ini.

Kelapa Sawit dan Nipah

Perkebunan kelapa sawit di Provinsi Kalimantan Timur termasuk 5 besar provinsi pemilik lahan kelapa sawit terluas di Indonesia, menurut

data BPS tahun 2020 luas lahan kelapa sawit di Kalimantan Timur sebanyak 1 228 238,00 hektare. Sedangkan untuk produksi tanaman perkebunan rakyat di Kalimantan Timur sebesar 2 144 089,00 ton pada tahun 2020. Hal ini membuat masyarakat yang ada sangat bergantung pada hasil penjualan buah sawit mereka yang diolah oleh pabrik menjadi *crude palm oil*, sehingga ketika harga minyak sawit domestik ataupun internasional mengalami penurunan, ini tentunya akan berdampak pada kerugian di tingkat petani. Oleh karena itu petani dan masyarakat yang berkecimpung disitu membutuhkan sumber pendapatan lain sebagai alternatif lain untuk mempertahankan dan meningkatkan taraf hidup keluarga mereka.

Selama buah sawit dipanen, pelepah sawit yang menjadi hasil ikutan proses pemanenan selama ini hanya dibuang. Pelepah sawit tersebut disusun dan di biarkan hingga membusuk untuk dipersiapkan sebagai pupuk kompos, namun hal tersebut juga akan berpotensi menjadi tempat bersarangnya kumbang *Oryctes rhinoceros* dan jamur *Ganoderma* yang menjadi pengganggu tanaman sawit muda yang merugikan. Sedangkan apabila jika batang sawit dibakar, hal ini akan membahayakan dan bisa memicu terjadinya kebakaran hutan, limbahnya juga bisa mencemari sumber air sekaligus pembakaran juga akan melepas emisi karbon ke atmosfer. Inilah yang dicemaskan oleh berbagai pihak, limbah sawit dapat memicu terjadinya kerusakan lingkungan serta pemanasan global yang saat ini menjadi isu hangat di dunia internasional.

Kondisi di atas tentu sangat disayangkan, limbah pelepah kelapa sawit pada luasan areal 1 Ha dapat menghasilkan sebanyak 10 ton/Ha/tahun (Dabukke, 2018) which can be used as rope raw material. This study was aimed to find out and get the value of the effect of the age of 5 years, 10 years, 15 years of oil palm frond waste on maximum load, elasticity, and absorption of natural rope made. The rope was tested using tensilon RTF 1350 test. The maximum load that could be retained by the 5 year age rope was 99.13 kg, 10 years was 88.57 kg and the age of 15 years was 81.32 kg with rope age of 5 years was 3.66 MPa, 10 years was 2.93 MPa, and 15 years was 3.26 MPa. While the absorption of immersion of 1 hour of 5 year age rope was 77.70%, 10 years age was 70.05% and 15 years age was 80.92% and absorption rate of immersion 6 hours at the age of 5 years was 89.30%, 10 years was 83.61% and the age of 15 years was 94.31%. The rope of palm oil midrib waste fiber was not suitable to use because the maximum load and rope absorbency were not suitable based on SNI 12-0064-1987

quality requirements for sisal ropes. The rope was plastic after passing the upper yield stress of each rope, which was 5.05 MPa, 8.74 MPa, and 7.29 MPa.”,“author”:[{“dropping-particle”:””,“family”:”Dabukke”,“given”:”Maruli Hamonangan”,“non-dropping-particle”:””,“parse-names”:false,“suffix”:””}],“container-title”:”Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian”,“id”:”ITEM-1”,“issue”:”4”,“issued”:{“date-parts”:[["2018"]]},“page”:”63”,“title”:”Pemanfaatan limbah pelepah kelapa sawit (*elaeis guineensis* j.. Oleh karena itu perlu adanya pengoptimalan limbah pelepah kelapa sawit dengan cara mengolahnya menjadi sebuah produk yang memiliki nilai guna dan nilai jual salah satunya adalah melalui industri kerajinan seperti kerajinan lidi, kerajinan anyaman hingga serat alam.

Di Kalimantan Timur sendiri pelepah sawit saat ini sudah dimanfaatkan untuk bahan baku kerajinan berupa lidi kelapa sawit. Bahkan di tahun 2021 sebanyak 25 ton lidi kelapa sawit produksi empat Badan Usaha Milik Desa (BUMDes) telah diekspor secara berkelanjutan ke berbagai negara seperti Kanada, India dan Pakistan yang ke empat BUMDes tersebut berada di Kecamatan Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur (Kaltim). Proses produksi lidi tersebut melibatkan warga setempat terutama ibu-ibu, saat ini mereka juga dapat menghasilkan pendapatan dengan menyerut lidi kelapa sawit.

Tidak hanya mengolah lidi dari bahan pelepah kelapa sawit, tetapi mereka juga mengolah lidi berbahan baku dari pelepah nipah. Tanaman nipah (*Nypa fruticans*) sendiri termasuk tanaman dari suku palmae yang banyak tumbuh di Muara Badak yang termasuk wilayah pesisir di Kabupaten Kutai Kartanegara. Tumbuhan ini dikelompokkan pula pada kelompok tanaman hutan mangrove. Kedua tanaman ini tumbuh rapat bersama dan seringkali membentuk komunitas murni yang luas pada sepanjang sungai dekat muara hingga sungai dengan air payau. (Subiandono et al., 2016).



Gambar 3. Hasil Olahan Kerajinan berbahan pelepah Sawit dan Nipah
(sumber: website www.kaltimprov.go.id)

Produk Agroindustri Kerajinan di Kalimantan Timur

Selain produk yang diolah dari doyo, pelepah sawit dan nipah seperti yang telah dijelaskan di atas, terdapat beberapa komoditas lainnya yang juga telah lama diproduksi dan dikembangkan menjadi produk kerajinan unggulan di beberapa kota dan kabupaten di Kalimantan Timur yang tertuang pada tabel 1 di bawah berikut:

Tabel 1. Produk Agroindustri Kerajinan di Kalimantan Timur

No	Nama Produk	Bahan Baku Dasar
1	Ulap Doyo	Daun Doyo (<i>Curcuglia Latifolia</i>)
2	Lidi Sawit, Anyaman	Pelepah Kelapa Sawit (<i>Elaeis guineensis Jacq</i>)
3	Lidi Nipah	Pelepah Nipah (<i>Nypa fruticans Wurmb</i>)
4	Anyaman Rotan dan Meubel	Rotan (<i>sp. Daemonorops Draco</i>)
5	Anyaman Pandan	Daun Pandan (<i>Pandanus amaryllifolius</i>)
6	Manik Betakaq	Biji dari Tanaman Hanjeli (<i>Coix larcyma jobi L</i>)
7	Kerajinan Eceng Gondok	Eceng Gondok (<i>Eichhornia crassipes</i>)
8	Anyaman Bambu	Bambu (<i>Bambusoideae</i>)
9	Home decor Gelagah	Rumput Gelagah (<i>Saccharum spontaneum</i>)

Permasalahan dan Tantangan di Masa Depan

Pemilihan bahan baku untuk industri kerajinan sebaiknya adalah berasal dari bahan yang mudah didapatkan dan dikembangkan di Kalimantan Timur yang mana di wilayah tersebut memiliki ciri khas pertanian tropika basah yang kaya dengan keanekaragaman biotik. Namun seiring dengan berjalannya waktu, perkembangan komoditas yang meningkat tentu akan menjadi perhatian di masa depan bagaimana industri ini dapat eksis menghasilkan produk dengan kepastian bahan baku yang tercukupi secara kontinu. Permasalahannya akan muncul ketika terjadi kebutuhan bahan baku di lapangan yang terus meningkat. Eksplorasi yang berlebihan tanpa diikuti oleh usaha-usaha yang menganut prinsip-prinsip ekologis harus di perhatikan agar tetap terjaga keseimbangan agroekosistem dan kelestarian keanekaragaman hayati di masa yang akan datang. Menurut Irwan, (2018) kepunahan dan kerusakan ekosistem akibat eksploitasi tidak boleh terjadi, dengan terjaganya keanekaan jenis hayati, maka proses ekologi yang esensial dalam kehidupan akan dapat tetap terjaga dan terus terpelihara.

Peran pemerintah dianggap penting dalam memecahkan permasalahan-permasalahan yang ada dengan kebijakan-kebijakan yang konkrit dengan mempertimbangkan unsur-unsur terkait dan juga perlu adanya pendampingan bagi para petani, perajin dan UMKM yang terlibat pada industri ini berupa pemberdayaan serta pelatihan-pelatihan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas dari produk yang di olah. Dalam hal ini pemerintah juga tidak dapat bekerja sendiri perlu adanya sinergi dengan pihak lainnya seperti BUMN, BUMD dan perusahaan swasta dan tentunya juga unsur dari masyarakat untuk bersama memajukan sektor industri kerajinan berbasis pertanian ini.

Peran akademis terutama dalam bidang pertanian sangat di harapkan untuk menyelesaikan problem tersebut melalui penelitian-penelitian serta pengabdian terutamanya dari segi hulu misalnya pada budi daya tanaman doyo seperti metode perbanyak anakan doyo yang efektif agar dapat tumbuh baik di beberapa tanah di Kalimantan Timur serta pemilihan bibit yang efektif agar menghasilkan benang doyo yang bagus dan baik untuk di tenun serta penelitian lainnya seperti identifikasi dan potensi pewarna alam yang dapat di aplikasi di ulap doyo. Penelitian yang dilakukan oleh Balitbangda Kukar (2009) menunjukkan bahwa tumbuhan doyo dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah, dan lingkungan

agroekosistem. Penelitian tersebut ini dilaksanakan di 5 (lima) Kecamatan di Kabupaten Kutai Kartanegara meliputi: Kecamatan Kota Bangun, Kecamatan Kenohan, Kecamatan Kembang Janggut, Kecamatan Muara Muntai dan Kecamatan Tabang. Hal ini juga dikuatkan oleh Nugroho & Arief (2018) yang melakukan penelitian adaptasi awal akses doyo di polybag menunjukkan bahwa persentase hidup tertinggi sebesar 85,16%. Berdasarkan hasil analisis tanah pada tempat tumbuh tanaman doyo di atas maka hal ini membuka peluang untuk ke depannya agar ada usaha dari pemerintah terkait untuk melakukan penanaman serta perlindungan tanaman doyo.

Permasalahan dan tantangan pada masing-masing komoditas agroindustri kerajinan tentu berbeda-beda. Hal ini seharusnya menjadi perhatian lebih lanjut terutama pada pemerintah agar eksistensi dari industri terus bisa berjalan. Industri kerajinan sejalan dengan berhasilnya sektor wisata pada daerah tersebut sehingga hal ini bisa di kembangkan secara bersama-sama dengan melibatkan multi sektor yang terlibat. Secara umum tantangan ke depan pada industri meliputi regenerasi perajin, persaingan produk sejenis dari daerah lain, jenuhnya pasar, pengusaha cenderung berdiri sendiri serta pola, warna, motif serta bentuk produk yang cenderung kurang variatif tidak mengikuti perkembangan pasar.

Oleh karena itu peran penelitian perlu dilakukan secara maksimal dalam memberikan sumbangan ide dan masukan tentang model kebijakan pengembangan agroindustri kerajinan ini yang mana Pemerintah Indonesia melalui Perpres No 8 Tahun 2008 menetapkan 14 subsektor industri kreatif termasuk industri kerajinan. Hal terpenting lainnya adalah perlunya output yang dihasilkan berupa teknologi untuk mendukung cara kerja dan penggunaan sumber daya yang efektif dan efisien sehingga menghasilkan industri kreatif berskala nasional yang dapat berkompetisi di kancah internasional. Peran pengabdian masyarakat juga perlu dilakukan untuk membentuk masyarakat dengan tatanan sosial yang mendukung tumbuh suburnya industri ini di Kalimantan Timur sebagai bentuk perwujudan dari pengaplikasian Tri Darma Perguruan Tinggi bagi civitas akademika.

Daftar Pustaka

- Alaydrus, A. Z. A. (2018). Analisis Nilai Tambah dan Strategi Pengembangan Usaha Pengolahan Ulap Doyo di Kabupaten Kutai Kartanegara. Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Balitbangda Kukar. 2009. Kajian Plasma Nutfah Tumbuhan Doyo. Tenggarong
- Dabukke, M. H. (2018). Pemanfaatan limbah pelepah kelapa sawit (*elaeis guineensis j.*) sebagai bahan baku pembuatan tali serat alami. *Jurnal Rekayasa Pangan Dan Pertanian*, 6(4), 63.
- Disperindagkop Kaltim. (2014). Media Indagkop Kaltim. (Triwulan I). Disperindagkop Kaltim.
- Farzinebrahimi, R., Taha, R. M., & Rashid, K. A. (2013). Effect of light intensity and soil media on establishment and growth of *Curculigo latifolia* Dryand. *Journal of Applied Horticulture*, 15(3), 224–226.
- Indriastuti, H. (2021). Ulap Doyo : Produk Regiosentris Kalimantan Timur. JP Publishing. Sidoarjo.
- Irwan, Z. D. (2018). Prinsip-Prinsip Ekologi Ekosistem Lingkungan Dan Pelestariannya. PT. Bumi Aksara. Jakarta.
- Noor, M., Yunus, & A Hafid, M. (1990). Pakaian Adat Tradisional Daerah Kalimantan Timur. Kutai: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Kebudayaan, Direktorat Sejarah dan Nilai Tradisional, Proyek Inventarisasi dan Pembinaan Nilai-nilai Budaya. Tenggarong.
- Nugroho, C. C., & Arief, R. E. (2018). Pertumbuhan Awal Akses Doyo Hasil Domestikasi. *Jurnal Magrobis* 18 (2), 31-41. Universitas Kutai Kartanegara, Tenggarong.
- Subiandono, E., Heriyanto, N. M., & Karlina, E. (2016). Potensi Nipah (*Nypa fruticans* (Thunb.) Wurmb.) sebagai Sumber Pangan dari Hutan Mangrove. *Buletin Plasma Nutfah*. Bogor.

PESTISIDA NABATI SEBAGAI METODE ALTERNATIF PENGELOLAAN ORGANISME PENGANGGU TANAMAN DI KALIMANTAN TIMUR

Abdul Sahid dan Muhammad Ugiannur
Jurusan/Program Studi Agroekoteknologi

Sebagaimana telah kita ketahui bersama bahwa petani dalam mengendalikan organisme pengganggu tanaman (hama, penyakit, dan gulma) lebih bertumpu pada penggunaan pestisida sintetis. Penggunaan pestisida sintetis dilakukan mereka secara terjadwal pada tanaman yang dibudidayakan. Berbagai dampak negatif dari penggunaan pestisida sintetis telah dilaporkan oleh berbagai peneliti. Dampak negatif dari pestisida sintetis adalah terjadinya pencemaran lingkungan pada tanah dan air, menimbulkan resistensi hama, resurgensi hama, ledakan hama sekunder, terbunuhnya hewan berguna seperti lebah madu, serangga penyerbuk bunga, serangga pengurai bahan organik (serangga pelapuk), serangga netral, parasitoid, dan predator, tercemarnya produk pertanian yang mengandung residu pestisida sintetis sehingga kualitas produk pertanian tersebut menjadi rendah, dan dampak negatif lainnya pada manusia. Oleh karena itu, perlu dicarikan metode alternatif untuk pengelolaan organisme tanaman yang dampak negatifnya lebih ringan dibandingkan dengan penggunaan pestisida sintetis.

Salah satu metode pengelolaan hama yang bisa dikembangkan di Kalimantan Timur adalah dengan menggunakan pestisida nabati. Pestisida nabati (*Botanical Pesticide*) adalah pestisida yang bahan dasarnya berasal dari tumbuhan. Menurut FAO (1988) dan US EPA (2002), pestisida nabati dimasukkan ke dalam kelompok pestisida biokimia karena mengandung biotoksin. Pestisida biokimia adalah bahan yang terjadi secara alami yang

dapat mengendalikan hama dengan mekanisme non toksik. Secara evolusi, tumbuhan telah mengembangkan bahan kimia sebagai alat pertahanan alami terhadap pengganggunya. Tumbuhan mengandung banyak bahan kimia yang merupakan metabolit sekunder dan digunakan oleh tumbuhan sebagai alat pertahanan dari serangan organisme pengganggu.

Di Indonesia, sebenarnya sangat banyak spesies tumbuhan penghasil pestisida nabati, dan diperkirakan ada sekitar 2.400 spesies tumbuhan yang termasuk ke dalam 235 famili penghasil racun. Famili tersebut adalah Meliaceae, Annonaceae, Asteraceae, Piperaceae, Fabaceae, Rutaceae, Dioscoreaceae, Leguminosae, Menispermaceae, dan Compositae. Pada famili Meliaceae terdapat tumbuhan penghasil pestisida nabati yang berasal dari spesies: *Lansium domesticum* Corr. (duku), *Swietenia mahagoni* Jacq. (mahoni), *Azadirachta indica* A. Juss (mimba), *Melia azedarach* L. (mindih), *Aglaiia odorata* Lour (pacar cina), dan *Toona sureni* (Blume) Merr. (suren). Pada famili Asteraceae terdapat tumbuhan penghasil pestisida nabati yang berasal dari spesies: *Bidens pilosa* L. (ajeran), *Ageratum conyzoides* L. (babadotan), *Chrysanthemum cinerariaefolium* Trev. (piretrum) dan *Tithonia diversifolia* (Hemsley) A. Gray (kipait). Pada famili Dioscoreaceae terdapat tumbuhan penghasil pestisida nabati yang berasal dari spesies *Dioscorea hispida* Dennst. (gadung). Pada famili Leguminosae terdapat tumbuhan penghasil pestisida nabati yang berasal dari spesies *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth.ex Walp. (gamal). Pada famili Piperaceae terdapat tumbuhan penghasil pestisida nabati yang berasal dari spesies *Piper betle* L. (sirih). Pada famili Fabaceae terdapat tumbuhan penghasil pestisida nabati yang berasal dari spesies *Derris elliptica* (Wallich) Benth. (akar tuba) dan *Pachyrhizus erosus* (L.) Urb. (bengkuang). Pada famili Compositae terdapat tumbuhan penghasil pestisida nabati yang berasal dari spesies *Artemisia vulgaris* L. (baru cina), *Tagetes erecta* L. (kenikir) dan *Chromolaena odorata* L. (kirinyuh). Pada famili Menispermaceae terdapat tumbuhan penghasil pestisida nabati yang berasal dari spesies *Tinospora rumphii* L. (brotowali). Pada famili Myrtaceae terdapat tumbuhan penghasil pestisida nabati yang berasal dari spesies *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L. M. Perry. (cengkeh). Pada famili Araceae terdapat tumbuhan penghasil pestisida nabati yang berasal dari spesies *Acorus calamus* L. (jeringau). Pada famili Moringaceae terdapat tumbuhan penghasil pestisida nabati yang berasal dari spesies *Moringa oleifera* Lamk. (kelor). Pada famili Annonaceae terdapat tumbuhan penghasil pestisida nabati yang berasal dari spesies

Annona muricata L. (sirsak) dan *Annona squamosa* L. (srikaya). Pestisida nabati merupakan salah satu kearifan lokal masyarakat Indonesia, karena sejak jaman dahulu kala nenek moyang kita sudah memanfaatkannya untuk mengendalikan OPT. Selain bersifat sebagai insektisida, jenis-jenis tumbuhan tersebut juga memiliki sifat sebagai fungisida, virusida, nematisida, bakterisida, mollusida, maupun rodentisida.

Pestisida nabati dianggap sebagai pestisida ramah lingkungan, karena bersifat mudah terurai di alam (*Bio degradable*), aman terhadap manusia dan hewan peliharaan, produk pertanian yang dihasilkan bebas residu pestisida. Pestisida nabati mempunyai peran yang penting dalam menghadapi masalah global, khususnya dalam perdagangan bebas. Ekspor komoditas pertanian yang sering melibatkan isu Sanitary and Phytosanitary, juga HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) yang salah satu isinya adalah masalah pembatasan maksimum kandungan residu pestisida (*maximum residue level*) pada produk ekspor pertanian. Apabila tidak memenuhi persyaratan dari peraturan ini maka terjadi: embargo (larangan ekspor), *automatic detention* (penahanan sementara), *mandatory treatment* (perlakuan khusus) dan pengenaan denda dalam bentuk pengurangan harga. Oleh karena itu, penggunaan pestisida nabati dapat meminimalkan risiko yang terjadi dalam perdagangan hasil pertanian. Peran pestisida nabati juga sangat besar di dalam usaha pemerintah untuk mengembangkan pertanian berkelanjutan, karena di dalam pertanian berkelanjutan penggunaan pestisida kimia sintetis dikurangi, dan sebagai alternatifnya adalah pestisida nabati. Pestisida nabati digunakan bukan untuk meninggalkan atau menganggap tabu penggunaan pestisida sintetis, tetapi hanya merupakan metode alternatif dengan tujuan agar tidak hanya tergantung pada pestisida sintetis dan meminimalisir penggunaan pestisida sintetis.

Bahan aktif pestisida nabati adalah senyawa kimia alami dari kelompok metabolit sekunder yang mengandung beribu-ribu senyawa bioaktif seperti alkaloid, terpenoid, fenolik, dan zat-zat kimia sekunder lainnya. Senyawa bioaktif tersebut apabila diaplikasikan ke tanaman yang terinfeksi OPT, tidak berpengaruh terhadap fotosintesis, pertumbuhan ataupun aspek fisiologis tanaman lainnya, namun berpengaruh terhadap sistem saraf otot, keseimbangan hormon, reproduksi, perilaku berupa penarik, anti makan dan sistem pernafasan OPT khususnya serangga.

Pestisida nabati mempunyai beberapa fungsi terhadap OPT yaitu:

1. Repellent, yaitu penolak kehadiran serangga, karena baunya yang menyengat sehingga serangga meninggalkan tanaman tersebut.
2. Anti feedant, yaitu mencegah serangga memakan tanaman karena rasanya yang pahit.
3. Mencegah serangga meletakkan telur dan menghentikan proses penetasan telur.
4. Racun syaraf, membunuh serangga sasaran.
5. Mengacaukan sistem hormon di dalam tubuh serangga.
6. Atraktan, sebagai penarik kehadiran serangga yang dapat dipakai pada perangkap serangga.
7. Beberapa jenis pestisida nabati berperan mengendalikan pertumbuhan jamur dan bakteri perusak tanaman.

Beberapa keunggulan pestisida nabati dibandingkan dengan pestisida sintetis dalam mengendalikan OPT adalah:

1. Murah dan mudah dibuat oleh petani.
Bahan dari pestisida nabati umumnya berasal dari lingkungan sekitar tempat tinggal petani yang tumbuh liar sehingga untuk membuat pestisida nabati tidak memerlukan biaya untuk membeli bahan tersebut. Pembuatan pestisida nabati secara sederhana dapat dilakukan sendiri oleh petani dengan cara menghaluskan bahan tersebut dan dicampurkan dengan air kemudian disaring. Pembuatan pestisida nabati dapat dilakukan kapan saja sesuai dengan waktu luang petani.
2. Aman terhadap lingkungan.
Pestisida nabati mudah terurai di alam sehingga aman terhadap lingkungan. Kandungan kimia pada pestisida nabati merupakan senyawa kimia alami yang mudah terdegradasi oleh iklim.
3. Tidak menimbulkan resistensi hama.
Timbulnya resistensi hama karena pemberian pestisida sintetis yang terus-menerus. Ini merupakan fenomena dan konsekuensi logis yang biasa dan merupakan reaksi evolusi yang umum dan logis yang akan terjadi pada setiap organisme yang selalu berada dalam keadaan tertekan (stress). Mekanisme resistensi hama terhadap pestisida sintetis adalah: Populasi yang terdiri dari banyak individu diberikan tekanan dengan pestisida sintetis. Sebagian besar individu mati, tetapi ada yang mampu dan masih hidup (faktor fisik, sebagian

besar genetik). Individu yang masih hidup memiliki sifat genetik yang memang tahan terhadap tekanan pestisida sintetis mungkin disebabkan karena adanya enzim-enzim yang mampu menetralkan daya racun atau sifat-sifat fisiologik lainnya. Generasi individu dari populasi yang lahir berikutnya terdiri dari banyak individu yang tahan terhadap pestisida sintetis yang dikenakan dan seterusnya sehingga muncul populasi hama yang resisten terhadap pestisida.

4. Kompatibel digabung dengan cara pengendalian yang lain. Pestisida nabati bersifat kompatibel dengan metode pengendalian OPT lainnya seperti metode pengendalian secara kultur teknis, fisik mekanis, varietas tanaman tahan, dan pengendalian hayati.
5. Menghasilkan produk pertanian yang sehat (bebas residu pestisida).

Beberapa kelemahan pestisida nabati dibandingkan dengan pestisida sintetis dalam mengendalikan OPT adalah:

1. Daya kerja pestisida nabati relatif lambat (toksisitas rendah).
2. Tidak membunuh hama sasaran secara langsung.
3. Mudah terurai karena sinar matahari.
4. Kurang praktis.
5. Harus disemprotkan berulang-ulang.

Bagian tumbuhan yang dapat digunakan sebagai pestisida nabati adalah: akar (contoh: akar tuba), daun (contoh: daun gamal), batang (contoh: brotowali) dan biji (contoh: mimba, duku). Dalam mengendalikan OPT, pestisida nabati menjalankan prinsip kerja yang unik dan spesifik. Prinsip kerja pestisida nabati ada tiga yaitu menghambat, merusak dan menolak OPT. Ada beberapa mekanisme kerja pestisida nabati dalam melindungi tanaman dari OPT yaitu: merusak perkembangan telur, larva dan pupa, menghambat pergantian kulit, mengganggu komunikasi serangga, menyebabkan serangga menolak makan, menghambat reproduksi serangga betina, mengurangi nafsu makan, memblokir kemampuan makan serangga, mengusir serangga, dan menghambat perkembangan OPT pada tanaman. Pembuatan pestisida nabati yaitu: 1. Penggerusan dan penumbukan menghasilkan tepung, 2. Pembakaran menghasilkan abu, 3. Pengepresan menghasilkan pasta, dan 4. Perendaman menghasilkan ekstrak (ekstrak dengan pelarut air dan pelarut kimia).

Strategi pengembangan pestisida nabati:

1. Penyiapan bahan baku pestisida nabati sehingga tidak bergantung pada alam.
2. Teknik pengolahan yang mudah dan murah agar pestisida nabati dapat disediakan sendiri oleh petani.
3. Peningkatan pemahaman masyarakat tentang pestisida nabati agar tidak bergantung pada pestisida sintetis.
4. Distribusi dan pemasaran pestisida nabati ke daerah pedesaan sehingga petani mudah memperolehnya pada saat memerlukannya.
5. Penelitian dan pengembangan untuk mengatasi kelemahan pestisida nabati.
6. Pengembangan pertanian keberlanjutan, dapat dilihat dari: keuntungan petani, penurunan pasokan pestisida sintetis, rendahnya residu pestisida sintetis pada tanaman, tanah, dan air, serta penerimaan masyarakat terhadap pestisida nabati.

Beberapa faktor penghambat dalam pengembangan pestisida nabati

1. Kegiatan penelitian pestisida nabati masih belum terpadu.
2. Mahalnya biaya untuk mengembangkan pestisida nabati
3. Kebiasaan petani (sosial budaya) dalam menggunakan pestisida sintetis.
4. Rendahnya penguasaan teknologi pembuatan pestisida nabati.
5. Pestisida sintetis mendominasi pasar.

Tabel 1. Beberapa contoh resep sederhana pembuatan pestisida nabati

No.	Bahan	Cara Pembuatan	Kandungan kimia	OPT Sasaran	Cara kerja
1.	Ekstrak akar tuba Bahan: 1 kg akar tuba 20 L air 200 g daun kembang sepatu	Hancurkan akar tuba. Rendam dalam 20 L air selama 3 hari. Saring. Tambahkan daun kembang sepatu sebagai perekat yang ditumbuk atau di blender dan diambil airnya secukupnya. Aduk rata.	Rotenon, deguelin, elliptone, toxicarol	Ulat pemakan daun, kutu daun, kutu kebul, keong mas, tungau	molusida, insektisida, akarisida, nematisida racun perut dan kontak pada serangga
2.	Ekstrak daun babadotan Bahan: 1 kg daun babadotan 2 L air 50 g daun kembang sepatu	Tumbuk daun babadotan, rendam dalam 2 L air selama 24 jam. Saring. Tambahkan daun kembang sepatu sebagai perekat yang ditumbuk atau di blender dan diambil airnya secukupnya. Aduk rata.	Saponin, flavonoid, polifenol, kumarine, eugenol HCN, dan minyak atsiri.	Hama secara umum	penolak (repellent), menghambat perkembangan serangga
3.	Bengkuang Bahan: ½ kg biji bengkuang 20 L air 100 g daun kembang sepatu	Biji bengkuang dikering anginkan kemudian tumbuk sampai halus. Rendam dalam 20 L air selama 1-2 hari. Saring. Tambahkan daun kembang sepatu sebagai perekat yang ditumbuk atau di blender dan diambil airnya secukupnya. Aduk rata.	Rotenon, pachyrid	pengisap buah dan bunga lada, <i>Spodoptera litura</i> , beberapa jenis serangga dari Ordo Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Lepidoptera dan Orthoptera	racun penghambat metabolisme dan system syaraf, penghambat makan serangga, sebagai insektisida

No.	Bahan	Cara Pembuatan	Kandungan kimia	OPT Sasaran	Cara kerja
4.	Ekstrak Brotowali Bahan: 1 Kg batang brotowali 5 L air 100 g daun kembang sepatu	Tumbuk batang brotowali. Rendam dalam 5 L air. Aduk hingga rata. Saring. Tambahkan daun kembang sepatu yang ditumbuk dan diambil airnya secukupnya. Aduk rata.	Alkaloid, damar lunak, pati, glikosida pikroretosid, pikroretin, harsa, berberin, palmatin, kolumbin, kokulin (pikrotoksin).	Ulat daun kubis, penggerak batang, wereng, belalang	insektisida
5.	Ekstrak biji duku Bahan: 500 g biji duku 20 L air 100 g daun kembang sepatu	Hancurkan biji duku sampai halus, rendam dalam 20 L air selama 24 jam. Saring. Tambahkan daun kembang sepatu sebagai perekat yang ditumbuk atau di blender dan diambil airnya secukupnya. Aduk rata.	Alkaloida, saponin, flavonoida dan polifenol.	Ulat pemakan daun	insektisida
6.	Ekstrak umbi gadung Bahan: 1 kg umbi gadung 20 L air 100 g daun kembang sepatu	Umbi gadung ditumbuk halus. Tambah 20 L air. Peras dengan kain. Aduk hingga merata. Tambahkan daun kembang sepatu sebagai perekat yang ditumbuk atau di blender dan diambil airnya secukupnya. Aduk rata.	dioscorin	Berbagai macam ulat dan hama pengisap	penghambat aktivitas makan (antifeedant) dan menghambat pembentukan telur

No.	Bahan	Cara Pembuatan	Kandungan kimia	OPT Sasaran	Cara kerja
7.	Ekstrak daun Gamal Bahan: 1 kg daun gamal 40 L Air 200 g daun kembang sepatu	Daun gamal ditumbuk halus. Tambah 40 L air. Rendam selama 24 jam. Saring. Tambahkan daun kembang sepatu sebagai perekat yang ditumbuk atau di blender dan diambil airnya secukupnya. Aduk	dicumerol, prussic acid, alkaloid, senyawa pengikat protein yang juga tergolong zat anti nutrisi, tannin	Ulat tanah, Ulat jengkal, Ulat buah tomat	insektisida, penolak (repellent)
8.	Ekstrak daun kirinyuh 1 Kg daun kering 20 L air 100 g daun kembang sepatu	Rebus daun kirinyuh kering dengan 20 L air dalam elle selama 10 menit. Dinginkan, Saring. Tambahkan daun kembang sepatu sebagai perekat yang ditumbuk atau di blender dan diambil airnya secukupnya. Aduk	tanin, polifenol, kuinon, flavonoid, steroid, triterpenoid, monoterpen, seskuioterpen	Kutu daun, ulat daun kubis, keong mas	bakterisida, insektisida, penghambat aktivitas makan (antifedant)
9.	Ekstrak daun papaya Bahan: 1 Kg daun papaya 10 L air 100 g daun kembang sepatu	Hancurkan daun papaya. Tambah-kan 10 L air. Rendam selama 2 hari. Saring. Tambahkan daun kembang sepatu sebagai perekat yang ditumbuk atau di blender dan diambil airnya secukupnya. Aduk	enzim papain, alkaloid karpaina, psudokarpaina, glikosid, karposid, saponin, beta karotene, pectin, d-galaktosa, l-arabinosa, papayotimin vitokinosse, glucoside cacirin, karpain, kemokapain, lisosim, lipase, glutamin, siklotransferase.	Trips, kutu kebul, hama yang terdapat di dalam tanah, cendawan	insektisida, fungisida, penolak (repellent)

No.	Bahan	Cara Pembuatan	Kandungan kimia	OPT Sasaran	Cara kerja
10.	Ekstrak daun Sirsak Bahan: 50–100 lembar daun sirsak 5 L air 50 g daun kembang sepatu	Daun sirsak ditumbuk halus dicampur dengan 5 L air, rendam selama 24 jam. Saring. Tambahkan daun kembang sepatu sebagai perekat yang ditumbuk atau di blender dan diambil airnya secukupnya. Aduk. Setiap 1 L larutan hasil saringan diencerkan dengan 10–15 L air.	tanin, fitosterol, ca oksalat, alkaloid murisine	Trips (kutu)	insektisida racun kontak penolak (repellent) menghambat aktivitas makan (antifeedant)
11.	Ekstrak daun srikaya Bahan: 500 g daun srikaya 12-17 liter air	Didihkan daun srikaya dalam 2 L air sampai tersisa ½ liter. Saring. Tambahkan larutan di atas dengan 10–15 L air.	Asetogenin, squamocin, bullatacin, annonacin, neoannonacin.	Kutu daun, wereng, ulat daun kubis, ulat krop kubis, belalang, lalat	Insektisida, racun kontak, penolak (repellent), penghambat makan (antifeedant)
12.	Ekstrak Daun Cengkeh Bahan: 50–100 g daun cengkeh kering	Tumbuk halus daun cengkeh kering. Berikan daun cengkeh tersebut untuk tiap tanaman yang terserang	Augenol, eugenol asetat, kariofilen, sesquiterpenol, naftalen	<i>Fusarium sp. Rigidoporus lignosus; Rhizoctonia solani, Phytophthora capsici, Sclerotium rolfsii</i>	fungisida
13.	Ekstrak daun iler Bahan: 5 kg daun iler 5 L air.	Daun dicuci sampai bersih, kemudian ditumbuk halus. Tambahkan 5 L air. Saring.	Alkaloid, etil salisilat, metil eugenol, timol, karvakrol, mineral	<i>Alternaria sp. Cercospora sp.</i>	fungisida

No.	Bahan	Cara Pembuatan	Kandungan kimia	OPT Sasaran	Cara kerja
14.	Pelet Umbi gadung Racun + Umbi gadung KB Bahan: 1 Kg umbi gadung 10 Kg dedak padi /jagung 1 ons tepung ikan 1 buah kemiri Air	Haluskan umbi gadung. Tambahkan dengan 10 Kg dedak/jagung, tepung ikan dan kemiri, beri sedikit air. Aduk adonan hingga rata. Buat menjadi ellet.	Dioscorin	tikus	rodentisida (bersifat racun dan kemandulan)
15.	Ekstrak micessla Bahan: 300 g daun mindi 300 g cengek 300 g Serai wangi 300 g daun sirih 300 g Laos 5 L air matang	Haluskan daun mindi, cengek, serai wangi, daun sirih dan laos. Tambahkan 5 L air. Rendam selama 1 hari. Saring. Setiap 200 ml larutan hasil saringan diencerkan dengan 14 L air. Tambahkan daun kembang sepatu sebagai perekat yang ditumbuk atau di blender dan diambil airnya secukupnya. Aduk	Kandungan kimia mindi: saponin, flavonoida, polifenol, alkaloida. Kandungan kimia cengek: eugenol, eugenol asetat, kariofilen, sesquitepenol, naftalen. Kandungan kimia serai wangi: senyawa sitral, sitronela, geraniol, mirsena, nerol, farnesol methyl heptenol, dipentena.	<i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Rigidoporus lignosus</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Phytophthora capsici</i> , <i>Sclerotium rolfsii</i> , <i>Ralstonia solanacearum</i> , belalang, kutu daun, trips, Nematoda, <i>Plutella xylostella</i> , <i>Crocidolomia pavonana</i>	insektisida fungisida bakterisida nematosisida

No. Bahan	Cara Pembuatan	Kandungan kimia	OPT Sasaran	Cara kerja
		<p>Kandungan kimia sirih: minyak atsiri (eugenol, methyl eugenol, karvakrol, kavikol, alil katekol, kavibetol, sineol, estragol), karoten, tiamin, riboflavin, asam nikotinat, vitamin C, tanin, gula, pati, asam amino</p> <p>Kandungan kimia laos: metil sinamat, sineol, eugenol, kamfer, seskuitepen, δ pinen, galangin, galanganol, beberapa senyawa flavonoid.</p>		

Catatan:

1. Pestisida nabati digunakan pada seluruh bagian tanaman yang terserang OPT pada pagi atau sore hari.
2. Bahan perekat yang dapat digunakan adalah tumbuhan yang mengandung saponin yaitu: daun kembang sepatu, daun lidah buaya.
3. Penambahan bahan perekat dilakukan pada saat akan mengaplikasikan pestisida nabati tersebut.

Daftar Pustaka

- Asmaliyah, E. Ernawati, S. Utami, K. Mulyadi, Yudhistira, F. W. Sari. 2010. Pengenalan Tumbuhan Penghasil Pestisida Nabati dan Pemanfaatannya secara Tradisional. Pusat Penelitian dan Pengembangan Produktivitas Hutan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Kementerian Kehutanan. Jakarta. 58 hal
- Kardinan, A. 2002. Pestisida Nabati, Ramuan dan Aplikasi. Penebar Swadaya. Jakarta. 88 hal.
- Munarso, S. J., Yusniarti, S. E. Suyati, A. Budiharto. 2012. Pestisida Nabati. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian. Jakarta. 30 hal.
- Novizan. 2002. Membuat dan Memanfaatkan Pestisida Ramah Lingkungan. Agromedia Pustaka. Tangerang. 94 Hal.
- Ratnasari, D. 2017. Mengendalikan Hama dan Penyakit secara Alami. BPTP Kalimantan Tengah. Badan Litbang Pertanian. Kementerian Pertanian. Jakarta. 2 hal.
- Setiawati, W., R. Murtiningsih, N. Gunaeni, dan T. Rubiati. 2008. Tumbuhan Bahan Pestisida Nabati dan Cara Pembuatannya untuk Pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT). Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta. 203 hal.
- Sudarmo, S. 2005. Pestisida Nabati, Pembuatan dan Pemanfaatannya. Kanisius. Yogyakarta. 58 hal.

LOGAM BERAT PADA TANAH BEKAS TAMBANG BATUBARA DAN PENGARUHNYA TERHADAP PERTANIAN

Roro Kesumaningwati
Jurusan/Program Studi Agroekoteknologi

Pendahuluan

Perencanaan pengembangan sektor pertanian di Kalimantan Timur (Kaltim) memerlukan dukungan salah satu faktor penting yaitu ketersediaan lahan. Sektor pertanian memerlukan syarat lahan yang subur untuk menghasilkan produksi yang optimal. Kalimantan Timur dengan ketersediaan lahan yang semakin terbatas, di mana banyak lahan yang telah mengalami degradasi sehingga memerlukan strategi khusus dalam perencanaan pengembangan pertanian sehingga faktor lahan tidak menjadi penghambat. Alih fungsi lahan yang terjadi pada sebagian besar lahan di Kaltim dibuka untuk kegiatan pertambangan batubara mengakibatkan banyak lahan yang tersisa akibat kegiatan penambangan mengalami penurunan kualitas. Lahan yang telah mengalami penurunan kualitas bisa dikategorikan menjadi lahan marginal masih berpotensi untuk dikembangkan, hanya saja potensi pengembangannya tidak terlepas dari faktor pembatas lahan tersebut. Faktor pembatas untuk pengembangan pertanian pada lahan bekas tambang batubara salah satunya adalah adanya unsur yang meracuni bagi tanaman pertanian yang biasanya termasuk golongan logam berat. Berdasarkan penelitian (G. Qin, *et al.* 2021), kadar logam berat pada lahan pertanian di sekitar pertambangan secara signifikan lebih tinggi dibandingkan lahan pertanian yang tidak berada di sekitar pertambangan.

Logam berat merupakan logam dengan berat atom tinggi dan densitas lebih besar dari 5 g/cm³ (A. Alengebawy, *et al.* 2021). Logam

berat seperti Kadmium (Cd), timbal (Pb), tembaga (Cu), dan seng (Zn) menyebabkan bahaya yang mengkhawatirkan terhadap lingkungan dan kesehatan. Pencemaran logam berat menjadi salah satu masalah pada sektor pertanian. Logam berat yang terakumulasi melebihi ambang batas toleran di dalam tanah akan diserap tanaman, bahaya yang timbul adalah ketika tanaman tersebut menjadi tanaman yang dikonsumsi oleh masyarakat. Logam berat seperti Merkuri (Hg), Kadmium (Cd), Timbal (Pb), Kromium (Cr) dan Arsenik (As) merupakan logam berpengaruh terhadap kondisi biologis, sedangkan logam seperti Seng (Zn), Tembaga (Cu), Nikel (Ni), Stannum (Sn), Vanadium (V), memiliki efek toksik secara biologis (S. Mansoor, *et al.* 2021).

Lahan bekas tambang batubara umumnya mengandung unsur logam seperti Cd, Co, Cu, Cr, As, Mn, Fe, Pb dan Zn yang bersifat racun bagi tanaman (H. Hermansyah, *et al.* 2022). Logam berat pada tanah yang terkontaminasi secara berurutan adalah $Mn > Zn > Cr > Ni > Cu > Pb > Cd$ (D. Huang, *et al.* 2018). Menurut (Zainudin dan Roro Kesumaningwati, 2019), logam berat tahan terhadap penguraian sehingga tidak mudah terurai, oleh karena itu logam berat dapat berpengaruh terhadap lingkungan tanah dan kualitas tanah. Logam berat juga mengganggu aktivitas mikroorganisme, di mana kontaminasi logam berat mempengaruhi struktur dan aktivitas mikroorganisme di dalam tanah. Logam berat juga mempengaruhi keanekaragaman spesies mikroba di dalam tanah, tetapi keberadaan logam berat juga menyebabkan berkembangnya mikroba yang resisten. Ditambahkan oleh (S. Mansoor, *et al.* 2021), logam berat memerlukan perhatian karena sifatnya yang membahayakan dan berpengaruh terhadap produktivitas tanaman. Akumulasi logam berat pada tanaman memberikan dampak negatif yaitu terjadinya penurunan pertumbuhan tanaman.

Logam Berat Esensial, dan Non Esensial

Logam berat dapat diklasifikasikan kedalam dua kelompok yaitu logam berat esensial dan non esensial. Logam berat esensial merupakan logam berat yang dibutuhkan dalam konsentrasi yang cukup rendah, sedangkan logam berat nonesensial merupakan logam berat yang tidak memiliki peran biologis pada organisme hidup. Logam berat esensial contohnya: Mn, Fe, Cu, Zn, dll, yang memiliki peran dalam sistem metabolisme, sedangkan logam berat non esensial contohnya: Cd, Pb, Hg,

dll. Logam berat seperti Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, dan Mo adalah logam berat esensial termasuk unsur hara mikro penting bagi pertumbuhan tanaman. Unsur hara mikro diperlukan untuk pertumbuhan dan ketahanan tanaman terhadap stres serta digunakan untuk biosintesis dan fungsi biomolekul yang berbeda seperti karbohidrat, klorofil, asam nukleat, bahan kimia pertumbuhan, dan metabolit sekunder (H. Ali, *et al.* 2019).

Logam berat esensial seperti Mn dalam tanaman diangkut melalui membran plasma pada daun dan akar sangat berperan dalam mengaktifkan reaksi katalis enzim (fosforilasi, dekarboksilasi, reduksi dan hidrolisis) mengatur berbagai proses biokimia (seperti respirasi, sintesis asam amino, biosintesis lignin, dan kadar hormonal). Unsur seperti Kobalt (Co) pada tanaman berfungsi sebagai kofaktor cobalamin bertindak sebagai koenzim yang terlibat dalam fiksasi N₂ dan pertumbuhan bintil akar. Logam berat esensial seperti Zn dibutuhkan dalam jumlah kecil, akan tetapi jika tanaman mengalami toksisitas Zn maka dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman, selain itu mempengaruhi biomassa tanaman, keseimbangan nutrisi dan mengakibatkan penggelapan akar, penghambatan fotosintesis dan klorosis daun. Konsentrasi kritis Zn dalam tanaman 100-500 mg Zn kg⁻¹ dapat menyebabkan hilangnya 10% dalam hasil produksi tanaman (V. Rana and S. K. Maiti, 2018).

Pengaruh Logam Berat bagi Pertanian

Tanaman pertanian yang tumbuh pada lingkungan yang tidak menguntungkan seperti tanah yang mengandung logam berat dengan kadar melebihi ambang batas cenderung akan menghadapi tekanan pertumbuhan. Cekaman logam berat pada tanaman mengganggu metabolisme tanaman, memberi efek gangguan pertumbuhan, dan mempengaruhi mekanisme seluler pada tanaman (menghambat pertumbuhan akar, mengganggu mekanisme regulasi, menghambat penyerapan nutrisi penting, dan dalam kasus yang parah mengakibatkan kematian sel tumbuhan) (M. Riaz, *et al.* 2020).

Logam berat dalam tanah dengan konsentrasi tinggi dapat menjadi kontaminan. Akumulasi logam berat yang melebihi ambang batas akan menyebabkan ketersediaan unsur hara makro dan pH tanah menurun. Konsentrasi logam berat yang tinggi dalam tanah dapat menyebabkan lahan menjadi miskin unsur hara dan tidak subur (S. A. Shammi, *et al.* 2021). Menurut (M. Uchimiya, *et al.* 2020), tanaman yang menyerap logam berat

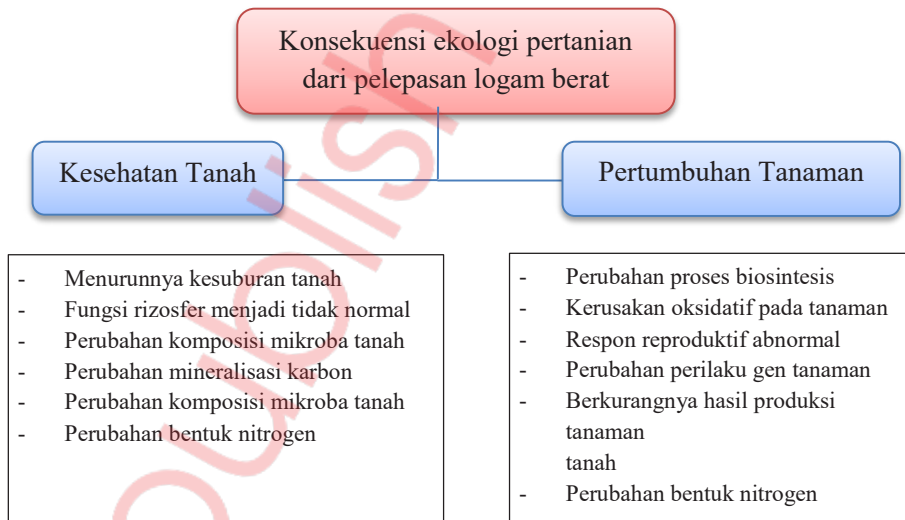
dapat mengalami stres oksidatif. Stres oksidatif disebabkan oleh radikal bebas yang dihasilkan logam berat akan menimbulkan efek kerusakan sel, termasuk peroksidasi lipid, oksidasi protein, inaktivasi enzim, dan DNA. Menurut (A. Rizvi, *et al.* 2020), logam pada konsentrasi yang sangat tinggi merusak tanaman melalui beberapa cara yaitu: mengubah permeabilitas membran, menghambat enzim aktif, menonaktifkan fotosistem, mengganggu metabolisme mineral, menyebabkan gangguan fungsi pigmen dan perubahan aktivitas protein, terjadi kerusakan pada struktur sel pada tanaman (oksidasi protein dan lipid, kerusakan asam nukleat, penghambatan enzim, dan kematian sel. Ditambahkan oleh (G. Qin, *et al.* 2021), logam berat seperti Arsenik (As) akan memberikan efek stres pada bibit tanaman padi sehingga terjadi pengurangan panjang akar, dan panjang tunas. Menurut (O. J. Afonne and E. C. Ifediba, 2020), tanaman padi menyerap arsenik dari tanah, terutama ketika tanah dalam kondisi reduksi, arsenik akan terakumulasi pada tanaman padi dalam bulir dan batang padi.

Logam berat lain seperti Cd mengakibatkan penurunan laju fotosintesis, menghambat sintesis molekul klorofil. Pada tanaman jagung, logam berat Pb mengakibatkan penurunan panjang tunas, Pb dan Cu juga menghambat aktivitas antioksidan, gangguan nutrisi mineral, ketidakseimbangan air dan gangguan fotosintesis (A. Giannakoula, *et al.* 2021). Efek lain dari keberadaan Cd dan Pb pada bibit tanaman padi adalah terjadinya kerusakan bentuk sel penjaga pada stomata daun, selain itu menurut (S. A. Shammi, *et al.* 2021), logam berat lain seperti Cu pada tanaman padi mengakibatkan tanaman padi menunjukkan gejala pertumbuhan yang terhambat, di mana daun berwarna hijau tua seperti kekurangan fosfor. Pengaruh logam berat contohnya pada tanaman padi, yang merupakan tanaman yang sangat rentan terhadap kontaminasi logam berat. Tanaman padi membutuhkan air selama sebagian besar masa pertumbuhannya sehingga mudah menyerap logam berat yang ada di dalam tanah. Konsumsi beras pada manusia mengakibatkan akumulasi Cd tertinggi dalam tubuh manusia (H. Ali, *et al.* 2019). Menurut (A. Giannakoula, *et al.* 2021), logam berat seperti Zn mengakibatkan berkurangnya biomasa tanaman karena tanaman mengalami kekurangan makronutrien seperti fosfor yang digunakan untuk pertumbuhan tanaman.

Pengaruh logam berat Kromium (Cr) terhadap tanaman antara lain menghambat perkecambahan benih, pertumbuhan akar, dan

pertumbuhan batang. Toksisitas kromium mengurangi ketersediaan gula untuk embrio yang sedang berkembang dan pada gilirannya menurunkan aktivitas amilase, sehingga menghambat penebaran benih. Pengaruh Cr terhadap pertumbuhan akar antara lain mempengaruhi jumlah akar sekunder dan perkembangan akar lateral (A. Kurniawan *and* D. Mustikasari, 2019). Pengaruh Cr pada tanaman terjadi akibat peningkatan transpor Cr ke jaringan tunas sehingga mempengaruhi metabolisme sel tunas, hal ini akan mempengaruhi tinggi tanaman.

Penyerapan logam berat oleh tanaman pada tanah yang terkontaminasi tergantung pada beberapa factor, seperti suhu, kadar air, bahan organik, pH, dan ketersediaan hara termasuk spesies tanaman. Kemampuan tanaman menyerap logam berat dapat dilihat pada efisiensi daya serap tanaman. Efisiensi daya serap tanaman ditentukan oleh serapan atau faktor transfer tanah-ke tanaman dari logam (O. J. Afonne *and* E. C. Ifediba, 2020). Faktor pH tanah mempengaruhi konsentrasi logam berat, contohnya pada sayuran dan buah-buahan. Tanaman sayuran dan buah-buahan mengandung logam berat yang kadarnya meningkat secara linier dengan penurunan pH tanah (Y. Yang, *et al.*, 2018).



Gambar 1. Konsekuensi ekologi pada tanah dan tanaman dari pelepasan logam berat

Strategi penanganan logam berat pada tanah bekas tambang batubara:

1. Pemanfaatan pupuk organik

Pupuk organik eco enzyme seperti dijelaskan oleh [6], Eco Enzyme memberikan pengaruh positif di mana tanah bekas tambang yang diinkubasi dengan perlakuan pemberian eco enzyme memiliki kandungan logam berat yang berada pada kisaran batas toleransi. Eco enzyme yang diaplikasi pada tanah bekas tambang batubara dapat menjadi salah satu cara untuk mengurangi pencemaran lingkungan.

Pupuk kandang dan kompos digunakan untuk mengurangi bioavailabilitas logam berat pada tanah terkontaminasi. Contoh: penggunaan kotoran sapi menurunkan Ni dalam tanah karena pembentukan kompleks yang kuat dengan bahan organik. Aplikasi antara 10-20 ton ha⁻¹ pupuk kandang dapat mengurangi konsentrasi Cd dan Pb pada pucuk dan akar bayam duri (*Amaranthus spinosus*) di tanah lempung berpasir. Aplikasi pupuk kandang menurunkan konsentrasi logam Cu, Zn, dan Pb pada jaringan tanaman *Chenopodium album* L. Aplikasi kompos berkaitan erat dengan peningkatan pH tanah, kompleksasi (penggabungan) Cd dengan bahan organik, dan kopresipitasi (pengendapan) dengan kandungan P (C. S. Lwin, *et al.* 2018).

2. Kebijakan Perlindungan Terhadap Kontaminasi Logam Berat

Kontaminasi logam berat terhadap pertanian memerlukan tindakan berupa penegakan hukum terhadap perlindungan lingkungan. Langkah untuk mengurangi kontaminasi logam berat pada sistem tanah-tanaman dilakukan dengan mengidentifikasi dan menghentikan sumber utama kontaminasi. Kegiatan pemantauan sangat penting untuk mendukung keamanan pangan. Wilayah yang terkontaminasi logam berat dipetakan untuk mengidentifikasi dan menilai risiko kesehatan yang dapat ditimbulkan.

3. Revegetasi pada Tanah Bekas Tambang Batubara

Tanah pasca tambang batubara yang telah ditanami oleh vegetasi berupa hutan campuran menghasilkan penurunan kadar logam berat yang cukup besar. Kandungan logam berat utama pada tanah pasca tambang batubara seperti Zn, Cd, Mn, Pb dan Cu menurun secara signifikan, pada tanah pasca tambang batubara dengan vegetasi *Alnus glutinosa* (L. Gaertn)

dan *Betula pendula* (Roth). Kadar logam berat pada tanah menurun 52% untuk Cd ($0,043 \text{ mg.kg}^{-1}$ per tahun), 48% untuk Cu ($2,1 \text{ mg.kg}^{-1}$ per tahun), 47% untuk Zn ($7,3 \text{ mg.kg}^{-1}$ per tahun), 44% untuk Pb. ($7,1 \text{ mg.kg}^{-1}$ per tahun) dan 35% untuk Mn (45 mg.kg^{-1} per tahun) (M. Desai, *et al.* 2018).

4. Penggunaan Si

Pupuk berbasis Si menjadi alternatif pilihan untuk mengurangi fitotoksisitas dan akumulasi logam berat pada tanaman. Beberapa penelitian menjelaskan bahwa penggunaan pupuk berbasis Si dapat mengurangi toksisitas logam berat (J. A. Bhat, *et al.* 2019). Menurut (J. W. Wu, *et al.* 2013), Si mengakibatkan peningkatan antioksidan enzimatik dan non enzimatik yang akan mengurangi kerusakan oksidatif akibat toksisitas logam berat pada tanaman.

5. Pemanfaatan Tanaman Bioenergi

Pemanfaatan lahan tercemar logam berat untuk budi daya tanaman bioenergi dengan potensi fitoremediasi dapat membantu mengurangi kadar logam berat pada tanah tercemar logam berat. Spesies *Miscanthus* dan *Ricinus communis* adalah tanaman bioenergi yang tidak dapat dikonsumsi dengan potensi hiperakumulasi logam yang lebih tinggi (S. P.P and J. T. Puthur, 2021).

6. Fitoremediasi

Fitoremediasi menggunakan tiga strategi utama yaitu fitoekstraksi, fitostabilisasi, dan fitovolatilisasi. Fitoekstraksi merupakan pendekatan yang paling banyak diadopsi di mana terjadi transfer logam dari tanah ke jaringan tanaman. Fitovolatilisasi merupakan penguapan logam berat dari jaringan tanaman ke atmosfer yang dapat terjadi pada logam bersifat mudah menguap (misalnya Hg). Fitostabilisasi merupakan pengendapan logam, kompleksasi atau adsorpsi fisik yang disebabkan oleh tanaman, atau melalui efek imobilisasi yang disebabkan oleh agen stabilisasi (seperti limbah industri, biochar dan mineral) (L. Wang, *et al.* 2021).

Fitoremediasi merupakan metode penyerapan logam berat oleh tanaman hiperakumulator. Efektivitas metode fitoremediasi dalam penyerapan logam berat tergantung jenis tanaman. Menurut (R. Sari, *et al.* 2022), efektivitas fitoremediasi logam berat esensial seperti Fe memiliki kadar efisiensi serapan Fe sebesar 82,34%. Ditambahkan oleh (F. M.

Nurindriana and K. S. Wicaksono, 2022), metode fitoremediasi logam berat Pb menggunakan tanaman bunga matahari pada lahan bekas tambang batubara memiliki kadar efisiensi sebesar 45,74-67,17%. Tanaman sawi yang digunakan sebagai tanaman pertanian setelah pelaksanaan fitoremediasi memperlihatkan pertumbuhan dan hasil yang lebih baik dibandingkan pada tanah yang tidak dilakukan proses fitoremediasi.

Fitoremediasi dengan tanaman bunga matahari mampu menunjukkan hasil efisiensi fitoremediasi yang dilakukan sebanyak 45,74-67,17%, sehingga cukup efisien sebagai upaya fitoremediasi. Perlakuan yang dilakukan dengan penambahan biochar dan kompos BSF (*black soldier fly*) mampu menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol, sehingga mampu memaksimalkan upaya fitoremediasi. Perlakuan yang terbaik dalam efisiensi fitoremediasi merupakan perlakuan dengan kombinasi dosis biochar dan kompos BSF (black soldier fly) dengan komposisi tanah tercemar: biochar: kompos (70%: 10%: 20). Tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) sebagai tanaman yang ditanam setelah pelaksanaan fitoremediasi. Tanaman sawi yang ditanam pada media yang telah mengalami proses fitoremediasi menunjukkan nilai pertumbuhan dan hasil massa yang lebih baik dibandingkan pada tanah yang tidak dilakukan proses fitoremediasi terlebih dahulu.

7. Pencucian Tanah

Pencucian tanah merupakan salah satu strategi untuk mengurangi konsentrasi kontaminan. Pencucian tanah bertujuan mengembalikan tanah ke bawah ambang batas standar lingkungan yang diatur terhadap kontaminan. Biasanya, tanah harus disaring terlebih dahulu untuk menghilangkan partikel kasar yang kurang terkontaminasi. Bahan halus yang tersisa perlu dicampur dengan larutan pencuci untuk mengekstrak logam beracun. Proses ini khusus untuk logam, dan larutan pencuci yang ideal harus mampu meningkatkan mobilitas logam sambil mempertahankan sifat fisikokimia tanah (untuk tujuan penggunaan kembali), oleh karena itu, pencucian tanah dapat dianggap sebagai strategi pemulihan sumber daya dengan tujuan penggunaan kembali tanah.

Agen pencuci pada pencucian tanah merupakan factor penting yang perlu diperhatikan. Bahan pencuci yang berbeda memiliki karakteristik dan mekanisme remediasi yang berbeda dan akan mempengaruhi kinerja pencucian tanah. Biosurfaktan dan surfaktan alami, seperti: zat humat dan

siklodekstrin paling banyak digunakan sebagai agen pencuci utama tanah (J. Liu, *et al.* 2022). Agen pencuci tanah terdiri dari:

- a. Penggunaan agen anorganik memiliki keuntungan yaitu berbiaya rendah, efektif, dan memiliki kecepatan reaksi yang cepat.
- b. Agen pencucian tanah berupa asam dan basa anorganik yang paling umum adalah asam anorganik (yaitu, HCl, H₂SO₄, H₃PO₄). Contoh pada pencucian logam berat As pada tanah, di mana tingkat kehilangan As mencapai 95% ketika NaOH digunakan sebagai lindi.
- c. Agen garam anorganik contohnya adalah CaCl₂, NaCl, dan FeCl₃. Agen garam anorganik seperti FeCl₃ menghilangkan 66% Cd dari tanah sawah yang tercemar Cd, garam anorganik Fe(NO₃)₃ menghilangkan > 96% ketika digunakan untuk mencuci mineral yang terkontaminasi Pb.
- d. Agen khelat organik dapat membentuk kompleks logam yang stabil yang mendorong desorpsi logam berat. Keuntungan menggunakan agen khelat adalah berkurangnya kerusakan struktur tanah.
- e. Agen pengkhat sintesis. Ion logam berat pada permukaan partikel tanah atau koloid tanah didesorpsi oleh zat pengkhat, yang kemudian bergabung dengan ion logam berat untuk membentuk chelating yang kuat kompleks. Akibatnya, logam berat dapat dipisahkan dari tanah yang terkontaminasi.
- f. Asam organik dengan berat molekul rendah. Asam asetat, oksalat, sitrat, dan asam tartarat adalah bahan pencuci dengan kemampuan terdegradasi yang tinggi. Mekanismenya terdiri dari: pembentukan kompleks bermuatan positif dengan logam berat, pembentukan kompleks antara gugus fungsi asam organik dan logam berat setelah teradsorpsi ke permukaan tanah, dan pembentukan kompleks yang sangat larut terkoordinasi dengan logam berat.
- g. Detoksifikasi logam berbasis mikroba

Mikroba tanah yang termasuk dalam kelompok *Plant Growth Promoting Rhizobakteri* (PGPR) adalah sejenis bakteri yang hidup di sekitar perakaran tanaman yang toleran terhadap logam merupakan mikroorganisme yang paling sesuai untuk mengurangi toksisitas logam. Mekanisme detoksifikasi logam berbasis mikroba terdiri dari: biosorpsi, presipitasi ekstraseluler, konversi ion logam beracun menjadi bentuk yang kurang beracun dan membuang logam ke lingkungan luar. Mikroba meningkatkan bioavailabilitas logam dari tanah melalui khelasi,

pengasaman, dan presipitasi. Misalnya: asam organik yang dilepaskan oleh mikroba dan akar tanaman menurunkan pH tanah dan membantu penyerapan ion logam (A. Rizvi, *et al.* 2020).

Kesimpulan

Logam berat terdiri dari logam berat esensial yang masih diperlukan oleh tanaman dalam kadar tertentu, dan logam berat non esensial yang tidak diperlukan tanaman, bahkan keberadaannya cenderung merugikan karena mempengaruhi fisiologis tanaman. Strategi penanganan logam berat pada lahan bekas tambang batubara sangat diperlukan dalam rangka alih fungsi lahan bekas tambang menjadi lahan pertanian. Berbagai strategi penanganan logam berat pada lahan bekas tambang dapat dipilih berdasarkan keefektivannya dalam mengurangi kadar logam berat serta kemudahan dalam pelaksanaan serta biaya yang diperlukan.

Daftar Pustaka

- A. Giannakoula, I. Therios, And C. Chatzissavvidis, "Effect Of Lead And Copper On Photosynthetic Apparatus In Citrus (*Citrus Aurantium* L.) Plants. The Role Of Antioxidants In Oxidative Damage As A Response To Heavy Metal Stress," *Plants*, Vol. 10, No. 1, Pp. 1–14, 2021, Doi: 10.3390/Plants10010155.
- A. Kurniawan And D. Mustikasari, "Review: Mekanisme Akumulasi Logam Berat Di Ekosistem Pascatambang Timah," *J. Ilmu Lingkung.*, Vol. 17, No. 3, P. 408, 2019, Doi: 10.14710/Jil.17.3.408-415.
- A. Alengebawy, S. T. Abdelkhalek, S. R. Qureshi, And M. Q. Wang, "Heavy Metals And Pesticides Toxicity In Agricultural Soil And Plants: Ecological Risks And Human Health Implications," *Toxics*, Vol. 9, No. 3, Pp. 1–34, 2021, Doi: 10.3390/Toxics9030042.
- A. Rizvi, A. Zaidi, F. Ameen, B. Ahmed, M. D. F. Alkahtani, And M. S. Khan, "Heavy Metal Induced Stress On Wheat: Phytotoxicity And Microbiological Management," *Rsc Adv.*, Vol. 10, No. 63, Pp. 38379–38403, 2020, Doi: 10.1039/D0ra05610c.
- C. S. Lwin, B. H. Seo, H. U. Kim, G. Owens, And K. R. Kim, "Application Of Soil Amendments To Contaminated Soils For Heavy Metal Immobilization And Improved Soil Quality—A Critical Review," *Soil Sci. Plant Nutr.*, Vol. 64, No. 2, Pp. 156–167, 2018, Doi: 10.1080/00380768.2018.1440938.

- D. Huang, H. Gui, M. Linc, And W. Peng, "Chemical Speciation Distribution Characteristics And Ecological Risk Assessment Of Heavy Metals In Soil From Sunan Mining Area, Anhui Province, China," *Hum. Ecol. Risk Assess.*, Vol. 24, No. 6, Pp. 1694–1709, 2018, Doi: 10.1080/10807039.2017.1422973.
- F. M. Nurindriana And K. S. Wicaksono, "Tanaman Sawi Utilization Of Biochar And Black Soldier Fly Compost In Phytoremediation Of Lead Contaminated Soil And Their Effect On Growth And Yield Of Mustard," Vol. 9, No. 2, Pp. 297–309, 2022, Doi: 10.21776/Ub.Jtsl.2022.009.2.10.
- G. Qin, Z. Niu, J. Yu, Z. Li, J. Ma, And P. Xiang, "Soil Heavy Metal Pollution And Food Safety In China: Effects, Sources And Removing Technology," *Chemosphere*, Vol. 267, P. 129205, 2021, Doi: 10.1016/J.Chemosphere.2020.129205.
- H. Ali, E. Khan, And I. Ilahi, "Environmental Chemistry And Ecotoxicology Of Hazardous Heavy Metals: Environmental Persistence, Toxicity, And Bioaccumulation," *J. Chem.*, Vol. 2019, No. Cd, 2019, Doi: 10.1155/2019/6730305.
- H. Hermansyah, Y. Lulu, I. Eddy, And M. Marsi, "Analysis On The Characteristics Of Ex-Mining Soil After 5 Years And 10 Years Of Revegetation," *Media Konserv.*, Vol. 26, No. 3, Pp. 239–247, 2022, Doi: 10.29244/Medkon.26.3.239-247.
- J. A. Bhat *Et Al.*, "Role Of Silicon In Mitigation Of Heavy Metal Stresses In Crop Plants," *Plants*, Vol. 8, No. 3, Pp. 1–20, 2019, Doi: 10.3390/Plants8030071.
- J. Liu *Et Al.*, "A Critical Review On Soil Washing During Soil Remediation For Heavy Metals And Organic Pollutants," *Int. J. Environ. Sci. Technol.*, Vol. 19, No. 1, Pp. 601–624, 2022, Doi: 10.1007/S13762-021-03144-1.
- J. W. Wu, Y. Shi, Y. X. Zhu, Y. C. Wang, And H. J. Gong, "Mechanisms Of Enhanced Heavy Metal Tolerance In Plants By Silicon: A Review," *Pedosphere*, Vol. 23, No. 6, Pp. 815–825, 2013, Doi: 10.1016/S1002-0160(13)60073-9.
- L. Wang, J. Rinklebe, F. M. G. Tack, And D. Hou, "A Review Of Green Remediation Strategies For Heavy Metal Contaminated Soil," *Soil Use Manag.*, Vol. 37, No. 4, Pp. 936–963, 2021, Doi: 10.1111/Sum.12717.

- M. Desai, M. Haigh, And H. Walkington, "Phytoremediation: Metal Decontamination Of Soils After The Sequential Forestation Of Former Opencast Coal Land," *Sci. Total Environ.*, Vol. 656, Pp. 670–680, 2019, Doi: 10.1016/J.Scitotenv.2018.11.327.
- M. Riaz *Et Al.*, "Arbuscular Mycorrhizal Fungi-Induced Mitigation Of Heavy Metal Phytotoxicity In Metal Contaminated Soils: A Critical Review," *J. Hazard. Mater.*, Vol. 402, No. September 2020, P. 123919, 2021, Doi: 10.1016/J.Jhazmat.2020.123919.
- M. Shahid *Et Al.*, "Chromium Speciation, Bioavailability, Uptake, Toxicity And Detoxification In Soil-Plant System: A Review," *Chemosphere*, Vol. 178, Pp. 513–533, 2017, Doi: 10.1016/J.Chemosphere.2017.03.074.
- M. Uchimiya, D. Bannon, H. Nakanishi, M. B. McBride, M. A. Williams, And T. Yoshihara, "Chemical Speciation, Plant Uptake, And Toxicity Of Heavy Metals In Agricultural Soils," *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 68, No. 46, Pp. 12856–12869, 2020, Doi: 10.1021/Acs.Jafc.0c00183.
- O. J. Afonne And E. C. Ifediba, "Heavy Metals Risks In Plant Foods-Need To Step Up Precautionary Measures," *Curr. Opin. Toxicol.*, Vol. 22, Pp. 1–6, 2020, Doi: 10.1016/J.Cotox.2019.12.006.
- R. Sari, N. P. Palupi, R. Kesumaningwati, And R. Jannah, "Penyerapan Logam Berat Besi (Fe) dengan Metode Fitoremediasi Pada Tanah Sawah Menggunakan Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica*) Absorption Of Heavy Metal Iron (Fe) By Phytoremediation Method In Rice Fields Using Water Kangkung Plants (*Ipomoea Aqu*," Vol. 5, No. November 2021, Pp. 9–19, 2022.
- S. A. Shammi, A. Salam, And M. A. H. Khan, "Assessment Of Heavy Metal Pollution In The Agricultural Soils, Plants, And In The Atmospheric Particulate Matter Of A Suburban Industrial Region In Dhaka, Bangladesh," *Environ. Monit. Assess.*, Vol. 193, No. 2, 2021, Doi: 10.1007/S10661-021-08848-Y.
- S. Mansoor *Et Al.*, "Biochar As A Tool For Effective Management Of Drought And Heavy Metal Toxicity," *Chemosphere*, Vol. 271, P. 129458, 2021, Doi: 10.1016/J.Chemosphere.2020.129458.
- S. P.P And J. T. Puthur, "Heavy Metal Phytoremediation By Bioenergy Plants And Associated Tolerance Mechanisms," *Soil Sediment Contam.*, Vol. 30, No. 3, Pp. 253–274, 2021, Doi: 10.1080/15320383.2020.1849017.

- V. Rana And S. K. Maiti, "Differential Distribution Of Metals In Tree Tissues Growing On Reclaimed Coal Mine Overburden Dumps, Jharia Coal Field (India)," *Environ. Sci. Pollut. Res.*, Vol. 25, No. 10, Pp. 9745–9758, 2018, Doi: 10.1007/S11356-018-1254-5.
- Y. Yang, A. C. Chang, M. Wang, W. Chen, And C. Peng, "Assessing Cadmium Exposure Risks Of Vegetables With Plant Uptake Factor And Soil Property," *Environ. Pollut.*, Vol. 238, Pp. 263–269, 2018, Doi: 10.1016/J.Envpol.2018.02.059.
- Zainudin Dan Roro Kesumaningwati, "Pengaruh Eco Enzyme Terhadap Kandungan Logam Berat Lahan Bekas Tambang Batubara," *Ziraa'ah*, Vol. 47, No. 2, Pp. 154–161, 2019.

AREN, BAMBU DAN ROTAN SEBAGAI TANAMAN SISIPAN LAHAN REKLAMASI TAMBANG BATUBARA UNTUK KESATUAN PRODUKSI GULA MERAH DAN KOLANG KALING

Surya Darma

Jurusan/Program Studi Agroekoteknologi

Pendahuluan

Kegiatan pertambangan batubara sistem terbuka berlangsung masif sejak tahun 2004 yang dilandasi oleh semangat otonomi daerah di mana kepala daerah (Gubernur, Bupati/Walikota) dapat mengeluarkan izin untuk itu sesuai kewenangannya (Undang-Undang No.32 Tahun 2004). Berdasarkan lokasinya hampir semua ruang di atas daratan yang mengandung batubara dapat ditambang untuk mengambil batubara yang terkandung di dalamnya. Pemberian izin untuk kegiatan pertambangan batubara yang luas mencapai ratusan ribuan hektare jelas mengurangi area untuk kegiatan budi daya karena ruang yang digunakan sama, yaitu daratan yang jumlah totalnya tetap.

Setelah hampir dua dekade kegiatan pertambangan batubara sistem terbuka dilakukan, kita dengan mudah menyaksikan atau melihat sendiri bekas lahan penambangan batubara yaitu berubahnya bentuk lahan, tanah terbuka atau terbongkar dan lubang bekas tambang serta hamparan tanaman cepat tumbuh penutup tanah (LCC) dan jenis pohon seperti sengon, trembesi dan johar yang ditanami di lahan pasca tambang sebagai tindakan revegetasi untuk reklamasi lahan. Beberapa lubang bekas tambang yang memenuhi persyaratan dimanfaatkan untuk budi daya ikan dan ada airnya digunakan untuk sumber air baku rumah tangga.

Lahan reklamasi jumlahnya cukup luas mencapai ribuan hektare, untuk jangka panjang sebagian diantaranya dapat dimanfaatkan untuk kegiatan budi daya untuk pemberdayaan masyarakat, khususnya masyarakat lokal sekitar lahan reklamasi tersebut.

Sekilas Gambaran Kegiatan Proses Pertambangan Batubara

Lahan reklamasi berbeda dari asalnya dilihat dari sisi bentuk lahan, vegetasi asal, hidrologi, iklim mikro, sifat fisik, sifat kimia dan biologi tanah. Perubahan itu karena dalam proses penambangan batubara sistem terbuka semua yang ada di permukaan tanah akan dibongkar hingga mencapai lapisan batubara. Diawali dengan penebangan dan pembersihan vegetasi, pengambilan dan pemindahan tanah pucuk, dilanjutkan dengan membongkar dan memindahkan lapisan penutup yang terpisah dengan tanah pucuk. Jika ditemukan lapisan penutup yang berpotensi asam atau PAF (*Potensial Acid Forming*) biasanya tanah berwarna hitam dengan kandungan firit tinggi dipindahkan dan ditumpuk ditempat terpisah dengan perlakuan khusus agar potensi keasamannya tidak menjadi ancaman. Setelah mencapai lapisan batubara (*sim*), kegiatan intinya adalah mengambil batubaranya. Biasanya lapisan batubara terdiri atas beberapa lapisan dengan kualitas yang lebih baik berada pada lapisan lebih dalam. Jika secara perhitungan masih menguntungkan, maka penambangan dilanjutkan ke lapisan batubara di bawahnya. Pembongkaran lapisan penutup dilanjutkan dan memindahkannya ke lokasi penumpukan.

Setelah pengambilan batubara, maka lubang bekas penambangan diisi kembali dengan lapisan penutup. Lapisan penutup yang berpotensi asam pertama kali diambil untuk menimbun dasar lubang kemudian dilapisi dengan tanah tekstur liat dengan ketebalan 20-40cm untuk memastikan bahwa potensi keasamannya terjaga. Pengisian lubang tambang berikutnya menggunakan lapisan penutup yang ditumpuk sebelumnya. Proses pengisian lubang adalah bagian dari penataan lahan meliputi bentuk lahan, lereng permukaan, beda tinggi antara permukaan tanah dan saluran drainase air permukaan. Tahap akhir kegiatan penataan lahan adalah menaburkan kembali tanah pucuk menjadi lapisan permukaan sebagai media revegetasi. Jika volume batubara yang diambil jumlahnya besar, maka volume lapisan penutup tidak mencukupi untuk menutup lubang bekas penambangan sehingga sebagian bekas lubang dibiarkan yang menjadi void. Dalam kegiatan pertambangan batubara

void sudah direncanakan di awal baik jumlah maupun volumenya serta teknis dan pengelolaannya sehingga aman.

Karakteristik Tanah Reklamasi

1. Sifat Fisika

Lahan reklamasi berbeda dari asalnya dilihat dari sisi bentuk lahan, vegetasi asal, hidrologi, iklim mikro, sifat fisik, sifat kimia dan biologi tanah. Perubahan itu karena dalam proses penambangan batubara sistem terbuka semua yang ada di permukaan tanah akan dibongkar hingga mencapai lapisan batubara. Sifat fisik tanah yang kentara berubah adalah porositas tanah karena tanah alami dibongkar secara keseluruhan pada area penambangan hingga kedalaman lapisan batubara. Secara alami porositas tanah permukaan adalah yang terbesar karena sebagai area perkembangan akar vegetasi dan kehidupan mikroorganisme tanah. Porositas tanah merupakan manifestasi yang menggambarkan struktur tanah yang terkait dengan aerasi tanah dan air tanah serta tingkat hambatan terhadap akar, umbi, tunas dalam tanah dan kemudahan pengolahan tanah. Struktur tanah pada tanah reklamasi sebagian masih mengikuti struktur asalnya yang berasal dari lapisan permukaan hingga kedalaman 40-60cm. Proses pertama yaitu pengambilan, pemindahan, penumpukan, penataan dan pengelolaan tanah pucuk. Proses kedua ketika tanah pucuk akan digunakan kembali sebagai lapisan penutup permukaan yaitu pembongkaran, pengangkutan dan penaburan kembali. Semua tahapan proses menggunakan alat-alat berat seperti traktor, buldozer, beco, truk pengangkut dan lainnya menyebabkan sebagian struktur tanah asli rusak karena pemadatan. Kegiatan pembongkaran tanah pucuk, pengangkutan, penumpukan, berulang kembali untuk ditaburkan sebagai tanah lapisan atas untuk revegetasi, terjadi pencampuran lapisan-lapisan tanah asli dan struktur tanah awal dalam lapisan tanah pucuk. Struktur tanah baru lapisan atas sebagian rusak dan terjadi pemadatan karena tekanan beban alat-alat berat yang beroperasi dalam proses penaburan kembali tanah pucuk. Dampak pemadatan yang utama pada awal setelah penataan lahan dan penaburan tanah pucuk adalah terhadap berat jenis tanah semakin bertambah (g.cm^{-3}) sehingga porsi pori-pori tanah berkurang dan ketersediaan air juga berkurang, pengolahan tanah berlubang dan membuat larikan untuk revegetasi menjadi lebih berat. Aerasi tanah, infiltrasi air hujan berkurang sehingga aliran permukaan (*run-off*) menjadi

maksimal. Dampak utama yang ditimbulkan erosi permukaan besar hingga sangat besar. Semula diawali terjadi erosi lembar, tetapi jika tidak cepat dilakukan revegetasi dengan LCC maka mulai terbentuk erosi alur yang berkembang menjadi erosi parit. Berdasarkan pengamatan sejalan dengan bertambahnya waktu dan pengaruh revegetasi maka tingkat pemadatan tanah mulai berkurang. Berat jenis tanah disingkat BD (*Bulk Density*) berkurang, pori-pori tanah bertambah dan daya simpan air tanah tersedia untuk tumbuhan meningkat. Jika tanaman revegetasi tumbuh dan berkembang baik, aliran permukaan menurun maka erosi dan sedimentasi juga berkurang.

Lahan kegiatan pertambangan batubara yang telah selesai ditambang harus dilakukan penataan lahan dan lapisan akhir bagian atas adalah tanah pucuk yang ditaburkan untuk media revegetasi. Berdasarkan atas analisis terhadap tanah tidak terganggu (alami) sebagai pembanding dan tanah terganggu pada area reklamasi tampak jelas pengaruh pemadatan alat-alat berat saat proses akhir penataan lahan yaitu penaburan tanah pucuk sebagai media revegetasi terhadap komponen sifat fisika tanah. Pengaruh tersebut juga dipengaruhi oleh waktu dan vegetasi yaitu tanaman revegetasi dan vegetasi alami yang tumbuh. Pada area yang telah selesai dilakukan penaburan tanah dan belum direvegetasi memiliki nilai BD (g.cm^{-3}) terbesar, yaitu 1,48. Setelah direvegetasi dan bertambahnya waktu, vegetasi alami mulai tumbuh, tampak interaksi antara tanaman revegetasi dan vegetasi alami terutama perakaran yang makin berkembang sejalan dengan bertambahnya waktu. Perakaran yang tumbuh menekan tanah sekelilingnya dan maju terus menembus tanah. Tekanan perakaran menyebabkan retakan-retakan tanah sehingga menambah ruang pori, gabungan penambahan pori-pori tanah dan perakaran yang terdapat dalam satuan volume tanah menurunkan BD tanah. Pengaruh revegetasi, vegetasi alami dan bertambahnya waktu terlihat BD tanah awal sebesar $1,48 \text{ g.cm}^{-3}$ berkurang menjadi $1,37 \text{ g.cm}^{-3}$ dan $1,32 \text{ g.cm}^{-3}$ pada umur tanaman revegetasi 3 dan 5 tahun serta vegetasi alami yang tumbuh semakin berkembang dan jenis juga bertambah. Secara rerata pada tanah reklamasi 0-5 tahun BD $1,39 \text{ g.cm}^{-3}$, sedangkan pada tanah alami hanya $1,20 \text{ g.cm}^{-3}$. Perbedaan BD tanah pada kelas tekstur yang sama yaitu agak halus (ah) memberikan gambaran tentang sebaran pori-pori tanah dan daya simpan air tanah. Nilai BD tanah yang lebih besar dengan total pori lebih kecil, berarti ruang yang ditempati partikel padatan tanah lebih

besar, tetapi sebaliknya bila nilai BD tanah yang lebih kecil dengan total pori lebih besar, maka ruang yang ditempati partikel padatan tanah lebih kecil.

Tampak bahwa ruang pori total (%) berbanding terbalik dengan nilai BD tanah, pada tanah yang baru selesai penaburan tanah pucuk yang belum direvegetasi, tanah reklamasi dengan revegetasi umur 3 dan 5 tahun total ruang pori makin bertambah besar yaitu 42,64%, 46,90% dan 48,73% dengan rerata 46,09% dan rerata BD 1,39 g.cm⁻³. Tanah alami dengan BD paling rendah 1,20 g.cm⁻³ total ruang pori paling besar yaitu 53,43%. Total ruang pori terdiri atas pori-pori berukuran halus dan berukuran kasar yang memberikan gambaran kemampuan tanah untuk menyimpan air yang dapat disediakan atau diserap oleh akar tumbuhan dan infiltrasi air hujan ke dalam tanah serta aerasi tanah. Pori kasar berperan dalam aerasi tanah dan infiltrasi air hujan ke dalam tanah, sedangkan pori halus menyimpan sebagian air yang masuk melalui infiltrasi yang berguna untuk tumbuhan. Sama halnya dengan total ruang pori, kandungan pori kasar dan pori halus juga berbanding terbalik dengan nilai BD tanah. Bertambahnya waktu dan umur tumbuhan berbanding lurus dengan makin bertambahnya jumlah pori kasar dan pori halus hingga maksimum, artinya kapasitas infiltrasi air hujan makin bertambah besar sehingga mengurangi aliran permukaan beberapa waktu awal turunnya hujan hingga kapasitas infiltrasi berkurang dan akhirnya jenuh maka aliran permukaan mulai meningkat yang sebanding dengan intensitas curah hujan. Erosi mulai terjadi terhadap tanah yang terdispersi, besarnya erosi ditentukan oleh lama dan intensitas hujan yang berlangsung. Berdasarkan Tabel 1, bahwa sebaran pori halus jumlahnya sedikit lebih besar terhadap pori kasar yang terkait erat dengan kelas tekstur tanah. Hasil tersebut berasal dari beberapa data dengan kelas tekstur yang seragam yaitu agak halus (ah). Pori halus berguna sebagai penahan dan penyimpan air tanah yang berguna untuk tumbuhan. Tampak bahwa makin lama umur reklamasi air tanah yang disimpan makin besar, rerata umur 0-5 tahun 27,71% berat (Wt) atau 38,52% volume (Vol) tetapi tanah alami lebih besar yaitu 32,94% (Wt) atau 39,53% (Vol). Persyaratan tanah reklamasi lahan untuk tanah pucuk kandungan fraksi pasir <70% (Permenhut No:P.4/Menhut-II/2011), tekstur tanah dengan kandungan pasir ≥ 70% termasuk dalam kelas kasar (k) dan agak kasar (ak) dihindari, karena daya simpan air yang rendah.

Perubahan sifat fisika tanah berdasarkan data hasil analisis laboratorium terhadap sampel tanah terganggu (reklamasi) yang belum ditanami dan telah ditanami (revegetasi) dan tanah tidak terganggu (alami) kedalaman 0-30 cm disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Pengaruh umur revegetasi reklamasi terhadap sifat fisika tanah bekas kegiatan pertambangan batubara dan tanah alami.

Tanah	Revegetasi	Umur (th)	BD (g.cm ³)	Sebaran Pori (%)			Air Maksimum (%)	
				Total	Halus	Kasar	Wt.	Vol.
Reklamasi	Belum	0	1.48	42.64	21.44	21.20	25.77	38.14
Reklamasi	Sudah	3	1.37	46.90	23.50	23.40	26.99	36.98
Reklamasi	Sudah	5	1.32	48.73	27.84	20.89	30.36	40.08
Rerata	-	-	1.39	46.09	24.26	21.83	27.71	38.52
Alami	-	-	1.20	53.43	29.18	24.25	32.94	39.53

2. Sifat Kimia

Kegiatan penambangan batubara sistem terbuka mempengaruhi sifat-sifat kimia tanah. Lahan yang telah ditata dan dilanjutkan penaburan tanah pucuk sebagai lapisan permukaan untuk media revegetasi untuk selanjutnya dilakukan revegetasi. Lapisan media revegetasi adalah bagian yang sangat penting menentukan keberhasilan tanaman revegetasi dan vegetasi alami yang tumbuh tanpa campur tangan manusia. Tanaman revegetasi awal yang dipilih adalah jenis cepat tumbuh untuk penutup tanah (LCC) atau kacang agar permukaan tanah yang terbuka secepatnya makin berkurang untuk mengurangi erosi oleh air hujan, mengurangi panas matahari dan debu. Jenis kacang yang umum ditanam *Mucuna bracteata* (MB), *Colopogonium mucunoides* (CM) dan *Pueraris javanica* (PJ). Tanaman kacang yang telah tumbuh baik usia sekitar 4-6 bulan berpengaruh langsung meningkatkan kelembapan dan aerasi tanah, menambah hara N (Nitrogen) melalui bintil-bintil akar dan seresah daun-daun tua yang mulai terdekomposisi sebagai bahan awal penghasil bahan organik tanah. Pada saat yang bersamaan dengan penanaman kacang ditanam tanaman utama jenis pohon cepat tumbuh (*fast growing*) seperti sengon (*Paraserianthus falcataria*), trembesi (*Samanea saman*), johar (*Cassia siamea*), gmelina (*Gmelina arborea*) dan Jabon (*Anthocephalus chinensis*). Tanaman pohon revegetasi umur sekitar 2 tahun telah tumbuh

baik sehingga menghasilkan seresah cukup banyak untuk mempercepat penambahan organik tanah, makin bertambah dengan bertambahnya umur tanaman. Berkembangnya tanaman revegetasi diikuti dengan tumbuhnya vegetasi alami yang beragam, diikuti pula dengan kehadiran berbagai jenis binatang karena adanya makanan berbentuk buah, daun dan bunga, demikian pula dengan kehidupan organisme tanah yang sekilas tidak tampak mata. Kehidupan itu berkembang karena adanya makanan dan lingkungan yang mendukung. Bahan dari tumbuhan dan kotoran binatang yang jatuh ke tanah sebagai makanan utama mahluk tanah. Kegiatan jasad hidup tanah berpengaruh terhadap perbaikan sifat fisika dan sifat kimia tanah.

Tanah yang telah ditaburi dengan tanah pucuk tetapi belum direvegetasi perlu pengambilan sampel tanah untuk dianalisis sifat kimia, merupakan bagian yang penting untuk diketahui. Dengan data tersebut apakah pengelolaan tanah perlu dilakukan seperti keasaman yang tinggi (pH sangat masam) dengan pemberian pengapuran sebelum penanaman. Berdasarkan data hasil analisis terhadap tanah pucuk yang telah ditaburkan sebagai media revegetasi, tetapi belum direvegetasi terhadap sifat kimia dengan parameter kunci yaitu keasaman atau pH H₂O atau pH aktual, Kapasitas Tukar Kation (KTK), Kejenuhan Basa (KB), P₂O₅, K₂O dan C-organik. Hasilnya secara keseluruhan parameter sifat kimia yang paling rendah secara kuantitatif dibanding terhadap tanah reklamasi dengan umur revegetasi 3, 5 dan 10 tahun dan terhadap rona awal sebelum penambangan batubara. Tampak bahwa revegetasi dan waktu yang makin lama berpengaruh positif secara kuantitatif terhadap semua parameter kunci tersebut. Tahap awal umur revegetasi hingga 3 tahun vegetasi utama yang tumbuh adalah yang ditanam dan dirawat dengan baik. Pada umur masuk tahun ke-3 vegetasi alami mulai tumbuh dengan beberapa jenis. Bertambahnya waktu hingga tahun ke-5 vegetasi alami tumbuh mulai besar dan jenisnya bertambah. Meningkatnya keragaman dan kepadatan berpengaruh langsung terhadap peningkatan seresah di permukaan tanah. Kehidupan biologi tanah makin aktif mendekomposisi seresah menjadi bahan organik, sebagian sekresi organik dicampurkan langsung dengan tanah oleh binatang tanah seperti cacing tanah. Sifat kimia tanah semakin baik, makin mendekati rona awal. Setelah 10 tahun revegetasi secara kuantitatif sifat kimia tanah pulih seperti rona awal, hanya C-organik nilainya sedikit rendah sedangkan parameter lainnya melampaui rona

awal. Berikut data hasil analisis sifat kimia tanah terhadap parameter kunci kesuburan tanah pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh waktu reklamasi lahan terhadap sifat kimia tanah.

No	Sifat Kimia	Rona Awal (Alami)	Reklamasi (th)			
			0	3	5	10
1	pH (H ₂ O)	4.75	4.55	4.71	4.87	4.76
2	KTK (me/100g)	10.31	7.50	7.69	7.57	11.74
3	KB (%)	23.97	22.98	38.23	44.42	41.27
4	P ₂ O ₅ (ppm) tersedia	2.11	0.59	1.61	1.20	6.56
5	K ₂ O (ppm) tersedia	47.85	28.40	46.07	34.22	62.66
6	C-org (%)	1.99	0.66	0.81	0.79	1.41

Pengembangan Tanaman Budi daya di Lahan Reklamasi

Lahan reklamasi yang telah berumur 3 tahun mulai dapat digunakan untuk tanaman budi daya dengan sistem penyisipan diantara tanaman revegetasi. Pemilihan jenis tanaman budi daya dengan syarat utama daya adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan di area reklamasi yang sudah ada maupun yang direncanakan seperti curah hujan, suhu, kelembapan, ketinggian tempat dan sifat fisik-kimia tanah serta memiliki sistem perakaran yang kuat untuk menahan pergerakan dan kelongsoran tanah. Jenis tanaman yang telah tumbuh dan berkembang baik di sekitarnya atau secara agroekologis telah cocok diutamakan untuk dipilih sebagai tanaman sisipan yang akan ditanam dalam area reklamasi. Syarat lain yang lebih utama memiliki nilai manfaat yang lebih luas yaitu memiliki nilai ekonomi tinggi, untuk mengolah hasilnya dengan teknologi yang murah dan mudah dan telah dikuasai oleh penduduk pedesaan, keterkaitan antar tanaman sisipan dan dengan tanaman utama revegetasi. Dengan konsep tersebut maka dalam satu satuan luas area reklamasi, tanaman revegetasi yang sudah ada atau yang akan ditanami harus memperhatikan jenis tanaman, sistem tanam dan populasi tanaman sebagai dasar pertimbangan untuk menyisipkan tanaman sisipan (budi daya) sedemikian rupa hingga kebutuhan bahan dan energi yang diperlukan untuk pengolahan hasil menjadi produk tercukupi yang diambil dari tanaman tersebut (sisipan dan revegetasi). Dengan sistem ini membuka lapangan kerja berkelanjutan, meningkatkan pendapatan penduduk sekitar, menjaga lingkungan menuju

yang lebih baik. Dengan kriteria itu jenis tanaman yang tepat dan cocok untuk dikembangkan dalam area reklamasi lahan batubara yang utama adalah Aren, tanaman pelengkap yaitu Bambu dan Rotan. Rotan Segajahap dan Rotan Pulut sebagai pendukung kegiatan pemanfaatan bunga dan buah aren. Aren yang ditanam sebaiknya dipilih jenis unggul yaitu cepat berbunga, tidak terlalu tinggi serta menghasilkan nira yang relatif banyak. Populasi tanaman aren, bambu dan rotan untuk 1 ha aren antara 6-8 pohon, bambu dan rotan masing-masing 4-6 rumpun, dengan pertimbangan kayu bakar dari pohon revegetasi tercukupi untuk merebus nira menjadi gula sebagai produk utama dan merebus buah aren menjadi kolang-kaling sebagai produk tambahan.

Populasi aren akan berkembang setelah aren yang ditanam buahnya disisakan dari yang diolah menjadi kolang-kaling hingga tua dan masak. Penanaman aren perlu dilakukan dua tahapan, setelah tanaman pertama berumur sekitar 5 tahun dilakukan penanaman kedua diantara tanaman pertama. Tujuannya agar produksi nira dan gula serta kolang-kaling tidak terputus dan terus memberikan pekerjaan dan penghasil terhadap masyarakat sekitar yang terlibat. Selanjutnya produk aren dari anakan aren yang tumbuh hingga besar dan berbunga dari tanaman pertama.

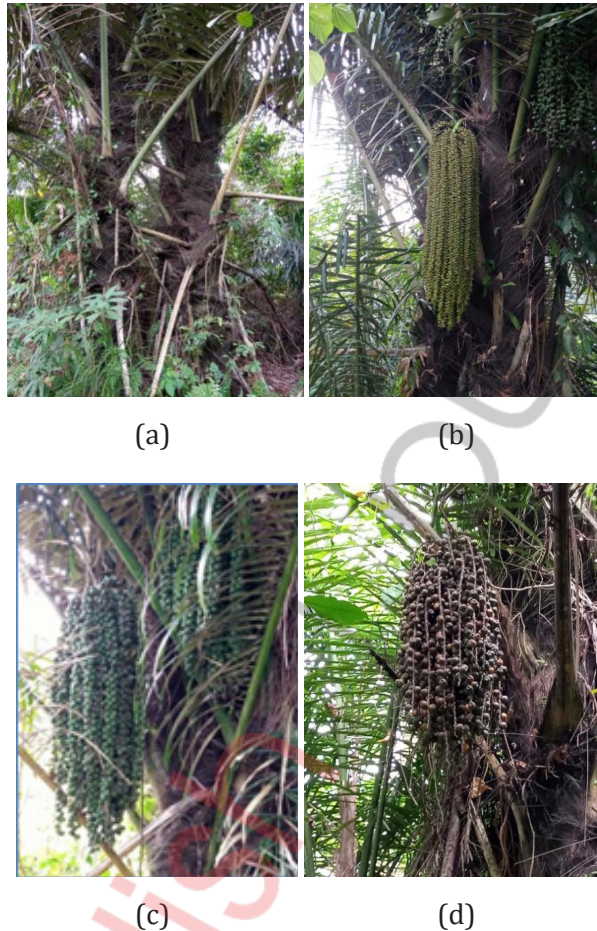
Komposisi jenis tanaman revegetasi dalam satuan luas 1 ha harus dihitung dan direncanakan cermat terhadap kebutuhan kayu bakar untuk mengolah produk dari aren. Dasar utama adalah perkiraan produksi nira (lt) dalam satu hari jika diolah menjadi gula aren memerlukan berapa banyak kayu bakar. Dengan anggapan yang sama dengan air nira aren, untuk mengolah nira kelapa menghasilkan 1 kg gula diperlukan sebesar 0,0028 m³ kayu bakar dengan tungku 1 lubang (Murdiansyah, 2013). Rerata produksi air nira dalam 24 jam antara 3-10 lt tiap bunga jantan yang disadap (Heryani, 2016).

1. Aren (*Arenga pinnata* Merr)

Aren merupakan jenis tanaman palem berakar serabut yang menghasilkan air (nira) dengan rasa manis dan aroma khas saat diminum segar. Rasa manis air nira karena mengandung gula fruktosa dan sukrosa yang tinggi, jika diolah dengan perebusan akan menghasilkan gula aren atau gula merah. Hasil olahan buah aren dikenal sebagai campuran minuman segar adalah kolang-kaling. Dengan dua hasil utama, maka tanaman aren begitu dikenal terutama di desa-desa di Indonesia, demikian

pula di Kalimantan Timur. Namun demikian tanaman aren yang dipanen hasilnya oleh penduduk masih kebanyakan tumbuh secara alami dari biji pohon yang ada. Buah yang tua kemudian masak dan jatuh ke tanah atau buah masak yang dimakan luak dan babi hutan dengan menelan bijinya yang dikeluarkan kembali bersama kotorannya ditanah. Biji aren masak yang jatuh akan tumbuh rapat sekitar pohon induknya, sedangkan buangan dari kotoran luak dan babi hutan rapat hingga agak rapat dengan jumlah anakan yang sedikit, sebagian tumbuh hingga besar menjadi pohon aren. Karena itu aren dapat menyebar tanpa dibawa dan ditanam langsung oleh manusia.

Biji aren yang tumbuh dapat berkembang baik menjadi pohon aren hingga berbunga jantan dan bunga betina pada morfologi permukaan lahan datar hingga terjal dan rentang sifat fisika dan kimia tanah yang lebar secara alami. Kisaran kelas tekstur tanah sangat halus (sh) hingga agak kasar (ak), pH sangat masam hingga agak alkalis, sangat rendah hingga tinggi untuk KTK, KB, P_2O_5 dan K_2O . Demikian pula dengan kondisi intensitas cahaya dan persaingan dengan vegetasi lain, kekurangan cahaya matahari seperti di bawah pohon-pohon lebih besar dan rapat tumbuh baik menjadi pohon aren yang tinggi dan batang lebih kecil, hingga daun bagian atas mencapai sinar matahari langsung, sebaliknya yang mendapat sinar matahari langsung sejak awal lebih banyak menjadi pohon yang lebih rendah, tetapi batangnya lebih besar. Persyaratan utama adalah curah hujan 1.200-3.000 mm.th⁻¹, suhu 25-30°C dan ketinggian tempat 0-1.400 mdpl (Anonim, 2013), tetapi tidak baik bahkan tidak dapat tumbuh pada tanah berair atau tanah kelembapan tinggi > 3 bulan terus-menerus. Aren berbungan pada umur 6-10 tahun tergantung jenisnya, aren unggul biasanya lebih cepat. Bunga pertama yang keluar adalah bunga betina yang menjadi buah aren dengan posisi paling atas disusul bunga betina berikutnya yang hampir bersamaan pada pelepah di bawahnya, jumlah bunga betina 2-5 tandan. Bunga jantan keluar dari pelepah di bawah pelepah bunga betina jumlahnya 2-4 mayang, bunga inilah yang diproses untuk menghasilkan nira aren. Berbeda dengan bunga betina yang keluar hampir bersamaan waktunya, mayang bunga jantan keluar selisih waktunya cukup lama dengan mayang berikutnya. Kadang-kadang bunga keluar dengan selisih waktu yang hampir bersamaan, sehingga dalam 1 pohon aren nira yang disadap 2 mayang sekaligus. Berikut gambar tanaman aren yang tumbuh alami.



Gambar 1. (a) Aren tumbuh alami; (b) Bunga Jantan Penghasil Nira; (c) Bunga Betina Penghasil kolang-Kaling, (d) Buah aren tua sebagian masak (Sumber: Surya Darma, 2022).

Usaha penyadapan nira aren dan produksi gula aren khususnya di Kalimantan Timur dilakukan oleh masyarakat di desa-desa atau di kota daerah pinggiran yang terdapat tumbuhan aren. Umumnya nira aren dijadikan gula aren (gula merah) sebagai produk utama, gula camilan yaitu saat pemrosesan akhir gula yang mulai mengkristal dicampur dengan kelapa parut yang disangrai (gula kelapa) dan gula semut.

Sama halnya dengan produk gula, pengolahan buah aren menjadi kolang-kaling malahan hanya terdapat di dekat kota, jarang ditemukan masyarakat yang mengolah itu di pedesaan, apalagi desa terpencil. Industri

kolang-kaling yang penulis temukan adalah industri rumah tangga dengan melibatkan beberapa orang tetangga atau keluarga yang tinggalnya tidak jauh. Proses produksi kolang-kaling dimulai dari pencarian pohon aren yang berbuah dan cukup umur untuk diolah. Umumnya pohon aren ada pemiliknya, maka tiap tandan buah aren yang diambil dibeli dari pemiliknya. Proses selanjutnya adalah pengambilan/memanjat, pengangkutan dan pengumpulan buah dan pemrosesan berikutnya ditempat. Tahap pertama memotong tangkai buah, kemudian tiap tangkai buah yang panjangnya sekitar 60-100cm dipotong-potong menjadi 3-5 bagian yang lebih pendek. Sebelumnya merebus air menggunakan wadah yang besar seperti drum, merebus kolang-kaling sekitar 1 jam dalam air mendidih, pengangkatan dan pendinginan, memotong pangkal tiap buah hingga sedikit isi (kolang-kaling), mencongkel isi, merendam isi dalam air hingga sekitar 1-3 hari agar warnanya lebih putih. Proses mengolah buah aren memerlukan energi yang cukup besar mulai pengambilan hingga menghasilkan kolang-kaling, sementara harga jual tingkat produsen hanya Rp 12.000-15.000 kg⁻¹. Namun demikian usaha itu tetap berjalan sudah beberapa tahun, artinya pendapatan dari usaha kolang-kaling masih memberikan keuntungan. Berikut gambar proses pengolah buah aren menjadi kolang-kaling.



(a)

(b)

(c)

(d)

Gambar 2. (a) Pemetongan tangkai buah; (b) Merebus buah; (c) Memotong ujung buah masak dan mencongkel kolang-kaling; (d) Produk akhir buah aren kolang-kaling (Sumber: Surya Darma, 2022).

Tanaman aren cepat berkembang secara alami dari biji buah masak yang jatuh sekitar pohon. Jika tidak diatur, maka pertumbuhan dan perkembangan anakan akan berkembang sekitar pohon induknya dengan rapat dan tidak teratur. Anak aren akan bersaing ruang, cahaya, air dan

unsur hara sehingga sebagian yang bisa bertahan mulai tumbuh besar maka perlu penjarangan untuk seleksi agar tumbuh menjadi pohon aren yang baik dan mudah mengambil hasilnya.

Perbanyak pohon aren dapat dilakukan dengan cara pengaturan langsung dengan menanam dan secara alami. Pengaturan langsung penekanannya adalah pengaturan jarak dan letak pohon aren berikutnya, bibit aren diambil dari anakan biji aren yang tumbuh di sekitar pangkal pohon ditanam langsung atau anakan dibesarkan dulu dalam polybag kemudian ditanam atau bibit aren yang dibeli dari luar. Untuk anakan yang ditanam langsung dilakukan awal musim hujan agar tidak perlu menyiram dan tanaman hidup. Anakan yang diambil dipilih yang tidak terlalu besar tetapi pertumbuhannya baik. Kemudian digali dengan linggis hati-hati agar akarnya tidak rusak dan usahakan masih ada tanah aslinya kemudian dipadatkan dengan tangan, ditanam 2-3 bibit dalam satu lubang untuk menghindari penanaman ulang jika ada yang mati. Jika semuanya hidup dan mulai besar disisakan satu pohon yang paling baik pertumbuhannya yang lainnya dipotong. Tanaman yang mati semuanya dalam satu lubang tanam harus disulam dengan menanam langsung bibit dari anakan yang tumbuh atau anakan yang dibesarkan dalam polybag. Perbanyak pohon secara alami dilakukan dengan memanfaatkan anakan aren yang tumbuh dari biji-biji yang jatuh yang menyebar sekitar pohon induknya. Pohon induknya sudah tidak produktif lagi, tua dan mulai mengering atau sudah mati. Seleksi pertama terhadap anak aren yang terlalu rapat dan kerdil dengan cara dipotong pangkalnya, tetapi anakan yang disakan masih agak rapat. Setelah sekitar 2-3 tahun anakan makin besar dan mulai tumbuh batang bawah menjadi pohon aren muda maka dilakukan seleksi kedua. Seleksi ini untuk pengaturan jarak antara aren muda agar lebih jarang dan posisi yang baik, selain bertujuan penjarangan aren muda yang ditebang bisa dimanfaatkan untuk dikonsumsi. Bagian batang dekat titik tumbuh dan bagian umbut bisa dijadikan lauk spesial dijadikan beberapa macam masakan atau batang muda dan umbut dijual mentah. Cita rasanya seperti umumnya rebung bambu, umbut kelapa dan umbut kelapa sawit. Berikut adalah gambar batang muda dan umbut aren yang siap diproses untuk diambil bagian-bagiannya.



Gambar 3. (a) Aren muda siap tebang untuk penjarangan; (b) dan (c) Batang muda dan umbut siap diproses untuk di masak (Sumber: Surya Darma, 2021).

2. Bambu (*Bambusa vulgaris*) dan Rotan Segajahap (*Calamus caesius Blume*) dan Rotan Pulut (*Calamus japensis Blume*).

Bambu dan Rotan sama dengan aren merupakan jenis tanaman berakar serabut yang dapat tumbuh baik pada kisaran bentuk lahan yang berlereng curam hingga datar. Karakteristik tanah bertekstur sangat halus (sh), halus (h) hingga agak halus (ah), rentang pH sangat masam hingga agak basa, sifat kimia tanah sangat rendah hingga tinggi untuk KTK, KB, P_2O_5 dan K_2O . Syarat tumbuh iklim pada rentang yang lebar mulai dari beriklim kering dengan curah hujan rendah hingga beriklim basah dengan curah yang tinggi. Suhu rendah hingga tinggi maksimum sekitar $35^{\circ}C$, kelembapan hingga 80% dan ketinggian tempat mencapai 1.500 mdpl (Charomaini, 2014). Dengan karakteristik demikian maka bambu tumbuh dengan baik di Kalimantan Timur dan di Indonesia pada umumnya dengan pertumbuhan yang cepat. Sistem akar serabutnya dapat mengurangi erosi dan kuat menahan pergerakan tanah sehingga mampu mengurangi tanah longsor. Karenanya bambu baik ditanam pada lahan-lahan reklamasi bekas tambang batubara untuk memperkuat stabilitas tanah dan menekan erosi serta tumbuh dan berkembang cepat.

Tujuan penanaman bambu bersama-sama dengan aren selain kegunaan yang disebutkan di atas lebih diutamakan untuk pemanenan buah aren dan penyadapan nira aren. Buah aren yang akan dijadikan kolang-kaling lebih mudah dipanen dipanjat menggunakan tangga dari bambu, memanjat langsung pohon aren lebih sulit karena ijuk banyak

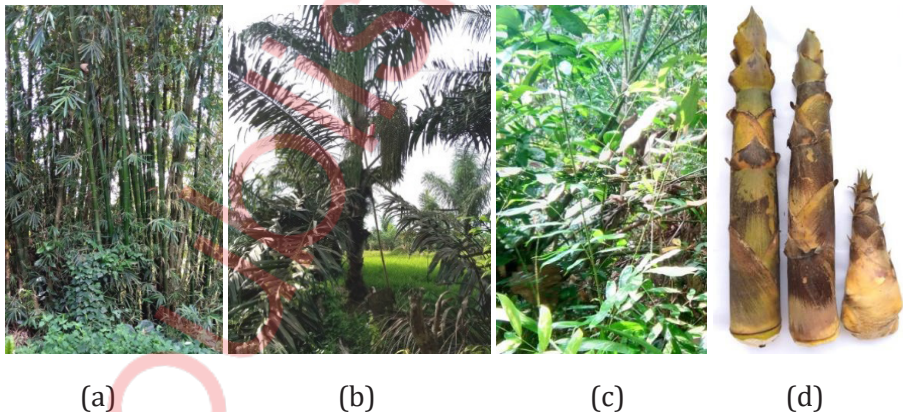
memiliki lidi yang tajam ujungnya. Guna bambu yang lebih banyak dan penting terkait dengan bunga jantung yang akan disadap. Mayang bunga jantung yang keluar berumur sekitar 1 bulan perlu dipersiapkan untuk rangkaian kegiatan penyadapan nira aren. Pertama mengambil batang bambu untuk tiang tangga, tiang penyangga dan untuk dudukan saat menyadap nira, diperlukan sekitar 3-5 batang bambu, panjang disesuaikan dengan tinggi bunga untuk tangga dan tiang, sedangkan untuk duduk lebih pendek. Kemudian membuat tangga, memasang tangga di pohon aren membuang pelepah penyangga mayang, membersihkan ijuk dan lidi yang tajam. Berikutnya memasang tiang dan mengikatkan bambu untuk dudukan. Keperluan batang bambu berikutnya digunakan untuk membuat bumbung atau lantar (kutai) jika batang bunga jantung telah dipotong dan mengeluarkan nira. Lantar bambu dibuat beberapa ruas sesuai perkiraan kapasitas jumlah nira yang keluar. Untuk satu bunga yang menghasilkan nira diperlukan 2 batang lantar penampung, yaitu untuk penyadapan sore dan penyadapan pagi. Lantar penampung nira yang disadap pagi kapasitas tampungnya lebih besar karena waktu tampungnya lebih lama sekitar 14 jam, sedangkan lantar penampung sadap sore kapasitas tampung lebih kecil karena waktu tampung hanya sekitar 10 jam. Perbedaan itu karena waktu sadap nira sekitar jam 7 pagi dan jam 5 sore hari. Kapasitas tampung lantar dipengaruhi besar diameter dan panjang ruas bambu. Kapasitas nira yang keluar dapat diukur dari kekerapan tetes nira yang jatuh, makin kerap tetes nira berarti jumlah nira yang keluar lebih banyak (volume) tetapi sebaliknya jika makin jarang. Penyadap nira yang berpengalaman dapat memperkirakan panjang lantar yang dikonversi berapa jumlah ruas bambu yang cukup untuk menampung nira siang dan nira malam. Keperluan bambu yang lain adalah untuk membersihkan lantar dari mikroorganisme yang memfermentasi nira menjadi masam. Pembersihan ini dengan cara pemanasan dan pengasapan yang di sebut 'nangas atau menangas' (kutai). Kegiatan menangas dilakukan pagi dan sore dengan waktu menangas sekitar 30-45 menit untuk satu lantar. Bagian bambu untuk menangas pada bagian ujung yang lebih kecil yang ukurannya bisa masuk dalam lantar, panjangnya disesuaikan dengan panjang lantar yang di tangas. Jika ada beberapa bunga nira yang disadap dan memerlukan lantar dengan jumlah kelipatan 2, maka alat penangas yang disiapkan ada beberapa buah.

Manfaat lain bambu yang ditanam adalah rebung bambu yang dapat dikonsumsi dengan pemrosesan mudah, pertama membuang kulit atau bagian luar dan pangkal yang keras, diiris tipis dan dicuci, direbus dan ditambahkan garam secukupnya jika masak ditiriskan sudah dapat dimakan sebagai lalapan. Irisan rebung masak dapat dibuat oseng-oseng ditambahkan campuran bahan lain, atau irisan rebung segar di masak dengan bahan-bahan campuran lain yang menjadi beberapa macam masakan yang lezat dan khas cita rasanya. Rebung bambu seperti halnya batang aren muda dan umbutnya dapat dijual segar tanpa diolah lebih dulu. Selain itu bangunan berupa pondok untuk pemroses nira dan buah aren dan pondok untuk istirahat sebagian bahannya dari bambu.

Kegiatan penyadapan nira aren memerlukan bahan untuk pengikat dan tali. Bahan tersebut memiliki kriteria kuat, mudah diperoleh kapan pun diperlukan, tidak perlu jauh dari kegiatan penyadapan dan tidak membeli serta secara budaya sudah biasa dilakukan oleh masyarakat lokal pedesaan. Pilihan yang tepat untuk menunjang kegiatan penyadapan nira adalah rotan. Jenis rotan yang baik digunakan adalah jenis rotan sega atau rotan jahab (*Calamus caesius Blume*) dan rotan pulut (*Calamus japensis Blume*). Rotan sega atau jahab berukuran lebih besar, kuat dan panjang yang digunakan untuk mengikat bagian-bagian tangga, tiang, dudukan, injakan dan lainnya yang memastikan keamanan penyadap saat melakukan kegiatannya. Saat digunakan batang rotan ini dapat dibelah menjadi 2 bagian yang lebih tipis sehingga mudah untuk mengikat. Rotan jepung ukurannya lebih kecil dan lebih pendek sehingga lebih mudah dalam mengikat. Penggunaan rotan juga diperlukan untuk membuat bangunan utama dan pendukung berupa pondok untuk pemasakan nira menjadi gula, pembuatan kolang-kaling, menyimpan sementara gula dan kolang-kaling yang dihasilkan dan menyimpan peralatan sadap. Biasanya untuk pemrosesan nira menjadi gula dan penangasan lantar bangunannya langsung ke tanah, beratap tetapi tidak berdinding rapat cukup diberi pembatas seperlunya. Luasnya cukup untuk kegiatan utama, yaitu tungku perebusan dan pencetakan gula, kegiatan menangas lantar jika hujan dan menaruh lantar yang siap digunakan untuk menyadap nira. Tempatnya terpisah dengan pondok utama yang digunakan untuk beristirahat dan menyimpan sementara hasil, jaraknya beberapa meter hingga puluhan meter dengan pertimbangan utama agak bebas dari asap perebusan nira

dan penangasan. Bangunan lain untuk menaruh kayu bakar kering yang siap digunakan, diberi atap dan pembatas serta dinding seperlunya.

Rotan sega atau jahap dan rotan pulut merupakan tumbuhan lokal asli yang tumbuh di Kalimantan. Budi dayanya mudah dapat ditanam langsung dari biji tua yang masak atau dari anakan yang diambil di dalam hutan, terutama hutan primer. Biji atau anakan harus ditanam dekat pohon revegetasi dipilih jenis yang kuat dan tahan lama. Rotan untuk berkembang cepat, baik dan mudah dipanen batangnya memerlukan pohon untuk merambat ke atas. Untuk keperluan awal persiapan mayang hingga penyadapan nira aren yang ditanam pertama, rotan yang ditanam bersamaan dengan aren dapat dipanen batangnya pada umur sekitar 5-8 tahun tergantung jenisnya walaupun belum maksimal, umur rotan makin tua lebih baik kualitasnya dan makin panjang. Pada umur 5-8 tahun rotan yang dipanen hanya sedikit bagian pangkalnya yang bisa diambil langsung sudah bersih dari pelepah daun dan duri tua yang mati, kering dan lepas yang disebut 'manau' (kutai), selebihnya batang rotan yang masih ada pelepah hidup dan berduri harus dikupas agak lebih sulit hingga batang rotan bagian ujung mendekati pucuk. Batang rotan yang telah dipanen dapat digunakan langsung atau dikeringkan untuk keperluan penyadapan nira dan membuat pondok. Berikut adalah gambar pohon aren sadap, bambu dan rotan.



Gambar 4. (a) Pohon aren; (b) Rumpun bambu; (c) Rebung; (d) Rotan Sega
(Sumber: Surya Darma, 2022)

Daftar Pustaka

- Anonim. 2013. Budi daya Tanaman Aren (*Arenga saccharifera* Labiil). Dirjenbun., Kementan. Jakarta.
- Charomaini, M. 2014. Budi daya Bambu Jenis Komersial. IPB Press. Bogor.
- Heryani, H. 2016. Keutamaan Gula Aren dan Strategi Pengembangan Produk. Lambung Mangkurat University Press. Banjarmasin.
- Murdiansyah, A. R. 2013. Identifikasi Kebutuhan Kayu Bakar Menurut Asal Pada Industri Gula Kelapa di Kecamatan Wangon Kabupaten Banyumas Jawa Tengah. IPB. Bogor
- Permenhut No.P.4/Menhut-II/2011. Tentang Pedoman Reklamasi Hutan. Jakarta.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2004. Tentang Pemerintahan Daerah. Jakarta.

PUPUK ORGANIK DAN PRODUKTIVITAS LAHAN PASCA TAMBANG BATUBARA

(Studi Skala Polybag dengan Tanaman Uji Padi Mayas Merah)

Suria Darma
Jurusan/Program Studi Argoekoteknologi

Pendahuluan

Modal dasar Pembangunan Nasional Negara Republik Indonesia, terdiri atas Sumber daya Alam (SDA) dengan segala isinya, dan Sumber daya Manusia (SDM) dengan Peradaban dan Budayanya. Terkait dengan Sumber daya Alam dengan segala isinya, Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945, mengatur, pada Pasal 33 Ayat (3) Bumi dan air dan kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dikuasai oleh Negara dan dipergunakan untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat. Batubara, salah satu dari sejumlah kekayaan alam Negara Indonesia. Oleh karena itu, ada kegiatan pengambilan/penambangannya oleh Negara, yang operasional kegiatannya dilakukan oleh perusahaan BUMN dan/atau kerja sama dengan pihak lain.

Berdasarkan laporan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), cadangan batu bara di Kalimantan Timur tercatat mencapai 16,07 miliar ton pada 2020. Jumlah itu menjadikan Kalimantan Timur sebagai provinsi dengan cadangan batu bara terbesar di Tanah Air (<https://databoks.katadata.co.id>)

Usaha pertambangan batubara di Kaltim, selain mendatangkan dampak positif terhadap Negara RI, daerah dan masyarakat Kaltim, ditengarai menimbulkan permasalahan lingkungan, diantaranya: penurunan produktivitas tanah pada tapak kegiatan penambangan, perubahan fungsi dan tatanan lingkungan, penurunan daya dukung lingkungan, penurunan mutu lingkungan, penyusutan keanekaragaman hayati flora dan fauna, dan pencemaran lingkungan.

Menurut Ditjen Pertambangan Umum (1993), penambangan dapat mengubah lingkungan fisik, kimia dan biologi seperti bentuk lahan dan kondisi tanah, kualitas dan aliran air, debu, getaran, pola vegetasi dan habitat fauna, dan sebagainya. Ditambahkan oleh Hamidah (2011), kegiatan penambangan batubara memberikan dampak negatif pada sebagian sifat kimia dan fisika tanah. Dikuatkan dengan hasil penelitian Ramayana (2015), bahwa status kesuburan lahan pasca tambang batubara tergolong rendah sampai sangat rendah.

Pelaksanaan reklamasi dan revegetasi lahan bekas tambang batubara di Kaltim telah menunjukkan kelemahan, yakni kualitas hasil reklamasi dan revegetasi menunjukkan hasil yang kurang memuaskan. Beberapa penelitian menunjukkan hasil yang kurang memuaskan. Hasil penelitian PPLH Unmul (2007), menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan reklamasi dan revegetasi lahan bekas tambang pada usaha pertambangan batubara skala kecil masuk dalam kategori kurang berhasil. Sedang hasil penelitian oleh Tim Peneliti Balitbangda Prov. Kaltim. (2009), menunjukkan bahwa, revegetasi selama satu tahun berpengaruh positif terhadap sifat kimia dan fisik tanah, namun belum memberikan perbaikan atau peningkatan signifikan. Rendahnya keberhasilan pelaksanaan reklamasi dan revegetasi pada lahan bekas tambang, baik secara kuantitas (luas lahan reklamasi dan revegetasi), maupun secara kualitas (tingkat pertumbuhan tanaman revegetasi/reboisasi) menunjukkan adanya kelemahan dalam pelaksanaannya, yakni rendahnya kesuburan lahan.

Pada kondisi lahan pasca tambang yang telah mengalami kerusakan, dan dilakukan penanaman tanaman (revegetasi/reboisasi) maka pertumbuhannya akan kurang baik. Oleh karena itu pada saat reklamasi lahan pasca tambang perlu penanganan yang signifikan dalam hal pengembalian dan penambahan bahan organik, karena pada lahan pasca tambang belum ada flora dan fauna yang menyuplai bahan organik. Untuk membangun siklus hara mendekati kondisi awal diperlukan waktu lama. Oleh karena itu mutlak memberikan bahan organik pada lahan pasca tambang dalam jumlah yang memadai.

Hutan Tropis dan Bahan Organik

Hutan adalah suatu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumber daya alam hayati yang didominasi pepohonan dalam persekutuan alam lingkungannya, yang satu dengan lainnya tidak dapat

dipisahkan (Permenhut RI No. P.16/Menhut-II/2015). Hal tersebut di atas menyiratkan, bahwa hutan dipengaruhi dan mempengaruhi lingkungannya. Ciri spesifik hutan tropis, yang tidak dimiliki oleh hutan lainnya, disebutkan oleh Vickery (1984), salah satu ciri ekosistem hutan tropis, yaitu kecepatan daur ulang sangat tinggi, sehingga semua komponen vegetasi hutan tidak mungkin kekurangan unsur hara.

Keberadaan vegetasi di atas tanah hutan mempengaruhi secara dominan tanah di bawahnya, karena vegetasi (flora) dan fauna hutan merupakan penyuplai seresah (bahan organik) pada tanah hutan (dalam sistem hutan). Menurut Yamani (1996) menyatakan bahwa produksi seresah di hutan alam primer sebesar 7.709,5 kg/ha/thn (setara N 76.26; P 14.10; K 62.39; Ca 28.0 dan Mg 23.71), hutan bekas tebangan 7.261,2 kg/ha/thn (setara N 77.81; P 11.61; K 55.39; Ca 45.70 dan Mg 22.08), hutan tanaman leda sebesar 6.267,9 kg/ha/thn, (N 52.16; P 8.42; K 78.23; Ca 30.27 dan Mg 30.83) hutan sengon sebesar 6.735,0 kg/ha/th (N 94.89; P 10.83; K 63.89; Ca 37.79 dan Mg 36.69). Dikuatkan oleh beberapa peneliti; Kurniatun Hairiah, (2004), seresah gugur yang masuk ke dalam tanah pada tanah hutan, rata-rata sekitar 11.5 ton/ha/thn, 9.2 ton/ha/thn pada kebun kopi multistrata, 6 ton/ha/thn pada kebun kopi dengan naungan, 4 ton/ha/thn pada kebun kopi monokultur. Menurut Ruchiyat (2008), hutan alam menghasilkan seresah sebanyak 7-12 ton/ha/thn. Sedang menurut Singh (1984), Produksi total biomass pada hutan alam (spesies *Buchanania lanzan*) 8.3 ton/ha

Kesuburan lahan hutan, selain dari seresah yang mengalami pelapukan menjadi humus pada lantai hutan, juga disuplai oleh iklim (luar sistem hutan). Hal ini tercermin dari hasil penelitian Ruhiyat (1992), bahwa input nutrisi dalam (kg/ha/thn) oleh air hujan di hutan bukit Soeharto, Ca 34.8, Na 17.4, K 81.2, Mg 2.6, PO₄ 12.7, NH₄ 61.6; di Hutan Lempake, Ca 29.3, Na 14.5, K 69.7, Mg 3.3, PO₄ 9.1, NH₄ 60.6). Dikuatkan oleh Mackinnon (2000), produktivitas dan pendaurulangan hara di hutan basah pegunungan di Pulau Irian, masuknya mineral-mineral ke dalam tanah hutan pegunungan tersebut mengungkapkan, bahwa curah hujan menyediakan masukan utama.

Jumlah curah hujan yang langsung mencapai tanah bervariasi menurut intensitas hujan dan mengandung mineral-mineral yang tercuci dari daun dan permukaan kulit batang dari hasil-hasil pembusukan. Sumber mineral yang lain adalah seresah. Ditambahkan oleh Indriyanto (2006),

proses yang berkaitan dengan kesuburan tanah. Tanah hutan merupakan tempat pembentukan humus yang utama dan tempat penyimpanan unsur-unsur mineral yang dibutuhkan oleh tetumbuhan dan akan mempengaruhi komposisi dan struktur vegetasi hutan yang terbentuk.

Kesuburan tanah sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jenis batuan induk yang membentuknya, kondisi selama proses pembentukan, tekstur dan struktur tanah, kelembapan tanah, suhu tanah, air tanah, topografi wilayah, vegetasi, dan organisme hidup.

Kegiatan Penambangan Batubara

Aktivitas penambangan batubara berdampak positif terhadap perekonomian negara, tetapi menimbulkan kerusakan pada flora dan fauna hutan, fisik, kimia dan biologi tanah hutan pada tapak kegiatan penambangan. Meski setelah selesai kegiatan penambangan, pada tapak kegiatan penambangan (*pit*, *waste dump area*, dan *utilities*) dilaksanakan perbaikan, dengan reklamasi dan revegetasi atau reboisasi (pada kawasan hutan pinjam pakai). Akan tetapi, hasilnya tidak akan dapat mengembalikan fungsi kawasan hutan itu (lahan pasca tambang), karena keberadaan flora fauna, fisik, kimia dan biologi tanah pada tapak kegiatan jauh berbeda dengan awalnya.

Keadaan eksisting lahan pasca tambang yang demikian, tidak mendukung pertumbuhan tanaman revegetasi/reboisasi secara maksimal sebagai-mana pertumbuhan normal vegetasi tersebut, jika tidak ada koreksi/perbaikan dalam pelaksanaan reklamasi dan revegetasi atau reboisasi yang sifatnya mengikat dalam hal penambahan bahan organik.

Kegiatan penambangan batubara yang tidak melaksanakan reklamasi dan revegetasi lahan pasca tambang dengan baik, berpotensi menimbulkan potensi lahan kritis pada kawasan hutan. Menurut BLH Prov Kaltim (2015), luas lahan kritis di Kaltim pada tahun 2014, seluas 19.555.265, 96 ha (terdiri dari; tidak kritis 2.788.678,45 ha, agak kritis 7.634.070,60 ha, kritis 313.924,83 ha, potensial kritis 8.814.195,06 ha, sangat kritis 4.397,03 ha).

Tingkat kekritisan lahan kritis di Kaltim terus bertambah. Hal ini terjadi karena alih fungsi hutan, terutama hutan alam untuk penggunaan lain, seperti pertambangan dan perkebunan kelapa sawit terjadi secara besar-besaran. Menurut BLH Prov. Kaltim (2015), pada akhir tahun 2014 telah diterbitkan izin untuk pemanfaatan tambang batubara

seluas 4.913.075,22 ha dan izin untuk perkebunan kelapa sawit seluas 3.810.343,03 ha.

Peranan Bahan Organik Bagi Tanah dan Tumbuhan Hutan

Salah satu ciri ekosistem hutan tropis, yaitu kecepatan daur ulang sangat tinggi, sehingga semua komponen vegetasi hutan tidak mungkin kekurangan unsur hara (Vickery, 1984). Tanah hutan merupakan tempat pembentukan humus yang utama dan tempat penyimpanan unsur-unsur mineral yang dibutuhkan oleh tetumbuhan dan akan mempengaruhi komposisi dan struktur vegetasi hutan yang terbentuk. Kesuburan tanah sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jenis batuan induk yang membentuknya, kondisi selama proses pembentukan, tekstur dan struktur tanah, kelembapan tanah, suhu tanah, air tanah, topografi wilayah, vegetasi, dan organisme hidup (Indriyanto, 2006). Peranan tanah hutan terhadap produktivitas kayu hutan alam di Kalimantan Timur, menurut Ruhiyat (1989) kayu dari hutan alam dapat dipanen dengan daur TPTI (Tebang Pilih Tanam Indonesia) yang 35 tahun sebesar 200 m³/ha tanpa harus memupuk tanah hutan. Hasil penelitian Ilyas (2011) menunjukkan, bahwa volume per ha tegakan sengon (*P. falcataria*) pada areal bukan pasca tambang jauh lebih besar dibandingkan dengan areal pasca tambang. Hal ini terjadi karena kondisi tanah pada areal pasca tambang sudah berubah di mana pada areal pasca tambang, tanahnya sudah terdegradasi. Hasil penelitian McGeehan (2011), *all solid amenmendt types (compost, biosolids and LYF/LYW) greatly increased the organic matter content*. Hasil penelitian mengenai aplikasi lempung dan bahan organik pada tanah pasir kuarsa lahan pasca tambang timah di pulau Bangka dengan tanaman uji Sorgum, oleh Nurcholis, dkk (2013), menunjukkan bahwa pertumbuhan Sorgum sangat baik pada pemberian lempung, bahan organik dan pupuk NPK.

Jenis dan Jumlah Mikroorganisme

Hasil analisis Laboratorium Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Unmul, terhadap cuplikan tanah pasca tambang batubara, sampel Pupuk Kandang Ayam (PKA), Pupuk Kandang Sapi (PKS) dan Pupuk Kompos (PKM) yang dipakai dalam percobaan, didapat jenis-jenis dan jumlah mikroorganisme seperti yang ada dalam tabel di bawah ini

Tabel 1. Kandungan Jenis dan Jumlah Mikroorganisme dari Cuplikan Tanah Pasca Tambang Batubara, PKA, PKS dan PKM

No	Sampel	Identifikasi	Jamur fu/g	Identifikasi	Bakteri fu/g
1	Tanah Tambang	Syncephalastrum sp. Zygorhynchus sp.	$1,2 \times 10^4$	Azotobacteraceae	$1,3 \times 10^5$
2	Kompos	Phythium sp. Cunninghamella sp. Zygorhynchus sp.	$1,2 \times 10^4$	Micrococcaceae Bacillaceae	$1,5 \times 10^5$
3	Pupuk Kandang Ayam	Aspergillus sp. Penicillium sp. Mortierella sp.	$4,3 \times 10^4$	Micrococcaceae	$1,4 \times 10^5$
4	Pupuk Kandang Sapi	Aspergillus sp. Zygorhynchus sp.	$1,0 \times 10^3$	Azotobacteraceae	$1,2 \times 10^5$

Keterangan: cfu (*colony forma unit*)

Sumber: Data Primer.

Hasil Analisis Kimia Cuplikan Tanah Pasca Tambang Batubara untuk Media Percobaan

Hasil analisis kimia pada cuplikan tanah dari lahan pasca tambang, pada areal reklamasi didapat data tentang status kesuburan tanah tersebut, sebagaimana yang tertuang pada tabel di bawah ini:

Tabel 2. Kandungan Kimia Cuplikan Tanah dari Lahan Pasca Tambang Batubara pada Areal Reklamasi

Komponen Kimia	Satuan	Cuplikan Tanah Pasca Tambang Batubara	
		Nilai	Status
pH H ₂ O (1: 2.5)	-	4,00	Sangat Masam
C organik	%	0,50	Sangat Rendah
N total	%	0,08	Rendah
C/N Rasio	%	6,0	Rendah
P Tersedia	ppm	4,46	Sangat Rendah
K Tersedia	ppm	54,45	Tinggi
Kation Basa (pH 7)			
Ca ⁺⁺	meq/100g	2,29	Rendah
Mg ⁺⁺	meq/100g	1,09	Rendah

Komponen Kimia	Satuan	Cuplikan Tanah Pasca Tambang Batubara	
		Nilai	Status
Na ⁺	meq/100g	0,66	Rendah
K ⁺	meq/100g	0,31	Sedang
KTK	meq/100g	12,7	Rendah
Kej. Basa	%	34,3	Rendah

Hasil Analisis Kimia PKA, PKS dan (PKM) yang Digunakan

Hasil penilaian sifat kimia PKA, PKS dan PKM, berdasarkan kriteria penilaian sifat kimia tanah yang dikeluarkan oleh Pusat Penelitian Tanah (1983), dikemukakan pada tabel di bawah:

Tabel 3. Kandungan Kimia Pupuk Kandang Ayam (PKA), Pupuk Kandang Sapi (PKS) dan Pupuk Kompos (PKM) Yang Digunakan dalam Percobaan

Bahan	Komponen Kimia	Satuan	Nilai/ Konsentrasi	Status (PPT, 1983)
Pupuk Kandang Ayam	pH	-	9,30	Alkalis
	C organik	%	16,37	Sangat tinggi
	Bahan Organik	%	28,22	
	N total	%	2,25	Sangat tinggi
	C/N Rasio	-	7,30	Rendah
	P Tersedia	ppm	4,35	Sangat rendah
Pupuk Kandang Sapi	K Tersedia	ppm	4,66	Sangat rendah
	pH	-	8,35	Alkalis
	C organik	%	15,25	Sangat tinggi
	Bahan Organik	%	26,29	
	N total	%	1,39	Sangat tinggi
	C/N Rasio	-	11,0	Sedang
Pupuk Kompos	P Tersedia	ppm	1,49	Sangat rendah
	K Tersedia	ppm	4,64	Sangat rendah
	pH	-	9,54	Alkalis
	C organik	%	17,78	Sangat tinggi
Pupuk Kompos	Bahan Organik	%	30,65	
	N total	%	1,43	Sangat tinggi

Bahan	Komponen Kimia	Satuan	Nilai/ Konsentrasi	Status (PPT, 1983)
	C/N Rasio	-	12,40	Sedang
	P Tersedia	ppm	3,35	Sangat rendah
	K Tersedia	ppm	3,68	Sangat rendah

Pengaruh Perlakuan Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Uji

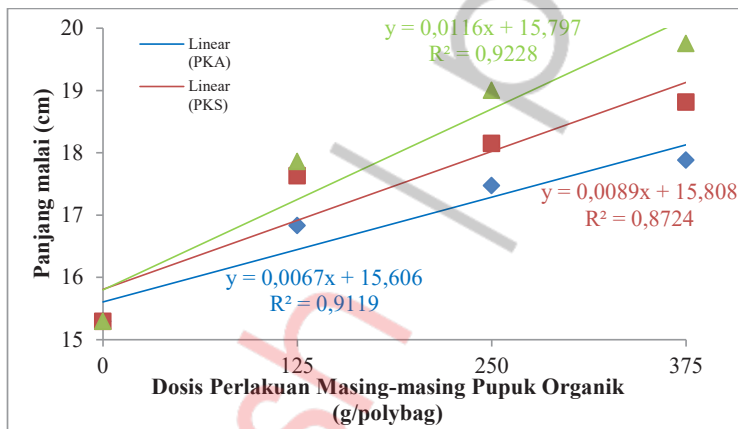
Hasil sidik ragam dan uji DMRT terhadap pengaruh perlakuan pemberian bahan organik, pada cuplikan tanah pasca tambang dari Kawasan Budi daya Kehutanan (KBK), yang diaktualisasikan pada rata-rata Panjang malai, Jumlah Gabah Isi Per-malai, Berat 1000 Bulir Gabah Kering Giling, Berat Gabah Isi Per-rumpun Padi Mayas Merah, dengan uji Sidik Ragam (uji F) dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT).

Tabel 4. Rerata Data Perkembangan Tanaman Padi Mayas Merah Akibat Pengaruh Pupuk Organik

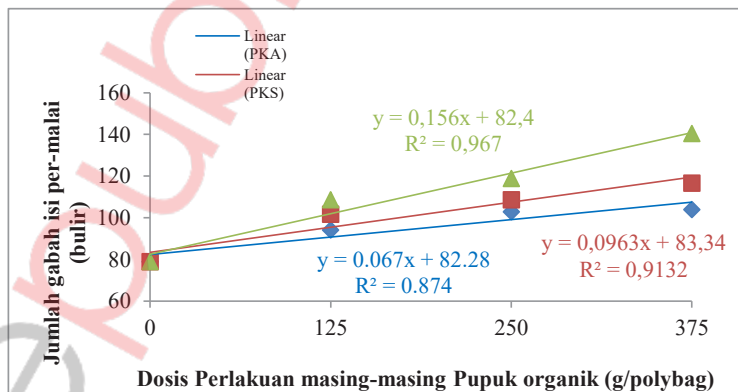
Perlakuan	Data Rerata			
	Panjang Malai	Jumlah Gabah Isi Per-malai	Berat 1000 Bulir Gabah	Berat Gabah Isi Per-rumpun
P1(Kontrol)	15,29 ^f	78,80 ⁱ	20,57 ^a	107,77 ^e
P2(125gPKA/ Polibag)	16,83 ^{de}	94,00 ^{cdefghi}	20,68 ^a	115,60 ^{bcd}
P3(250g PKA/ Polibag)	17,63 ^{bcde}	101,60 ^{bcdefgh}	20,51 ^a	116,39 ^{bcde}
P4(375g PKA/ Polibag)	17,86 ^{abcde}	108,60 ^{bcd}	20,51 ^a	127,94 ^a
P5(125 g PKS/ Polibag)	17,47 ^{bcde}	102,80 ^{bcdefg}	20,74 ^a	113,45 ^{cde}
P6(250 g PKS/ Polibag)	18,15 ^{abcd}	108,60 ^{bcde}	20,90 ^a	118,18 ^{bcde}
P7(375 g PKS/ Polibag)	19,00 ^{ab}	118,80 ^{ab}	20,90 ^a	123,62 ^{ab}
P8(125gPKM/ Polibag)	17,88 ^{abcde}	103,80 ^{bcdef}	20,78 ^a	114,90 ^{cde}

Perlakuan	Data Rerata			
	Panjang Malai	Jumlah Gabah Isi Per-malai	Berat 1000 Bulir Gabah	Berat Gabah Isi Per-rumpun
P9(250g PKM/ Polibag)	18,81 ^{abc}	116,60 ^{abc}	20,55 ^a	116,39 ^{bcd}
P10(375gPKM/ Polibag)	19,75 ^a	140,40 ^a	20,87 ^a	120,95 ^{abc}

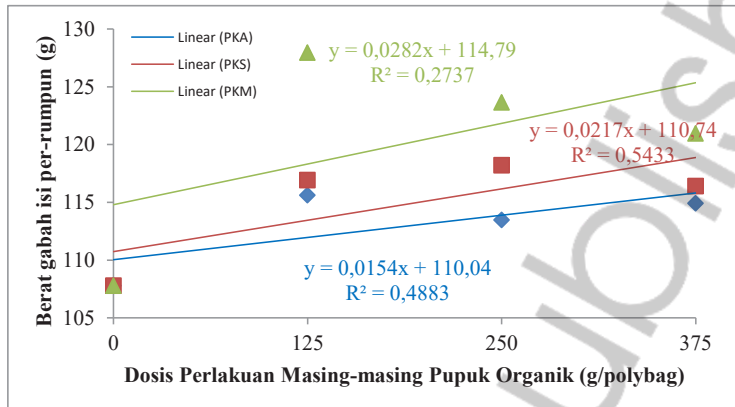
Gambar garis hubungan antara dosis pupuk organik terhadap: Panjang Malai, Jumlah Gabah Isi Per-malai, Berat Gabah Isi Per-rumpun padi Mayas Merah ditunjukkan pada gambar 1, 2 dan 3.



Gambar 1. Garis Hubungan antara Dosis Pupuk Organik Terhadap Panjang malai Tanaman Padi Mayas Merah



Gambar 2. Garis Hubungan antara Dosis Pupuk Organik Terhadap Jumlah Gabah Isi Per-malai. Tanaman Padi Mayas Merah



Gambar 3. Garis Hubungan antara Dosis Pupuk Organik Terhadap Berat Gabah Isi Per-malai Tanaman Padi Mayas Merah

Kesimpulan

Berdasarkan data perkembangan tanaman padi Mayas Merah, yang ditanam pada cuplikan tanah dari lahan reklamasi pasca tambang batu bara dengan perlakuan tiga (3) macam pupuk didapat kesimpulan sebagai berikut:

- Perlakuan pupuk organik menunjukkan pengaruh nyata pada parameter Panjang malai, Jumlah Gabah Isi Per-malai, Berat Gabah Isi Per-rumpun; Tidak berbeda nyata terhadap parameter Berat 1000 Bulir Gabah Kering Giling
- Perlakuan P 10 (375 g PKM/Polibag), menghasilkan angka tertinggi pada parameter panjang malai dan Jumlah Gabah Isi Per-malai; Perlakuan P4 (375 g PKA/Polibag) menghasilkan angka tertinggi pada Berat Gabah Isi Per-rumpun

Daftar Pustaka

- Badan Lingkungan Hidup (BLH) Prov. Kaltim. 2013. Laporan Akhir Kajian Lingkungan Hidup Strategis (KLHS) RPJMD (2014-2018). 91 Hal.
- Balitbangda Prov. Kaltim. 2009. Studi Reklamasi Lahan Bekas Pertambangan Batubara Untuk Pertanian Berkelanjutan. Laporan Akhir. 102 Hal.
- Direktorat Jenderal Pertambangan Umum. 1993. Pedoman Reklamasi Lahan Bekas Tambang. Departemen Pertambangan dan Energi. Jakarta. 65 Hal.

- Kurniatun Hairiah, 2004. Ketebalan Seresah Sebagai Indikator Daerah Aliran Sungai (DAS) Sehat. *World Agroforestry Centre*. 40 hal.
- Hamidah. 2011. Analisis Sifat Fisik dan Kimia Tanah Pada Kegiatan Tambang Batu Bara pada PT. Jembayan Muara Bara, Kecamatan Tenggarong Seberang Kabupaten Kutai Kartanegara. Tesis PPS Magister Ilmu Lingkungan Universitas Mulawarman. Samarinda. 98 Hal.
- <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/12/02/kalimantan-timur-miliki-cadangan-batu-bara-terbesar-di-indonesia-pada-2020>)
- Ilyas, S. 2011. Biomassa Pada Tegakan Hasil Revegetasi Lahan Bekas Tambang Batubara, Studi Kasus Tanaman Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) di PT. Mukti Sarana Avindo, Kalimantan Timur. *Bulletin Lembusuana* Volume XII 120 Bulan Maret 2011. Balitbangda. Samarinda. 56 hal.
- Indriyanto. 2006. *Ekologi Hutan*. Bumi Aksara. Jakarta. 210 Hal.
- Mackinnon. K., Hatta. G., Halim. H., Mangalik. A. 2000. *Seri Ekologi Indonesia. Buku III. Ekologi Kalimantan*. Prenhallindo. Jakarta. 972 Hal.
- McGeehan, S.L. 2011. *Impact of Waste Materials and Organic Amendments on Soil Properties and Vegetative Performance*. Department of Plant, Soil, and Entomological Sciences, Univesity of Idaho, Moscow, ID 83844-2203, USA. 13 Pages.
- Permenhut RI Nomor P.16/Menhut-II/2014. *Tentang Pedoman Pinjam Pakai Kawasan Hutan*. 33 Hal.
- PPLH Unmul. 2007. *Studi Tentang Evaluasi Keberhasilan Reklamasi dan Revegetasi Lahan Bekas Tambang Pada Usaha Pertambangan Batu bara di Kalimantan Timur*. Laporan Penelitian. Samarinda. 61 Hal.
- Ramayana, A.S. 2015. *Kajian Aspek Biogeofisik Lahan Untuk desain Pemanfaatan Lahan Pasca Tambang Batubara PT. Multi Sarana Avindo di Kabupaten Kutai Kartanegara*. Disertasi S3 Ilmu Kehutanan. Program Pascasarjana. Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Ruhayat D, 1992. *Dinamika Unsur Hara Pengusahaan Hutan Alam dan Hutan Tanaman*. Makalah pada Lokakarya Hutan Lembap Tropis yang Berwawasan Lingkungan Untuk Meningkatkan Produktivitasnya. Samarinda

- Singh, R.P. *Forest Biomass and Its Role as a Source Of Energy*. Dalam Khosla, P.K (Editor). *Improvement of Forest Biomas. Symposium Proceedings. Indian Society of Tree Scientist*. Pragati Press. Delhi. 472. Pages.
- Yamani, A. 1996. Studi Tentang Produksi dan Kandungan Hara Seresah pada tegakan Hutan Alam dan Hutan Tanaman di Areal HPH PT. Kiani Lestari Batu Ampar Kalimantan Timur. Tesis PPS Magister Prodi Ilmu Kehutanan Universitas Mulawarman. 143 Hal.
- Vickery, M.I. 1984. *Ecology of Tropical Plants*. John Wiley and Sons. New York.

KEMASAMAN TANAH DAN UPAYA PENANGGULANGANNYA

Hamsyin

Jurusan/Program Studi Agroekoteknologi

Pendahuluan

Pada daerah iklim Tropis Basah kemasaman tanah merupakan salah satu masalah utama bagi pertumbuhan tanaman karena pada tanah dengan pH sangat masam Aluminium menjadi lebih larut dan beracun untuk tanaman. Sebagian besar hara tanaman menjadi kurang tersedia dan beberapa hara mikro menjadi lebih larut dan beracun serta dapat menurunkan hasil tanaman.

Kemasaman tanah dibagi dalam beberapa kelompok yaitu (1) Sangat Masam pH tanah $< 4,5$; (2) Masam untuk pH tanah berkisar antara $4,5-5,5$; (3) Agak Masam untuk pH tanah berkisar antara $5,6-6,5$; (4) Netral untuk pH tanah berkisar antara $6,6-7,5$; (5) Agak Alkalis untuk pH tanah berkisar antara $7,6-8,5$; (6) Alkalis untuk pH tanah $> 8,5$.

Pada umumnya reaksi tanah masam baik tanah gambut maupun tanah mineral menunjukkan banyaknya konsentrasi ion Hidrogen (H^+) di dalam tanah. Makin tinggi kadar ion H^+ di dalam tanah, semakin masam tanah tersebut. Di dalam tanah selain H^+ dan ion-ion lain ditemukan pula ion OH^- , yang jumlahnya sebanding dengan banyaknya H^+ . Pada tanah-tanah masam jumlah ion H^+ lebih tinggi daripada OH^- . Sedangkan pada tanah alkalis kandungan OH^- lebih banyak daripada H^+ . Bila kandungan H^+ sama dengan OH^- maka tanah bereaksi netral yaitu mempunyai pH 7.

Bila tanah terlalu asam atau terlalu basa maka tanaman akan tumbuh kurang sempurna sekalipun masih bisa tumbuh dan menghasilkan buah. Memang ada beberapa tanaman tertentu yang cocok di tanah asam ataupun basa. Ketersediaan unsur hara makro di dalam tanah ini sedikit sedangkan

hara mikro seperti Besi dan Aluminium tinggi. Hal ini mengakibatkan tanaman kekurangan hara dan keracunan.

Salah satu upaya yang ditempuh dalam upaya meningkatkan dan memperbaiki lahan masam adalah dengan menurunkan keasaman dan meningkatkan kejenuhan basa yang diperoleh dengan pemberian kapur serta pemupukan. Upaya peningkatan kejenuhan basa, maka pH tanah naik dan unsur hara relatif lebih mudah tersedia.

Pengertian Reaksi Tanah (pH Tanah) dan Tanah Masam

Reaksi tanah menunjukkan sifat kemasaman atau alkalinitas tanah yang dinyatakan dengan nilai pH. Nilai pH menunjukkan banyaknya konsentrasi ion hidrogen (H^+) di dalam tanah. Makin tinggi kadar ion H^+ dalam tanah, semakin masam tanah tersebut.

Reaksi tanah atau pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan dalam tanah. Kemasaman tanah didefinisikan sebagai logaritma aktivitas ion hidrogen (H^+) yang terlarut. Sejumlah proses dalam tanah dipengaruhi oleh reaksi tanah dan biokimia tanah yang berlangsung spesifik.

Secara teoretis, angka pH berkisar antara 1-14. Angka satu berarti kepekatan ion hidrogen di dalam tanah ada 10^{-1} atau 1/10 gmol/l. Tanah pada kepekatan ini sangat asam. Sementara angka 14 berarti kepekatan ion hidrogennya 10^{-14} gmol/l. Tanah pada angka kepekatan ini sangat basa. Koefisien aktivitas ion hidrogen tidak dapat diukur secara eksperimental, sehingga nilainya didasarkan pada perhitungan teoretis. Skala pH bukanlah skala absolut. pH bersifat relatif terhadap sekumpulan larutan standar yang pH-nya ditentukan berdasarkan persetujuan Internasional.

Tanah masam adalah tanah yang memiliki nilai PH kurang dari 5,5, baik berupa lahan kering maupun lahan basah, semakin rendah pH tanahnya maka semakin ekstrem kemasamannya. Keasaman tanah ditentukan oleh kadar atau kepekatan ion hidrogen di dalam tanah tersebut. Bila kepekatan ion hidrogen di dalam tanah terlalu tinggi maka tanah akan bereaksi asam, sebaliknya bila kepekatan ion hidrogen terlalu rendah maka tanah akan bereaksi basa. Pada kondisi ini kadar kation OH^- lebih tinggi dari ion H^+ .

Faktor Penyebab Kemasaman Tanah

1. Air Hujan

Air hujan bereaksi dengan gas asam karbonat (CO_2), asam sulfat (SO_2), asam sulfat (SO_3) di udara terlarut menyebabkan hujan asam. Air hujan asam ini akan menyebar ke segala penjuru melalui selokan, anak sungai, kembali lagi naik ke waduk dan kembali sawah. Untuk itu sanitas dan struktur selokan persawahan sangat penting untuk mengontrol air dan menjaga kondisi keasaman air

2. Respirasi Akar

Tanaman juga menghasilkan karbon dioksida karena proses respirasi akar, dan selama periode pertumbuhan aktif akar dapat menyebabkan karbon dioksida di tanah yang konsentrasinya lebih tinggi beberapa kali dari di atmosfer, sehingga terjadi peningkatan jumlah karbon dioksida terlarut dalam air tanah dan menyebabkan peningkatan keasaman tanah atau pH menjadi lebih rendah.

3. Kekurangan Unsur Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg)

Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg) unsur hara makro sekunder yang di butuhkan relatif besar untuk pertumbuhan tanaman. Kandungan kalsium dalam tanah berfungsi untuk mengoreksi keasaman tanah, menetralkan kejenuhan zat-zat yang meracuni tanah, meningkatkan efektivitas dan efisiensi penyerapan zat-zat hara, menjaga tingkat ketersediaan unsur hara mikro, memperbaiki porositas, struktur tanah, dan aerasi tanah yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman.

4. Penggunaan Pupuk Kimia Berlebihan

Pupuk kimia modern biasanya menggunakan amonium sebagai sumber nitrogen, ketika terjadi oksidasi ammonium dihasilkan ion nitrat dan ion hidrogen sehingga menyebabkan pengasaman tanah. Oleh sebab itu jika tanah sudah terlalu asam, maka penggunaan pupuk terutama pupuk urea harus selalu dikontrol dosisnya. Sedangkan pupuk monocalcium fosfat saat terhidrolisis dalam air membentuk fosfat bikalsium dan asam fosfat. Asam fosfat terisolasi sangat cepat seiring dengan peningkatan pH dari 3 menjadi lebih dari 7. Ketika ion hidrogen (H^+) yang sudah terlarut dalam kisaran pH tanah asam, maka menjadi faktor penyebab kemasaman tanah. Secara umum ion hidrogen (H^+) ketiga tersebut akan terlarut pada pH di atas netral, sehingga tidak termasuk faktor penyebab pengasaman tanah. Akan tetapi, kedua ion hidrogen (H^+) yang sudah terlarut dalam kisaran

pH tanah asam, termasuk faktor penyebab kemasaman tanah. Ketika pupuk fosfor diberikan dalam lubang tugal, maka H_3PO_4 terdisosiasi dalam tanah sehingga terjadi nilai pH yang sangat rendah di dekat pupuk tersebut. Tingkat keasaman ini akan secara bertahap menyebar ke dalam tanah sekitar lokasi pupuk.

5. **Faktor Reaksi Oksidasi yang Menghasilkan Ion Hidrogen**
Semua reaksi oksidasi dalam tanah yang menghasilkan ion hidrogen dapat menyebabkan terjadinya pengasaman tanah. Salah satu reaksi pengasaman paling efektif adalah oksidasi sulfur anorganik. Belerang biasanya digunakan jika tanah memiliki pH lebih tinggi dari yang diinginkan, sehingga diperlukan upaya penurunan pH tanah. Misalnya reaksi oksidasi pirit yang terjadi pada tanah rawa yang diangkat sehingga terjadi reaksi oksidasi dari pirit tanah tersebut, setiap ion S dihasilkan 2 ion Hidrogen
6. **Bahan Organik**
Berbagai macam bahan organik juga dapat menyebabkan pengasaman tanah. Kemampuan pengasamannya tergantung pada jenis tanaman sebagai sumber bahan organik tersebut. Beberapa tanaman mengandung asam organik dalam jumlah yang sangat berbeda dengan tanaman lainnya. Asam organik hasil dekomposisi bahan organik menyebabkan pengasaman tanah.
Bahan organik yang berasal dari tanaman dengan kandungan basa-basa rendah juga menyebabkan terjadinya sedikit pengasaman tanah. Bahan organik yang berasal dari tanaman dengan kandungan basa-basa kurang mencukupi kebutuhan mikrobial pendekomposernya, menyebabkan mikrobial tersebut menyerap basa-basa keperluannya dari sistem tanah, sehingga basa-basa tanah seperti kalsium dan magnesium terkuras dari tanah maka menyebabkan terjadinya pengasaman tanah.
7. **Tanaman**
Pertumbuhan tanaman juga berkontribusi dalam pengasaman tanah, proses penyerapan hara utama (kalium, kalsium dan magnesium) disertai pertukaran dengan ion hidrogen sehingga menyebabkan terjadinya pengasaman tanah. Jenis Tanaman tertentu juga mempengaruhi pengasaman tanah. Contohnya adalah tanaman Leguminosa, selama masa pertumbuhan tanaman Leguminosa terjadi penyerapan anion dan kation dengan perbandingan yang

tidak seimbang, sehingga lebih mengasamkan tanah. Tanaman leguminosa menyerap hara nitrogen dari hasil fiksasi mikrobial yang bersimbiosis dengannya. Tanaman non-leguminosa menyerap nitrogen dari sistem tanah dan penyerapan ini dalam kondisi yang seimbang dengan penyerapan kation-kation basa, sehingga lebih sedikit pertukaran dengan ion hidrogen, maka sedikit menyebabkan pengasaman tanah.

8. Hujan Asam

Hujan asam juga memberikan kontribusi dalam proses pengasaman tanah. Dalam sistem tanah kontribusi dari hujan asam relatif rendah dibandingkan dengan pengaruh dari pasir sesquioxida yang bersifat sangat asam yang kapasitas tukar kation sangat rendah. Akan tetapi banyak tanaman sangat peka terhadap pengaruh dari hujan asam.

Adapun faktor lainnya penyebab kemasaman pada tanah yaitu sebagai berikut: Tanah bereaksi masam (pH rendah) adalah karena tanah kekurangan Kalsium (CaO) dan Magnesium (MgO), ini disebabkan oleh:

1. Curah hujan tinggi, pada daerah dengan iklim tropika basah, dengan curah hujan yang tinggi, secara alami tanah akan menjadi masam akibat pencucian unsur hara yang ada.
2. Pupuk pembentuk asam, Pupuk nitrogen seperti Urea, ZA, Amonium Sulfat, KCl, ZK adalah pupuk yang mempunyai pengaruh mengasamkan tanah.
3. Drainase, drainase yang kurang baik, genangan air yang terus menerus pada tanah yang berawa, tanah pada keadaan yang demikian selalu asam.
4. Adanya unsur berlebihan, Al (Aluminium), Fe (Besi) dan Cu (Tembaga) dalam kadar yang berlebih, seperti di sekitar pegunungan verbek atau daerah tambang nikel, besi dan tembaga selalu dijumpai tanah asam.

Ciri-Ciri Tanah yang Masam

Tanah yang masam memiliki ciri berbau busuk, permukaan air seperti ditutupi lapisan karat besi, dan banyak tumbuh lumut. Jenis tanah dari lahan ini digolongkan juga sebagai tanah bermasalah, yaitu tanah yang mempunyai sifat baik fisika, kimia, maupun biologi lebih jelek dibandingkan dengan tanah mineral umumnya sehingga produktivitas lahan jenis tanah ini tergolong rendah, bahkan sangat rendah.

Tanah sulfat masam dapat dibedakan menjadi 2 golongan yaitu:

1. Tanah sulfat masam potensial yang cirinya antara lain lapisan pirit pada kedalaman >50 cm dari permukaan tanah.
2. Semua jenis tanah yang digolongkan sebagai tanah sulfat masam aktual. Adapun yang dimaksud dengan tanah sulfat masam potensial yang dicirikan oleh warna kelabu, kemasaman sedang sampai dengan masam ($\text{pH} > 4.0$), sementara itu yang dimaksud dengan tanah sulfat masam aktual yang dicirikan dengan warna kecokelatan pada permukaan, dan sangat masam atau $\text{pH} < 3,5$ (Noor, 2004).

Tanah sulfat masam merupakan tanah yang mengandung senyawa pirit (FeS_2), banyak terdapat di daerah rawa, pasang surut maupun lebak. Mikroorganisme sangat berperan dalam pembentukan tanah tersebut. Pada kondisi tergenang senyawa tersebut bersifat stabil, namun bila telah teroksidasi maka akan memunculkan problem bagi tanah, kualitas kimia perairan dan biota-biota yang berada baik di dalam tanah itu sendiri maupun yang berada di badan-badan air, di mana hasil oksidasi tersebut tercuci ke perairan tersebut.

Pengaruh Tanah Masam Terhadap Tanaman

Tanah yang masam dapat menyebabkan penurunan ketersediaan unsur hara bagi tanaman akibat kekurangan unsur hara Ca dan Mg, meningkatkan dampak unsur beracun dalam tanah akibat tingginya kandungan Al^{3+} , berkurangnya unsur Mo sehingga proses fotosintesis terganggu, mempengaruhi fungsi penting biota tanah yang bersimbiosis dengan tanaman seperti fiksasi nitrogen oleh *Rhizobium* dan terakumulasinya ion H^+ pada tanah sehingga menghambat pertumbuhan tanaman.

Mensvoort dan Dent (1998) menyebutkan bahwa senyawa pirit (ferit) tersebut merupakan sumber masalah pada tanah tersebut. Selain itu jika tanah ini dikeringkan atau teroksidasi, maka senyawa pirit akan membentuk senyawa feri hidroksida $\text{Fe}(\text{OH})_3$ sulfat SO_4^{2-} dan ion hidrogen H^+ sehingga tanah menjadi sangat masam. Akibatnya kelarutan ion-ion Fe^{2+} , Al^{3+} dan Mn^{2+} bertambah di dalam tanah dan dapat bersifat racun bagi tanaman. Ketersediaan fosfat menjadi berkurang karena diikat oleh besi atau aluminium dalam bentuk besi fosfat atau aluminium fosfat. Biasanya bila tanah masam kejenuhan basa menjadi rendah, akibatnya terjadi kekahatan unsur hara di dalam tanah (Putu dan Widjaya-Adhi, 1990).

Upaya Peningkatan pH dalam Mengurangi Kemasaman Tanah

Ada tiga kelompok cara penanganan masalah tanah masam yang berhubungan dengan pengelolaan kesuburan tanah dan pengendalian gulma di tingkat masyarakat, yaitu cara kimia, cara fisik-mekanik dan cara biologi. Masing-masing cara memiliki kelebihan dan kekurangan, sehingga dalam praktik ketiga cara tersebut seringkali diterapkan secara bersama-sama.

Cara kimia merupakan salah satu upaya pemecahan masalah kesuburan tanah dengan menggunakan bahan-bahan kimia buatan. Beberapa upaya yang sudah dikenal adalah pengapuran, pemupukan, dan penyemprotan herbisida.

Pengapuran

Pengapuran merupakan upaya pemberian bahan kapur ke dalam tanah masam dengan tujuan untuk:

1. Meningkatkan pH tanah

Nilai pH tanah dinaikkan sampai pada tingkat mana Al tidak bersifat racun lagi bagi tanaman dan unsur hara tersedia dalam kondisi yang seimbang di dalam tanah. Peningkatan pH tanah yang terjadi sebagai akibat dari pemberian kapur, tidak dapat bertahan lama, karena tanah mempunyai sistem penyangga, yang menyebabkan pH akan kembali ke nilai semula setelah beberapa waktu berselang.

2. Meningkatkan Kapasitas Tukar Kation (KTK)

KTK meningkat sebagai akibat dari peningkatan pH tanah. Namun peningkatan KTK ini juga bersifat tidak tetap, karena sistem penyangga pH tanah tersebut di atas.

3. Menetralkan Al yang meracuni tanaman.

Karena unsur Ca bersifat tidak mudah bergerak, maka kapur harus dibenamkan sampai mencapai kedalaman lapisan tanah yang mempunyai konsentrasi Al tinggi. Hal ini agak sulit dilakukan di lapangan, karena dibutuhkan tenaga dalam jumlah banyak dan menimbulkan masalah baru yaitu pemadatan tanah. Alternatif lain adalah menambahkan dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) yang lebih mudah bergerak, sehingga mampu mencapai lapisan tanah bawah dan menetralkan Al. Pemberian kapur seperti ini memerlukan pertimbangan yang saksama mengingat pemberian Ca dan Mg akan mengganggu keseimbangan unsur hara yang lain.

Tanaman dapat tumbuh baik, jika terdapat nisbah Ca/Mg/K yang tepat di dalam tanah. Penambahan Ca atau Mg seringkali malah mengakibatkan tanaman menunjukkan gejala kekurangan K, walaupun jumlah K sebenarnya sudah cukup di dalam tanah. Masalah ini menjadi semakin sulit dipecahkan, jika pada awalnya sudah terjadi kahat unsur K pada tanah tersebut.

Tanah masam umumnya tidak produktif. Untuk meningkatkan produktivitas tanah tersebut, pemberian kapur adalah cara yang tepat. Beberapa keuntungan dari pengapuran adalah:

1. Fosfat menjadi lebih tersedia,
2. Kalium menjadi lebih efisien dalam unsur hara tanaman,
3. Struktur tanahnya menjadi baik dan kehidupan organisme dalam tanah lebih giat,
4. Menambah Ca dan Mg bila yang digunakan adalah dolomit,
5. Kelarutan zat-zat yang sifatnya meracun tanaman menjadi menurun dan unsur lain tidak banyak terbuang.

Selain tanah-tanah yang bereaksi masam, terdapat pula tanah yang bereaksi alkalis (basa) dengan derajat pH lebih dari 8.0. Tanah-tanah demikian perlu diturunkan pH-nya sampai mendekati netral agar pemanfaatannya untuk berusaha tani lebih baik. Usaha untuk menurunkan pH pada tanah yang reaksinya alkalis dapat dilakukan dengan memberikan beberapa bahan, yaitu tepung belerang (S).

Cara pengapuran dengan bahan pengapur untuk menaikkan pH tanah yang paling umum pada tanah-tanah pertanian yang menghendaki perbaikan derajat keasamannya adalah dengan cara disebar.

Pengapuran cara disebar 15-30 hari sebelum penanaman dilaksanakan, kapur bakar atau kapur mati diberikan dengan jalan disebar merata di permukaan tanah. Pada pengolahan tanah terakhir (menghaluskan dan meratakan), kapur diaduk dengan tanah agar butir-butir kapur masuk ke dalam lapisan tanah. Bila yang digunakan tepung batu kapur (kapur pertanian) hendaknya diberikan jauh lebih awal daripada kapur bakar maupun kapur mati. Cara pemberian dengan disebar biasa dilaksanakan pada penanaman kedelai, dengan menggunakan dosis 2 - 4 ton kapur mati per hektare.

Pengapuran dengan cara disemprotkan biasa dilakukan pada tanaman kacang tanah. Pada tanaman ini pengapuran merupakan suatu pekerjaan yang baik untuk menyediakan unsur Ca bagi tanaman kacang

tanah. Hal ini disebabkan karena kebutuhan Ca pada kacang tanah adalah besar terutama untuk pembentukan polong. Cara pemberian tepung belerang adalah pada saat pengolahan tanah tepung belerang ditaburkan di atas permukaan tanah. Pada pengolahan selanjutnya tepung belerang akan diaduk atau teraduk ke dalam lapisan tanah. Sedangkan cara pemberian gipsum adalah tepung gipsum halus ditebarkan pada permukaan tanah kemudian diaduk dengan tanah. Jumlah gipsum yang dibutuhkan untuk menurunkan pH dari derajat basa sampai mendekati netral adalah 6 ton per hektare, tergantung, pada alkalinitas asal dan jenis tanahnya. Setelah pemberian tepung gipsum dilaksanakan, lahan harus dialiri dengan air tawar.

Bila ada kelebihan pemberian kapur, yaitu penambahan kapur melebihi pH tanah yang diperlukan oleh pertumbuhan optimum tanaman, biasanya tanaman akan memberikan tanggapan terhadap pengapuran akan sangat menderita, terutama pada tahun pertama pemberian kapur. Pemberian kapur dalam jumlah sedang pada tanah berat tidak akan memberikan pengaruh buruk. Tetapi, pada tanah berpasir atau berdebu dan bahan organik rendah jumlah pemberian kapur yang sama menyebabkan banyak tanaman menderita. Pengaruh buruk yang dapat terjadi adalah:

1. Kekurangan besi, mangan, tembaga dan seng,
2. Ketersediaan fosfor mungkin menurun karena pembentukan senyawa kompleks dan tidak larut,
3. Serapan fosfor dan penggunaannya dalam metabolisme tanaman dapat terganggu,
4. Serapan boron dan penggunaannya dapat terganggu.
5. Perubahan pH yang meningkat cepat dapat berpengaruh buruk

Dengan begitu kerusakan akibat kelebihan kapur sukar diterangkan secara memuaskan, karena adanya hubungan biokoloidal yang kompleks dalam tanah.

Untuk menentukan banyaknya kapur yang diperlukan untuk tiap-tiap hektare tanah diperlukan beberapa cara antara lain, yaitu:

1. Metode SMP (Schoemaker, McLean, dan Pratt). Metode ini dilanjutkan dengan mengukur jumlah H^+ dan Al^{3+} yang dapat dipertukarkan dan larut dengan menggunakan larutan SMP buffer. Prosedurnya yaitu terlebih dahulu mengocok tanah dengan air destilat kemudian diukur pH-nya. Dengan kertas lakmus atau pH meter. Bila tanah

tersebut tergolong masam, maka pengukuran dilanjutkan dengan menambah larutan SMP buffer lalu dikocok. Kemudian diukur lagi pH-nya. Berdasarkan metode ini maka kebutuhan kapur dapat diketahui melalui tabl kebutuhan kapur.

2. Metode berdasarkan kadar Al-dd tanah permukaan, yaitu kadar Al-dd yang diekstrak dengan larutan KCl 1 N.

Pemupukan (Penambahan Unsur Hara)

Pemupukan merupakan jalan termudah dan tercepat dalam menangani masalah keadaan unsur hara, namun bila kurang memperhatikan kaidah-kaidah pemupukan, pupuk yang diberikan juga akan hilang percuma. Pada saat ini sudah diketahui secara luas bahwa tanah-tanah pertanian di Indonesia terutama tanah masam kahat unsur nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K). Oleh karena itu petani biasanya memberikan pupuk N, P, K secara sendiri-sendiri atau kombinasi dari ketiganya. Pupuk N mudah teroksidasi, sehingga cepat menguap atau tercuci sebelum tanaman menyerap seluruhnya. Pupuk P diperlukan dalam jumlah banyak karena selain untuk memenuhi kebutuhan tanaman juga untuk menutup kompleks pertukaran mineral tanah agar selalu dapat tersedia dalam larutan tanah.

Pemupukan K atau unsur hara lain dalam bentuk kation, akan banyak yang hilang kalau diberikan sekaligus, karena tanah masam hanya mempunyai daya ikat kation yang sangat terbatas (nilai KTK tanah-tanah masam umumnya sangat rendah). Unsur hara yang diberikan dalam bentuk kation mudah sekali tercuci. Supaya tujuan yang ingin dicapai melalui pemupukan dapat berhasil dengan baik, maka harus diperhatikan hal-hal berikut:

1. Waktu pemberian pupuk

Waktu pemberian pupuk harus diperhitungkan supaya pada saat pupuk diberikan bertepatan dengan saat tanaman membutuhkannya, yang dikenal dengan istilah sinkronisasi. Hal ini dimaksudkan agar tidak banyak unsur hara yang hilang tercuci oleh aliran air, mengingat intensitas dan curah hujan di kawasan ini sangat tinggi. Waktu pemberian pupuk yang tepat bervariasi untuk berbagai jenis pupuk dan jenis tanamannya.

Pemupukan N untuk tanaman semusim sebaiknya diberikan paling tidak dua kali, yaitu pada saat tanam dan pada saat pertumbuhan

maksimum (sekitar 1-2 bulan setelah tanam). Sementara pupuk P dan K bisa diberikan sekali saja yaitu pada saat tanam.

2. Penempatan Pupuk

Penempatan pupuk harus diusahakan berada dalam daerah aktivitas akar, agar pupuk dapat diserap oleh akar tanaman secara efektif. Kesesuaian letak pupuk dengan posisi akar tanaman disebut dengan istilah sinlokalisasi.

3. Dosis pupuk

Jumlah pupuk yang diberikan harus sesuai dengan kebutuhan tanaman, supaya pupuk yang diberikan tidak banyak yang hilang percuma sehingga dapat menekan biaya produksi serta menghindari terjadinya polusi dan keracunan bagi tanaman.

Walaupun pemupukan merupakan cara yang mudah dan cepat untuk mengatasi permasalahan kahat (defisiensi) hara, namun terdapat beberapa kelemahan dari cara ini yang harus dipertimbangkan dalam merencanakan program pemupukan. Beberapa kelemahan dari pengelolaan tanah secara kimia adalah:

1. Pemupukan membutuhkan biaya tinggi karena harga pupuk mahal
2. Penggunaan pupuk tidak dapat menyelesaikan masalah kerusakan fisik dan biologi tanah, bahkan cenderung mengasamkan tanah.
3. Pemupukan yang tidak tepat dan berlebihan menyebabkan pencemaran lingkungan

Pemberian Bahan Organik

Bahan organik selain dapat meningkatkan kesuburan tanah juga mempunyai peran penting dalam memperbaiki sifat fisik tanah. Bahan organik dapat meningkatkan agregasi tanah, memperbaiki aerasi dan perkolasi, serta membuat struktur tanah menjadi lebih remah dan mudah diolah. Bahan organik tanah melalui fraksi-fraksinya mempunyai pengaruh nyata terhadap pergerakan dan pencucian hara. Asam fulvat berkorelasi positif dan nyata dengan kadar dan jumlah ion yang tercuci, sedangkan asam humat berkorelasi negatif dengan kadar dan jumlah ion yang tercuci. Penyediaan bahan organik dapat pula diusahakan melalui pertanaman lorong (alley cropping).

Selain pangkasan tanaman dapat menjadi sumber bahan organik tanah, cara ini juga dapat mengendalikan erosi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penanaman *Flemingia* sp. dapat meningkatkan pH tanah dan kapasitas tukar kation serta menurunkan kejenuhan Al. Petani menyadari bahwa pemberian pupuk organik dapat meningkatkan kesuburan tanah. Menurut mereka, pengaruh pupuk organik dalam memperbaiki kesuburan tanah kurang spontan akan tetapi pengaruhnya lebih tahan lama. Sedangkan pupuk buatan pengaruhnya spontan akan tetapi hanya tahan beberapa minggu atau bulan. Pupuk organik yang digunakan adalah pupuk hijau, kotoran ternak, bagas, dan sebagainya. Berdasarkan pengalaman bahwa pengusaha tanaman semusim yang sebagian besar biomasanya tidak dikembalikan, lebih cepat menguras zat makanan yang ada di tanah, mereka mulai belajar mengembalikan sisa-sisa panen ke lahan.

Pengaturan Sistem Tanam

Pengaturan sistem tanam sebenarnya hanya bersifat untuk mencegah keasaman tanah atau mencegah kemasaman tanah yang lebih parah. Hal ini berkaitan erat dengan artikel maspariy yang berjudul Mengatasi Tanah Asem-asemen pada Padi Sawah pembeeraan untuk mempertahankan kesuburan tanah, petani memberakan lahan [Bahasa Jawa: bero] atau membiarkan semak belukar tumbuh di lahan yang telah diusahakan beberapa musim. Menurut mereka, tanaman akan tumbuh lebih baik pada lahan yang sebelumnya diberakan. Bera dengan hanya mengandalkan suksesi alami memerlukan waktu lebih lama untuk mengembalikan kesuburan tanah. Tumpanggilir. Pengusahaan satu jenis tanaman semusim saja selama tiga tahun berturut-turut menyebabkan tanah menjadi “kurus” dan “cepat panas”. Menurut pengamatan petani, jenis tanaman pangan yang banyak menguras zat makanan dalam tanah [Bhs. Jawa: ngeret lemah] adalah ubikayu, ketela rambat dan kacang tanah. Tumpangsari. Beberapa petani juga melakukan tumpangsari di lahan mereka.

Pada umumnya dasar keputusan petani untuk memilih sistem tumpangsari adalah karena alasan ekonomi, bukannya kesadaran untuk mempertahankan kesuburan tanah. Misalnya pendapatan petani dari hasil tumpangsari jagung dan padi ternyata lebih besar dari hasil jagung atau padi monokultur. Pencegahan erosi. Pada dasarnya petani menyadari

pentingnya pencegahan erosi di lahan mereka, terutama pada lahan yang curam. Beberapa usaha yang telah dicoba adalah dengan membuat guludan sejajar kontur atau menggunakan batang pohon yang ditebang pada saat pembukaan lahan sebagai teras-teras akan tetapi karena intensitas curah hujan yang tinggi serta struktur tanah yang kurang mantap menyebabkan guludan tersebut mudah longsor. Sebagian petani ada yang membuat guludan tegak lurus arah kontur, sehingga air limpasan bisa mengalir lebih cepat. Cara ini memang bisa mengurangi kerusakan guludan dan mempercepat pematuan karena tanaman tertentu tidak menyukai tanah yang terlalu basah, tetapi pengikisan tanah (erosi) tetap terjadi.

Pemberian Mikroorganisme Pengurai

Terdapatnya bahan organik yang belum terurai juga akan menyumbangkan tingkat keasaman tanah, peristiwa ini sering dilihat pada tanah-tanah sawah yang terlalu cepat pengerjaannya. Pemberian mikroorganisme pengurai akan mempercepat dekomposisi bahan organik dalam tanah sehingga akan membantu ketersediaan dan keseimbangan unsur hara. Selain itu perombakan bahan organik juga akan menyeimbangkan KTK tanah.

Pengaruh pH Terhadap Pertumbuhan Tanaman

1. Menentukan mudah tidaknya ion-ion unsur hara diserap oleh tanaman. Pada umumnya unsur hara akan mudah diserap tanaman pada pH 6,0-7,0, karena pada pH tersebut sebagian besar unsur hara tersedia secara optimal.
2. Derajat pH dalam tanah juga menunjukkan keberadaan unsur-unsur yang bersifat racun bagi tanaman. Jika tanah masam akan banyak ditemukan unsur aluminium (Al) yang selain meracuni tanaman juga mengikat fosfor sehingga tidak bisa diserap tanaman. Selain itu pada tanah masam juga terlalu banyak unsur mikro yang bisa meracuni tanaman. Sedangkan pada tanah basa banyak ditemukan unsur Na (Natrium) dan Mo (Molibdenum)
3. Kondisi pH tanah juga menentukan perkembangan mikroorganisme dalam tanah. Pada pH 5,5-7,0 jamur dan bakteri pengurai bahan organik akan tumbuh dengan baik. Demikian juga mikroorganisme yang menguntungkan bagi akar tanaman juga akan berkembang dengan baik.

Pengaruh peningkatan pH tanah terhadap tanaman adalah sebagai berikut:

1. pH di bawah 4.5 (terlalu asam), menyebabkan akar rusak sehingga kualitas dan jumlah panen turun. Terlihat pada saat perubahan tanaman dari fase vegetatif ke generatif.
2. pH 5.5-6,0 (rata-rata tanah di Indonesia), Terdapat unsur hara yang optimum untuk tanaman
3. pH di atas 6,0 pada tingkatan ini tanaman akan terlalu vegetatif, hal ini tidak berpengaruh pada kualitas buah.
4. Menaikan atau menurunkan pH tanah juga berguna untuk pengendalian penyakit, pH tanah diubah agar tidak sesuai dengan kebutuhan patogen, biasanya untuk tanaman umbi-umbian seperti kentang.

Daftar Pustaka

- <http://ambarawa-jawa.blogspot.com/2012/09/pengapuran-untuk-meningkatkan-ph-tanah.html>. Diakses pada hari Senin tanggal 09 Desember 2013.
- http://www.agrina-online.com/show_article.php?rid=6&aid=2982. Diakses pada hari Senin tanggal 09 Desember 2013.
- <http://ganitri.blogspot.com/2009/05/pengaruh-ph-tanah-terhadap-pertumbuhan.html>. Diakses pada hari Senin tanggal 09 Desember 2013.
- <http://www.gerbangpertanian.com/2011/11/mengatasi-tanah-masam-dan-basa.html>. Diakses pada hari Senin tanggal 09 Desember 2013.
- <http://ganitri.blogspot.com/2009/05/SitusResmiPemerintahKabupatenPekalongan-KotaSANTRI-CaraMenanggulangiMasalahTanahMasam.htm>. Diakses pada hari Senin tanggal 09 Desember 2013.
- worldagroforestry.org, pupukdsp.com, doctortani.com, repository.usu.ac.id. Diakses pada hari Senin tanggal 09 Desember 2013.
- <http://www.profitgoonline.com>. Berbagi Dengan Ikhlas Karya Ilmiah tentang Pengaruh PH Tanah pada pertumbuhan tanaman.htm. Diakses pada hari Senin tanggal 09 Desember 2013.
- [http://ambarawa-jawa.blogspot.com/2012/09/JurnalHijauReaksiTanah\(pH\).Htm](http://ambarawa-jawa.blogspot.com/2012/09/JurnalHijauReaksiTanah(pH).Htm). Diakses pada hari Senin tanggal 09 Desember 2013

KARAKTERISTIK LAHAN, MORFOLOGI DAN KESUBURAN TANAH BERDASARKAN POSISI LERENG (TOPOSEQUENCE) DI KABUPATEN KUTAI TIMUR

Mulyadi

Jurusan/Program Studi Agroekoteknologi

Pendahuluan

Tanah merupakan sumber daya lahan yang sangat vital dalam ekosistem, antara lain berperan sebagai tempat pertumbuhan tanaman, habitat untuk kehidupan hewan, sistem yang mendaur ulang siklus hara, tangkapan air dan sebagai penyangga/pemurnian ekosistem. Kutai Timur memiliki iklim hutan hujan tropis dengan curah hujan tahunan berkisar antara 1500-2000 mm memberikan pengaruh yang berbeda terhadap proses pembentukan dan perkembangan tanah.

Peranan topografi menjadi faktor yang sangat penting untuk mengakses dan mendeterminasi sifat-sifat tanah, khususnya di daerah dengan iklim hujan tropis akibat berinterkasinya sifat-sifat pembentuk tanah (iklim, topografi) di samping faktor lainnya seperti bahan induk, vegetasi dan waktu (Buol dkk., 2011). Posisi lereng juga mempengaruhi proses-proses pelapukan, perkembangan tanah dan leaching. Toposekuen merupakan konsep perkembangan tanah yang berhubungan dengan topografi dan berperan aktif terhadap pengaruh sifat-sifat tanah, khususnya pada unit-unit lereng yang berurutan (toposequence), di mana toposekuen adalah pendekatan konsep dalam perubahan sifat-sifat tanah yang diakibatkan oleh perbedaan elevasi.

Areal reklamasi lahan pasca tambang memerlukan lapisan tanah (solum) untuk melapisi hamparan pembuangan kupasan batuan permukaan (*tailing*) dengan menggunakan lapisan tanah yang diambil

dari lokasi masih bervegetasi alam (hutan/belukar) agar kesuburan tanah dapat terjaga dan areal reklamasi dapat segera di revegetasi. Saat ini pengambilan material tanah untuk pelapisan areal reklamasi lahan belum berdasarkan susunan (horizon) tanah di lapangan dan sebagian diambil mencapai lapisan bahan induk, sehingga upaya untuk mempertahankan kesuburan tanah pada lahan bervegetasi alami tidak sesuai harapan.

Informasi karakteristik tanah dengan tapak bervegetasi alam (hutan/belukar) akan sangat membantu dalam mengidentifikasi pengelolaan tataguna lahan yang diprioritaskan, khususnya management reklamasi lahan pasca tambang yang beroperasi di Kutai Timur.

Metodologi

Studi telah dilakukan di sekitar kota Sangatta, yaitu di areal PT. Kaltim Prima Coal. Lama studi sekitar 6 (enam) bulan yang meliputi pengambilan data lapangan, analisis tanah di laboratorium dan tabulasi data. Pengambilan data tanah di lapangan dilakukan dengan membuat transek berdasarkan toposekuen dengan membuat profil/mini pit tanah di bagian atas (*upper slope*), tengah (*middle slope*) dan bagian bawah (*lower slope*). Transek dibuat dengan memotong arah bukit dari lembah hingga puncak dengan menggunakan kompas untuk arah dan klinometer untuk lereng. Pengamatan tanah mengikuti metode "Guidelines for Soil Profile Description", sedang contoh tanah di analisis di laboratorium tanah untuk sifat fisik dan kimia tanah. Kelas lereng yang ditetapkan dalam studi adalah areal yang bervegetasi alam (hutan/belukar) dengan kelas lereng 8-15, 15-30 %, 30-45 % dan > 45 %. Setiap titik pengamatan diamati sifat-sifat tanah seperti susunan lapisan (horizon) tanah (topsoil, subsoil, parents material). Pengamatan profil/mini pit tanah meliputi Horizon tanah (A, B, C), warna, tekstur, struktur, konsistensi, fragmen kasar (> 2 mm) dan sifat-sifat genetik tanah lainnya. Setiap lapisan tanah diambil contoh tanah untuk analisis di laboratorium tanah seperti: Tekstur (clay, silt dan sand), pH (H_2O dan KCl), Karbon organik (%), N-total (%), Fosfor dan Kalium tersedia (ppm), susunan kation dan Kapasitas Tukar Kation (Cmol +).

Karakteristik Lahan

1. Pit North Melawan

Lokasi pengamatan pertama termasuk kelompok fisiografi sistem dataran dengan bentuk wilayah bergelombang, kelas lereng berkisar

antara 8-15% dan panjang lereng bervariasi antara 112-140 m. Tanah berkembang dari pelapukan batuan sedimen jenis mudstone (shale), di mana sifat-sifat tersebut masih terlihat pada penampang tanah kedalaman 83-186 cm (*upper slope*), 101-178 cm (*middle slope*) dan 95-136 cm (*lower slope*). Sifat-sifat bahan induk itu teramati berwarna kelabu cerah dan batas bawah horizon ini batas ketebalan tanah (solum).

Tanah umumnya berwarna coklat kekuningan hingga coklat dengan tekstur lapisan atas lempung berdebu hingga lempung berliat (horizon A), *light yellowish brown* hingga *pale red* dengan tekstur *silt loam* hingga *clay foam* di lapisan B. Susunan horizon adalah A/Ah (3-10 sm di *upper*, 3-20 cm di *middle*, 3-23,5 cm di *lower* dan 5 cm di valley); Horizon AB/Bt1/Bt2/Bt3/BC (75-179 cm di *upper*, 34-158 cm di *middle*, 80-123 cm di *lower* dan 175 cm di valley) dan C horizon. Pada Horizon BC di daerah *upper* dan *lower*, tanahnya bercampur dengan partikel kasar (coarse fragment) berupa iron concretion. Untuk lebih detail keterangan Pit North Melawan dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini dan pada lampiran (deskripsi Morfologi tanah).

Ketebalan topsoil Pit North Melawan berkisar antara 10-33 cm di *upper*, 19-25 cm di *middle*, 3-24 cm di *lower* dan sekitar 30 cm di daerah valley. Ketebalan subsoil relatif tebal yaitu 75-173 cm di *upper*, 65-168 cm di *middle*, 117-148 cm di *lower* dan sekitar 151 cm di valley. Informasi lebih detail tentang ketebalan tanah dapat dilihat pada tabel rekomendasi penggunaan ketebalan tanah pada lampiran (Pit North Melawan). Tanah secara umum dapat diklasifikasikan ke dalam jenis tanah Typic Hapludults (USDA, 2014) yang setara dengan Haplic Alisols (FAO, 1988) atau Podsolik Haplik (Pusat Penelitian Tanah, Bogor, 1983) di daerah *upper*, *middle* dan *lower slope*; Typic Dystropepts (USDA), Dystric Cambisol (FAO) dan Kambisol Distrik (Pusat Penelitian Tanah, Bogor/PPT) di daerah valley. Sifat kimia tanah top soil Pit North Melawan relatif subur karena memiliki pH yang mendekati netral (5,5-6,2) dengan kejenuhan basa 67-78 % dan kejenuhan aluminium hanya 6% pada kedalaman 10-22 cm dari permukaan tanah. Rendahnya kandungan fosfat tersedia yang hanya 42-60 kg/ha merupakan kendala utama kesuburan tanah di areal ini.

2. Pit South Melawan

Seperti halnya Pit North Melawan, daerah tambang Pit South Melawan juga termasuk kelompok dengan sistem fisiografi dataran yaitu

merupakan daerah peneplain (bukit angkatan) dengan bentuk wilayah bergelombang hingga berbukit; kelas lereng/slope berkisar 15-30% dengan panjang slope bervariasi dari 100 m hingga 300 m dan beda tinggi antara 27,3 hingga 43,6 m.

Tanah terbentuk dan berkembang dari batuan sedimen *jenis mud stone* dan *sand stone* di mana sifat-sifat *parent materials* tersebut masih terlihat di dalam penampang tanah pada kedalaman 100-175 cm di daerah *upper slope*, 92-159 cm di daerah *middle slope*, 109-159 cm di daerah *lower slope* dan 120 cm di lembah/Valley area. Sifat-sifat *parent materials* yang umumnya berwarna light gray hingga gray (*weathered sand stone*) yang merupakan ciri batas zone pelapukan tanah dan digunakan sebagai batas ketebalan tanah. Umumnya tanah berwarna *very dark grayish brown* hingga *yellowish brown* dengan tekstur *silt loam* hingga *loamy sand* di lapisan A, *light yellowish brown* hingga *reddish yellow* dengan tekstur *sandy loam* hingga *clay* di lapisan B. Susunan horizon adalah A/Ah (2-17,5 cm di *upper*, 1-27 cm di *middle*, 8-20 cm di *lower* dan 13 cm di valley); horizon AB/Bt1/Bt2/Bt3/BC (95-169 cm di *upper*, 35-147 cm di *middle*, 92-150 cm di *lower* dan 140 cm di valley) dan C horizon. Partikel kasar (*coarse fragment*) sudah terlihat pada lapisan Bt1 (34-47 cm) dengan diameter 0,5-2 cm dan volume 2-5% di daerah *upper* dan horizon BC (145 cm) dengan diameter 1-2 cm dan volume 2-5% di daerah *lower*. Untuk lebih detail keterangan Pit South Melawan dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini dan pada lampiran.

Ketebalan topsoil South Melawan berkisar antara 5-36 cm di *upper*, 7-30 cm di *middle*, 17-40 cm di *middle*, 17-40 cm di *lower* dan sekitar 5-13 cm di daerah valley. Ketebalan subsoil juga relatif tebal yaitu 80-154 cm di *upper*, 35-109 cm di *middle*, 90-185 cm di *lower* dan sekitar 80-140 cm di valley. Tanah secara umum dapat diklassifikan ke dalam jenis tanah Typic Hapludults (USDA, 2014) yang setara dengan Haplic Acrisols (FAO, 1988) atau Podsolik Haplik (Pusat Penelitian Tanah, Bogor, 1983) di daerah *upper*, *middle* dan *lower slope*; Typic Dystrypepts (USDA), Dystric Cambisol (FAO) dan Kambisol Distrik (Pusat Penelitian Tanah, Bogor/PPT) di sebagian daerah *lower*. Sejak dari permukaan tanah hingga lapisan yang lebih dalam hampir mendekati sangat masam dengan kandungan kapasitas tukar kation tergolong rendah hingga sangat rendah (<10 meq/100 gram tanah) menyebabkan fiksasi unsur hara makro seperti fosfat cukup tinggi. Hal ini ditandai dengan kandungan fosfat hanya sekitar 76-79 kg/ha di

profil 4 dan 16-20 kg/ha pada permukaan tanah. Nitrogen tersedia juga cukup rendah dan umumnya kurang dari 100 kg/ha di lapisan atas dan hanya 26-53 kg/ha di lapisan subsoil.

3. Pit J

Telah dibuat enam transek di lokasi tambang Pit J selama pelaksanaan survei tanah yaitu pada posisi koordinat 117° 33' 33"E dan 0° 33' 03" N. Berdasarkan hasil pengamatan lapangan, disimpulkan bahwa lokasi tambang Pit J termasuk kelompok fisiografi sistem perbukitan dengan bentuk wilayah berbukit, kelas lereng/slope berkisar antara 15-30% sampai 30-45%. Panjang slope bervariasi dari 140 m hingga 240 m dengan beda tinggi/relief antara 35,5 hingga 49,1 m.

Tanah umumnya berasal dari hasil proses pelapukan bahan induk jenis *mud stone* dengan sisipan *sand stone* di mana sifat-sifat *parent materials* tersebut masih dapat ditemukan dalam penampang tanah berupa fragmen kasar maupun bentuk fisik lainnya. Ketebalan tanah di daerah *middle slope* cenderung lebih tipis yaitu berkisar 78 cm hingga 173 cm karena tanah yang terbentuk di daerah *middle* ini telah tererosi selama proses pelapukan berlangsung yang ditandai tipisnya lapisan berwarna *dark brown*/humus. Secara umum ketebalan tanah berkisar antara 78 cm hingga 189 cm. Tanah berwarna *very dark brown* hingga *yellowish brown* dengan tekstur *sandy loam* hingga *clay loam* di lapisan A, *light yellowish brown* hingga *reddish yellow* dengan tekstur *sandy loam* hingga *clay* di lapisan B. Susunan horizon adalah horizon A/Ah (1-24 cm di *upper*, 1-20 cm di *middle*, 6-24 cm di *lower*); horizon AB/Bt1/Bt2/Bt3/BC (96-168 cm di *upper*, 76-173 cm di *middle*, 73-181 cm di *lower*) dan C horizon. Partikel kasar (*coarse fragment*) sudah terlihat pada lapisan Bt2 (80-85 cm) dengan diameter 1-7 cm dan volume 5-10% di daerah *upper*; horizon AB, Bw1 dan Bt1 (32-82 cm) dengan diameter 5-12 cm dan volume 7-10% di daerah *middle* dan AB, Bw1, Bw2 dan Bw3 (44-181 cm) di daerah *lower*.

Ketebalan topsoil Pit J berkisar antara 18-37 cm di *upper*, 5-37 cm di *middle*, 6-49 cm di *lower*. Ketebalan subsoil juga relatif tebal yaitu 58-155 cm di *upper*, 73-183 cm di *middle*, 73-181 cm di *lower*. Tanah yang memiliki susunan horizon A-Bt-C dapat diklasifikasikan ke dalam jenis Typic Hapludults yang setara dengan Haplic Acrisols atau Podsolik Haplik (PPT, 1983)., sedang yang memiliki susunan horizon A-Bw-C diklasifikasikan ke dalam jenis tanah Typic Dystropepts dan Typic Eutropepts (USDA,

2014) yang setara dengan Dystric Cambisol dan Eutric Cambisols (FAO, 1988) atau Kambisol distrik dan Kambisol Eutrik (Pusat Penelitian Tanah, Bogor, 1983) baik di daerah *upper*, *middle* dan *lower slope*. Kandungan ketersediaan Fosfat Pit J lebih rendah yaitu hanya sekitar 4-40 kg/ha di permukaan tanah dan 3-30 kg/ha di subsoil. Kapasitas Pertukaran Kation juga relatif rendah tetapi memiliki kejenuhan basa yang relatif baik yaitu sekitar 61 hingga 100%.

4. Pit AB

Lokasi tambang Pit AB dibuat tiga transek selama pelaksanaan survai tanah yaitu pada posisi koordinat 117° 29' 48" E dan 0° 36' 57" N hingga 117° 30' 38" E dan 0° 36' 06" N. Lokasi tambang Pit AB termasuk kelompok fisiografi sistem perbukitan dengan bentuk wilayah berbukit curam, kelas lereng/slope berkisar antara 15-30%, 30-45% hingga 45-60%. Panjang slope bervariasi dari 240 m hingga 390 m dengan beda tinggi/relief antara 58,5 hingga 131,4 m.

Tanah umumnya berasal dari hasil proses pelapukan bahan induk jenis *mud stone* dengan sisipan *sand stone* di mana sifat-sifat *parent materials* tersebut masih dapat ditemukan dalam penampang tanah berupa fragmen kasar maupun bentuk fisik lainnya. Ketebalan tanah di daerah *upper slope* cenderung lebih tipis yaitu berkisar antara 49 cm hingga 242 cm dengan ketebalan rata-rata sekitar 135 cm, berwarna *dark brown* hingga *light yellowish brown* dengan tekstur *sandy loam* hingga *clay loam* di lapisan A, *yellowish brown* hingga *reddish yellow* dengan tekstur *clay loam* hingga *clay* di lapisan B. Susunan horizon adalah horizon A/Ah (5-9 cm di *upper*, 2-26 cm di *middle*, 2-25 cm di *lower*); horizon AB/Bt1/Bt2/Bt3/BC (43-161 cm di *upper*, 48-235 cm di *middle*, 90-171 cm di *lower*) dan C horizon. Partikel kasar (*coarse fragment*) sudah terlihat pada lapisan Bt1 (75 cm) pada daerah *middle slope* dengan diameter 5-7 cm dan volume hanya 1%, sedang di horizon BC (118-146) ditemukan batubara dengan volume sekitar 3-5 %. Pada horizon Bw2 (99 cm) juga ditemukan *coarse fragment* dengan diameter 10-20 cm dan volume 35% di daerah *lower*. Dilihat dari tekstur, ketebalan tanah dan panjang lereng, maka pit AB cukup potensial untuk deposit *clay materials* jika akan digunakan sebagai *materials compaction* dibanding *clay* deposit di lokasi Pt melawan atau Pit J. Untuk lebih detail keterangan Pit AB dapat dilihat pada tabel 11 di bawah ini dan pada lampiran.

Ketebalan topsoil Pit AB berkisar antara 23-24 cm di *upper*, 3-30 cm di *middle*, 10-32 cm di *lower*. Ketebalan subsoil juga relatif tebal yaitu 103-145 cm di *upper*, 106-124 cm di *middle*, 89-239 cm di *lower*. Informasi lebih detail tentang ketebalan tanah dapat dilihat pada tabel rekomendasi penggunaan ketebalan tanah pada lampiran (Pit AB). Tanah yang memiliki susunan horizon A-Bt-C dapat diklasifikasikan ke dalam jenis Typic Kandiodults dan Typic Kandiodalfs yang setara dengan Haplic Ferralsols (FAO, 1988) atau Podsolik Kandik (PPT, 1983). Sedang yang memiliki susunan horizon A-Bw-C diklasifikasikan ke dalam jenis tanah Typic Dystropepts (USDA, 2014) yang setara dengan Dystric Cambisol (FAO, 1988) atau Kambisol Distrik (Pusat Penelitian Tanah, Bogor, 1983) yang terdapat di daerah *lower slope*. Rendahnya ketersediaan fosfat, kandungan bahan organik dan kapasitas pertukaran kation (CEC) merupakan kendala kesuburan tanah Pit AB. Kejenuhan Aluminium relatif baik pada topsoil, tetapi sangat tinggi di lapisan subsoilnya yaitu mencapai 100%. Untuk pemanfaatan tanah pit AB diperlukan peningkatan kandungan fosfat dan bahan organik.

Pit AB memiliki kandungan liat tinggi yaitu sekitar 22-42 % di lapisan atas dan 33-51% pada lapisan subsoil. Pemanfaatan deposit liat pada lapisan Bt1 hingga Bt3 sangat baik untuk *compaction materials*. Pit B termasuk kelompok dengan sistem fisografi dataran berupa bukit angkatan (peneplain) dengan bentuk wilayah bergelombang hingga berbukit, memiliki kelas lereng berkisar 15-30% dengan panjang lereng antara 100 hingga 300 meter dan beda tinggi 27,3 hingga 43,6 m. Tanah terbentuk dan berkembang dari batuan lumpur (mudstone) dan *sand stone* di mana sifat-sifatnya masih terlihat di dalam penampang tanah pada kedalaman 100-75 cm (*upper slope*), 92-159 cm (*middle slope*) dan 109-159 cm (*lower slope*). Tanah lapisan atas (horizon A) umumnya berwarna cokelat kelabu sangat gelap (10 YR 3/2) hingga cokelat kekuningan (10 YR 5/6), bertekstur lempung berdebu hingga pasir berlempung. Berwarna cokelat kuning cerah (10 YR 6/4) hingga merah kekuningan (7,5 YR 6/6) dengan tekstur lempung berpasir hingga liat pada lapisan B. Susunan Horizon adalah A/Ah memiliki tebal 2-17,6 cm (*upper slope*), 1-27 cm (*middle*) dan 8-20 cm (*lower*). Hal ini menunjukkan bahwa terjadi penimbunan lapisan dengan kandungan bahan organik di daerah lembah, meskipun di bagian tengah lereng tidak terlihat kehilangan lapisan humus yang signifikan. Horizon AB/Bt/BC memiliki tebal 95-169 cm (*upper*), 35-147 cm (*middle*)

dan 92-150 cm (*lower*). Partikel kasar sudah terlihat pada lapisan Bt1 (34-47 cm) dengan diameter 0,5-2 cm dengan volume 2-5% (*upper*) dan pada lapisan BC (145 cm) dengan diameter 1-2 cm dan volume 2-5%.

Sifat Kimia dan Sumber Hara Tanah untuk Pertumbuhan Tanaman

1. Derajat Kemasaman Tanah

Reaksi (Ph) tanah di KPC Lom Pit Area secara umum tergolong sangat masam (pH < 4.5) hingga agak masam (pH 6-6.5). Pengaruh kemasaman tanah terhadap pertumbuhan tanaman cukup besar, baik secara langsung terhadap tingkat toleransi suatu tanaman ataupun terhadap perubahan perilaku kimiawi tanah, unsur-unsur hara, aktivitas biologi tanah. Dalam keadaan pH tanah masam, unsur-unsur hara makro seperti Kalsium, Magnesium, Fosfat dan Kalium menurun ketersediaannya bagi tanaman atau dalam keadaan terfiksasi, sedangkan unsur hara mikro seperti Fe, Al dan unsur mikro lainnya yang terlarut berlebihan sehingga dapat bersifat racun bagi tanaman, serta dapat menghambat aktivitas biologi tanah.

2. Kandungan Bahan Organik Tanah/Karbon Total

Bahan organik merupakan produk terpenting dari vegetasi hutan di daerah Tropika Humida Kalimantan Timur. Besarnya kandungan bahan organik yang termobilisasi di daerah ini berkisar antara 150 hingga 300 ton bahan kering per hektare atau sekitar 1.5-2 ton garam-garam mineral. Tambahan kandungan bahan organik yang terdapat di permukaan tanah per tahunnya diperkirakan sekitar 15 ton bahan kering atau setara dengan 200 kg Nitrogen, 250 kg garam-garam mineral dan 250 kg silika (Sys dan Van Ranst, 1991).

Kandungan bahan organik/karbon total tanah umumnya terakumulasi di lapisan Ah atau A dan cenderung berkurang dengan bertambahnya kedalaman tanah. Apabila vegetasi dan iklim sama, maka sumbangan seresah di permukaan tanah juga relatif sama. Perbedaan kandungan karbon total tanah lebih disebabkan oleh tingkat dekomposisi bahan organik tanah di mana tingkat dekomposisi tergantung pada sifat kimia tanahnya. Kandungan karbon total tanah tergolong rendah hingga sangat tinggi di lapisan permukaan/topsoil dan tergolong sangat rendah di lapisan subsoil.

3. Nitrogen

Unsur Nitrogen merupakan unsur yang sangat esensial bagi pertumbuhan tanaman. Perilaku unsur ini sangat labil di dalam larutan tanah sehingga mudah tidak tersedia. Unsur Nitrogen yang terdapat di dalam bahan organik tanah merupakan sumber Nitrogen yang sangat penting terhadap pertumbuhan tanaman. Setiap tahunnya tambahan organik segar sekitar 15 ton/ha dengan tingkat dekomposisi per tahun bervariasi antara 2-5 % atau rata-rata sekitar 4 %. Sumber Nitrogen tanah lainnya adalah berasal dari fiksasi secara biologi melalui bintil akar (simbiotik) dan fiksasi Nitrogen non-simbiotik. Kandungan Nitrogen total tanah tergolong sangat rendah (0.05 %) hingga sedang (0.34 %), sedang N-tersedia bervariasi antara 44 kg/ha hingga 272 kg/ha.

4. Phosphorous

Tingkat ketersediaan fosfat di daerah Tropika Humida Kalimantan Timur sangat tergantung dari kandungan karbon organik tanah, di mana meningkatnya kandungan fosfat tersedia selalu ditandai dengan tingginya kandungan bahan organik.

Fosfor di dalam tanah dapat dibedakan dalam bentuk fosfor organik dan anorganik/mineral. Sebagian besar fosfor anorganik/mineral tidak dapat tersedia bagi pertumbuhan tanaman. Fosfor organik pada umumnya termobilisasi dalam bahan organik, meskipun demikian fosfor dapat mengalami mineralisasi selama proses pelapukan bahan organik dan menjadi mudah diserap oleh tanaman. Tingkat pelapukan bahan organik untuk meningkatkan ketersediaan fosfor dapat ditingkatkan dengan memperbaiki kemasaman tanah. Fosfor tersedia tergolong rendah hingga sangat rendah yaitu hanya sekitar 3 hingga 97 kg/ha atau rata-rata sekitar 40 kg/ha.

5. Kalium

Sumber utama unsur Kalium di dalam tanah berasal dari bahan-bahan mineral yang dapat tersedia, kurang tersedia dan bahkan tidak tersedia bagi pertumbuhan tanaman. Biasanya unsur hara Kalium ini di dalam tanah selalu dalam keadaan seimbang, karena unsur Kalium yang diserap tanaman akan dapat diganti oleh kalium yang semula tidak tersedia. Jumlah unsur kalium tergolong sedang hingga sangat tinggi yaitu sekitar 46 hingga 239 kg/ha dengan rata-rata sekitar 170 kg/ha.

6. Kapasitas Pertukaran Kation dan Kejenuhan Basa

Dua bahan penting yang diabsorpsi tanaman selama proses pertumbuhannya dari dalam tanah yaitu air dan unsur hara tanah. Faktor yang menyebabkan tanaman kekurangan unsur esensial tersebut lebih disebabkan karena unsur tersebut tidak terdapat di dalam tanah atau jumlahnya cukup besar tetapi sangat sedikit terlarut atau tersedia untuk tanaman.

Pertukaran kation adalah pertukaran antara kation dalam suatu larutan dengan kation lain pada permukaan tanah/akar atau larutan lainnya. Proses reaksi pertukaran kation di dalam tanah terjadi di daerah dekat permukaan liat/koloid dan partikel-partikel humus yang disebut misel. Semakin tinggi nilai Kapasitas Pertukaran Kation (CEC) tanah berarti semakin mudah terjadinya proses pemindahan/pertukaran kation yang terdapat di dalam tanah, larutan dan permukaan akar yang berarti tanaman akan semakin mudah memperoleh/menyerap kation basa seperti Ca, Mg dan K yang larut. Kapasitas Pertukaran Kation tanah tergolong sangat rendah (4.21 (Cmol +) hingga tinggi (25 (Cmol +) dengan kandungan rata-rata sekitar 10-16 (Cmol +).

Kejenuhan basa menyatakan jumlah kation basa yang dikandung oleh tanaman dengan kapasitas tukar kation tertentu. Kejenuhan basa yang tinggi menunjukkan persediaan basa yang cukup dari hasil pelapukan bahan induk tanah dan/atau pemindahan basa oleh hasil pencucian. Kejenuhan Basa bervariasi yaitu tergolong dari sangat rendah (9%) hingga sangat tinggi yaitu mencapai 100%. Kejenuhan basa rata-rata relatif cukup baik untuk menopang pertumbuhan tanaman yaitu sekitar 50%.

7. Permasalahan Kemasaman dan Kandungan Aluminium Tanah

Kemasaman tanah merupakan pembatas utama pemanfaatan lahan pertanian di daerah Tropika Humida, Kalimantan Timur. Praktik penyiapan lahan pertanian dengan pembakaran hutan yang dikenal dengan ladang berpindah umumnya bertujuan untuk mengurangi pengaruh aluminium dan kemasaman tanah terhadap pertumbuhan tanaman. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa pembakaran 1 hektare hutan dapat menambah kation basa sekitar 138.450 meq atau dapat menekan sekitar 4.6 meq Al/100 gram tanah (Sys dan Van Ranst, 1991).

Kesimpulan

Lokasi Tambang Pit Melawan (North dan South) memiliki fisiografi bergelombang hingga berbukit dengan kelas lereng dominan adalah 8-15%. Tanah termasuk jenis Ultisols dan Inceptisols (valley). Ketebalan tanah (solum) bervariasi antara 34-175 cm dengan tekstur lapisan atas (A) dan di bawahnya (B) lempung berdebu hingga lempung berliat.

Tanah di lokasi Pit J didominasi oleh jenis Ultisols dengan sisipan Inceptisols, memiliki kelas lereng antara 15-30% hingga 30-45% dengan panjang slope 140-240 m dan beda tinggi 35,5-49,1 m. Ketebalan tanah sekitar 75-181 cm dengan tekstur dominan di lapisan B adalah lempung liat berpasir hingga liat, tetapi tekstur bercampur dengan fragmen kasar.

Pit AB dan dumping AB memiliki fisiografi perbukitan curam dengan lereng dominan berkisar antara 30-45% hingga 45-60%. Panjang lereng mencapai 500 m dengan rata-rata lebih dari 200 m. Beda tinggi berkisar antara 58,5 m hingga 132,7 m. Kandungan liat di lapisan B cukup tinggi dibanding lokasi pengamatan lainnya dan tanpa fragmen kasar. Ketebalan solum berkisar antara 49 cm hingga 242 cm.

Kesuburan tanah Pit North Melawan relatif subur dengan kandungan pH (H_2O) mendekati netral (5,5-6,2), kejenuhan basa 67-78% dengan kandungan Nitrogen dan Kalium tersedia pada lapisan atas (top soil) lebih dari 100 kg/ha.

Kesuburan tanah lapisan atas pada PIT South Melawan. Pit J dan Pit AB tergolong rendah yang disebabkan oleh rendahnya kandungan Fosfat, Kapasitas Tukar Kation dan Nitrogen tersedia. Pit AB memiliki kandungan liat yang sangat tinggi yaitu mencapai 51% pada lapisan atas dan 65% pada lapisan subsoilnya.

Daftar Pustaka

- Bockheim, J.G., and Hartemink, A.E. 2013. Distribution and Classification of Soil With Clay-Enriched Horizon in USA. *Geoderma*, 209-210:153-160.
- Buol, S.W., Southard, R.J., Graham, R.C., and Mc Daniel, P.A. 2011. *Soil Genesis and Classification*. 6th Edition. John Wiley and Sonc, Inc.
- Fandicha. 2011. Tanah-tanah di Indonesia. [Http://fandicha.blog.com/2011/03/25/tanah-tanahdiIndonesia](http://fandicha.blog.com/2011/03/25/tanah-tanahdiIndonesia).
- Hermawan, A., Sabaruddin, Marsi, Hayati, R., dan Warsito. 2014. Perubahan Jerapan P Pada Tanah Ultisol Akibat Pemberian Campuran Abu

Terbang Batubara-Kotoran Ayam. Sain Tanah-Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimat, 11(1: 1-10.

Soil Survey Staff. 2013. Simplified Guide to Soil Taxonomy. USDA-Natural Resources Conservation Service-National Soil Survey Center, Lincoln, Nebraska.

Soil Survey Staff. 2014b. Keys to Soil Taxonomy 12th Edition. USDA, Natural Resources Conservation Service, Washington D.C., USA.

USDA. 2012. Field Book for Describing and Sampling Soils Version 3.0. United State Depart. Of Agric. And Natural Resources Conservation Service. Washington D.C.

Sys dan Van Ranst, 1991). Regional Pedology. Soil of The Tropical and The Sub Tropics. International Training Centre for Post-Graduate Soil Scientist. State University of Ghnet, Belgium.

POTENSI DAN PERMASALAHAN BUDI DAYA BAWANG MERAH (*Allium ascalonicum* L) ASAL UMBI dan *TRUE SHALLOT SEED* (TSS) DI KABUPATEN BULUNGAN

Fahrunsyah, Syakhril, Peny Pujowati, Nurul Puspita Palupi, Mariyah, dan
Sopian
Jurusan/Program Studi Agroekoteknologi

Pendahuluan

Tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L) merupakan tanaman yang telah lama dibudidayakan. Di Indonesia komoditas bawang merah termasuk komoditas strategis, di samping padi, jagung, kedelai, tebu, sapi, dan cabai. Fungsi bawang merah sebagai penyedap makanan, tidak dapat digantikan atau disubstitusi komoditas lain. Selain itu, bawang merah mempunyai aktivitas farmakologi, karena kandungan bahan kimia yang dimilikinya. Bawang merah mengandung thiosulfonates, senyawa sulphur yang mudah menguap, penyebab pedasnya bawang merah. Bahan kimia yang dikandung ini menyebabkan tanaman dapat digunakan untuk pencegahan dan pengobatan berbagai penyakit, seperti kanker, penyakit jantung koroner, obesitas, hiperkolestrol, diabetes tipe 2, hipertensi, katarak, dan gangguan saluran cerna (Lanzotti, 2006).

Persyaratan tumbuh tanaman bawang merah hampir dapat dipenuhi oleh semua wilayah di Indonesia, namun produktivitas setiap daerah berbeda tergantung pada ketinggian tempat, varietas, dan tingkat penerapan teknologi yang dijalankan. Tanaman ini dapat ditanam dan tumbuh pada ketinggian 0-1000 mdpl dan pada hampir semua jenis tanah. Namun, untuk kebanyakan varietas yang berkembang di Indonesia, pertumbuhan optimal tanaman bawang merah terdapat pada ketinggian

antara 0-400 mdpl. Produksi bawang merah suatu daerah ditentukan oleh luas areal tanam dan luas areal panen serta tingkat produktivitas. Pada budi daya intensif, tingkat produksi lebih banyak dipengaruhi oleh produktivitas dibandingkan luas areal tanam atau panen. Sebaliknya, pada budi daya yang kurang intensif tingkat produksi lebih ditentukan oleh luas areal tanam dan panen.

Kabupaten Bulungan merupakan salah satu kabupaten di Kalimantan Utara yang mempunyai areal pertanaman bawang merah. Perkembangan luas panen dan produksi bawang merah di Kabupaten Bulungan masih kecil dibanding daerah lain. Data statistik menunjukkan perkembangan luas areal panen (ha) selama tahun 2016-2019 secara berturut-turut adalah 9, 25, 21, dan 24 ha dengan produksi (kuintal) masing-masing adalah 150, 733, 444, dan 747. Sementara jumlah penduduk Kabupaten Bulungan hasil sensus 2020 mencapai 151.844 jiwa (BPS,2020). Dengan mengacu data konsumsi bawang merah BPS (2020) mencapai 2,816 kg/kapita/tahun, maka kebutuhan bawang merah Bulungan diestimasi mencapai 427,55 ton atau kekurangan sekitar 352,85 ton.

Potensi Kabupaten Bulungan terhadap peningkatan produksi bawang merah cukup besar. Berdasar data statistik kabupaten ini memiliki sejumlah lahan yang luas dan mempunyai peluang besar untuk dimanfaatkan dalam budi daya bawang merah. Lahan-lahan tersebut adalah lahan tegal 11.674 ha, ladang 29.899 ha, dan lahan sementara tidak diusahakan 102.014 ha (BPS, 2020). Keberhasilan pemanfaatan potensi lahan untuk budi daya tanaman bawang merah perlu memperhatikan banyak faktor, baik faktor teknis maupun faktor ekonomis. Faktor teknis diantaranya adalah bahan tanam, kerapatan tanam, dan pemupukan, sedangkan faktor ekonomis diantaranya berupa analisis kelayakan usaha.

Ketersediaan benih bermutu merupakan salah satu faktor penting dalam keberhasilan budi daya bawang merah. Ketersediaan benih dan mahalnya harga benih merupakan kendala penting budi daya bawang merah. Rerata biaya penyediaan benih mencapai 38,58% dari total biaya produksi (BPS, 2015). Di Indonesia secara umum usaha budi daya bawang merah menggunakan umbi sebagai bahan tanam. Pilihan ini dilakukan karena dianggap lebih praktis, mudah, dan peluang keberhasilan cukup tinggi (Pangestuti dan Sulistianingsih, 2011). Namun, kelemahan umbi sebagai bahan tanam adalah sering membawa patogen seperti *Fusarium* sp., *Colletotrichum* sp., *Alternaria* sp., dan virus dari tanaman asal sehingga

dapat menurunkan produktivitas (Permadi, 1993 dalam Sumarni et al., 2012).

Alternatif bahan tanam bawang merah selain umbi adalah penggunaan biji botani atau *True Shallot Seed* (TSS). Sopha et al. (2017) dengan mengacu pada beberapa sumber pustaka menyebutkan kelebihan dan kekurangan TSS sebagai bahan tanam bawang merah dibanding penggunaan umbi. Kelebihan penggunaan TSS antara lain dapat mengurangi biaya pembelian benih, menghasilkan tanaman lebih sehat, karena TSS bebas patogen penyakit, menghasilkan umbi lebih besar, dapat meningkatkan hasil dua kali lipat. TSS memiliki kelayakan dari segi teknis dan ekonomis, namun kendala utama pengembangan TSS adalah belum ditemukannya teknik produksi TSS skala komersial dalam jumlah besar dan belum tersosialisasikannya teknik budi daya bawang merah dengan TSS pada petani.

Tulisan ini merupakan gambaran dari kajian budi daya bawang merah dengan bahan tanam umbi dan *True Shallot Seed* (TSS) dalam upaya peningkatan produksi bawang merah Kabupaten Bulungan.

Tujuan

Mendapatkan gambaran potensi dan permasalahan usaha budi daya bawang merah dengan menggunakan bahan tanam berupa umbi dan *True Shallot Seed* (TSS) di Kabupaten Bulungan.

Metode

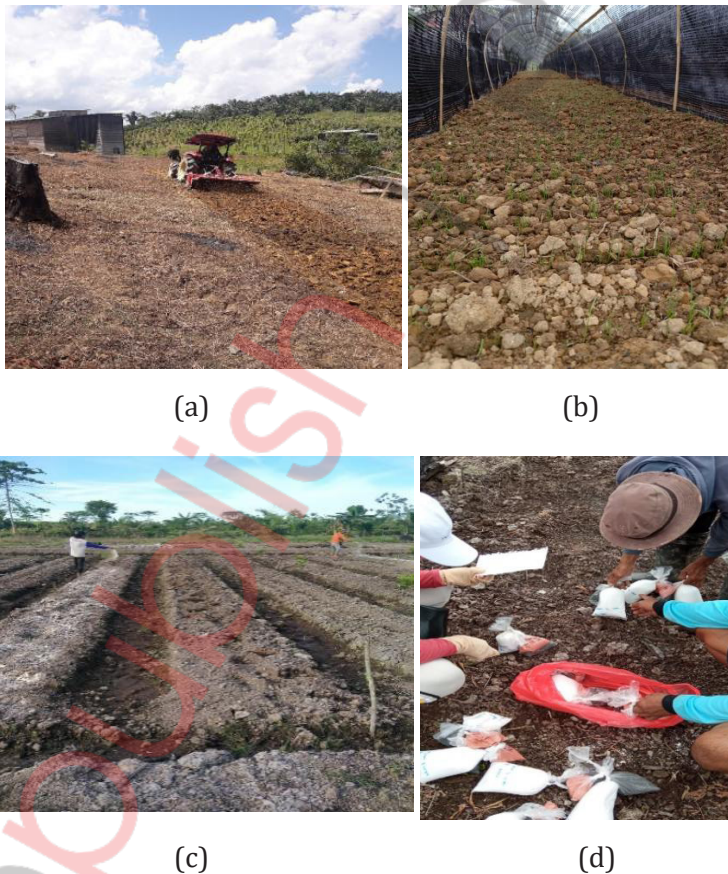
1. Waktu, Lokasi dan Bahan Tanam

Kajian dilaksanakan pada bulan Februari hingga Agustus 2021. Lokasi kajian terpilih adalah Tanjung Buka mewakili lahan basah dan Desa Binai Km 57 jalan Poros Tanjung Selor-Tanjung Redab sebagai representasi lahan kering. Lahan terpilih di SP4 Tanjung Buka merupakan lahan datar, bekas ditanami tanaman semusim dan pernah ditanami bawang merah, di sekitarnya terdapat sejumlah tanaman buah, dekat dengan kanal sebagai sumber air, sedangkan lokasi di Desa Binai merupakan lahan datar sedikit bergelombang, ditumbuhi semak, pernah ditanami bawang, sumber air berasal dari kolam, penyaluran air menggunakan pompa air. Bahan tanam yang digunakan di kedua lokasi ini adalah TSS Lokananta, umbi Bima Brebas, Trisula, dan Lokal.

2. Penanaman

Kajian budi daya bawang merah dengan bahan tanam berupa umbi dan TSS di SP4 Tanjung Buka dan Desa Binai dilakukan dengan mencoba perlakuan TSS tanam langsung, TSS disemai, penanaman TSS bibit tunggal, penanaman TSS dua bibit per lubang, sementara penanaman umbi hanya satu umbi per lubang tanam. Selain itu, dicoba pula berbagai populasi tanam, dosis pupuk NPK dan kapur.

Bahan tanam yang telah ditanam dilakukan perawatan berupa penyiraman, dan penyemprotan fungisida untuk menekan kemungkinan serangan penyakit. Secara umum kegiatan yang dilakukan dari pratanam hingga tanam disajikan dalam rangkaian Gambar 1(a)-1(i).



Gambar 1. (a). Persemaian TSS Lokananta; (b). Pengolahan tanah dengan traktor; (c). Pengapuran bedengan; (d). Penyiapan pupuk

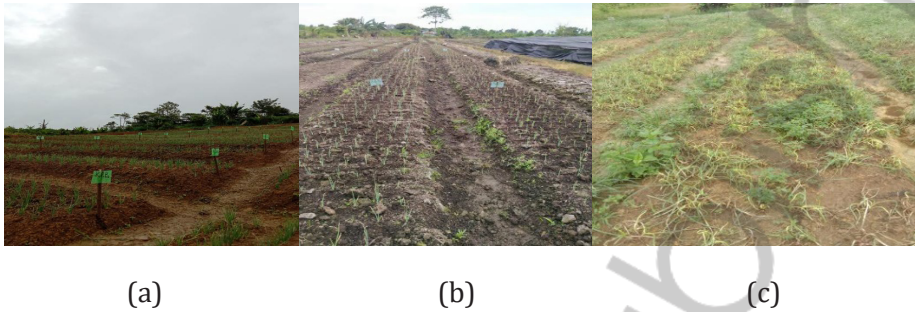


Gambar 1. (e). Pelapisan umbi dengan fungisida; (f). Penanaman umbi; (g). Penanaman bibit TSS Lokananta; (h). Penyiraman; (i) Penyemprotan rutin fungisida.

Hasil Dan Pembahasan

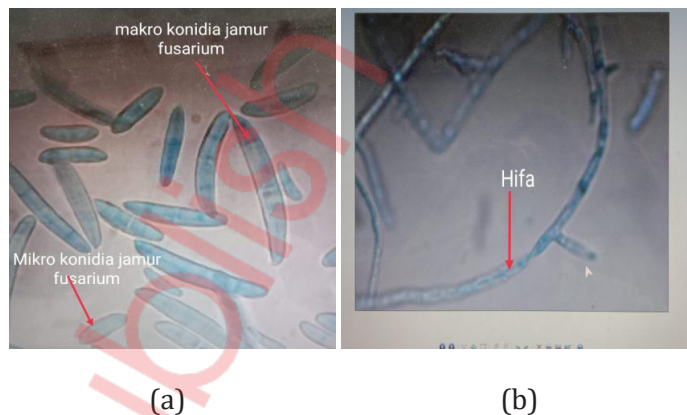
1. Pertumbuhan Vegetatif

Pertumbuhan vegetatif tanaman bawang merah dimulai umur 11-35 HST. Secara keseluruhan pertumbuhan tanaman sampai dengan umur 20 HST menunjukkan pertumbuhan normal, tanpa ada gejala serangan OPT. Penampakan pertumbuhan tanaman normal disajikan pada Gambar 2(a) dan Gambar 2(b). Keadaan berbeda terjadi setelah tanaman berumur lebih dari 20 HST. Beberapa tanaman telah menunjukkan gejala serangan penyakit moler yang disebabkan oleh jamur *Fusarium*, seperti daun tidak tumbuh tegak tetapi meliuk, warna daun hijau pucat kekuningan, namun tidak layu (Wiyataningsih *et al.*, 2009). Penampilan tanaman terserang penyakit moler disajikan pada Gambar 2(c).



Gambar 2. (a). Awal pertumbuhan tanaman di SP4; (b). Awal pertumbuhan tanaman di Desa Binai; (c).Tanaman terserang penyakit moler di Desa Binai.

Pemeriksaan terhadap sampel tanah dan tanaman bawang di laboratorium Hama dan Penyakit Fakultas Pertanian Unmul menunjukkan pula adanya fusarium pada sampel-sampel tersebut. Gambar 3 menunjukkan makro konidia berbentuk lengkung dan ujung meruncing, sedang mikro konidia mempunyai bentuk oval sebagai ciri dari fusarium spp (Sari *et al.*, 2017).



Gambar 3. (a). hifa fusarium; (b). makro dan mikro konidia jamur fusarium.

Intensitas serangan penyakit moler di Desa Binai lebih tinggi dibanding di SP 4 Tanjung Buka. Tingginya serangan di Desa Binai ditunjukkan oleh tanaman terdampak tidak hanya terjadi pada tanaman berasal dari bahan tanam umbi tetapi juga dari TSS. Tingginya intensitas penyakit moler di Desa Binai Km 57 dapat disebabkan (1) lahan yang digunakan pernah ditanami bawang merah sebelumnya sebanyak 2 kali;

(2) topografi lahan tidak datar seperti lokasi SP4 Tanjung Buka, melainkan bergelombang; (3) intensitas curah hujan cukup tinggi pada umur tanaman lebih dari 20 HST.

Lahan yang pernah ditanami bawang merah sebelumnya memungkinkan terdapatnya propagul *Fusarium oxysporum* f.sp *cepae*, penyebab penyakit moler. Patogen ini merupakan patogen tular tanah dan dapat bertahan di dalam tanah selama bertahun-tahun sebagai saprofit pada sisa tanaman (Susanti *et al.*, 2016; Wongpia dan Lomthaisong, 2010). Perkembangan penyakit moler akan berlangsung dengan pesat, bila kondisi lingkungan menguntungkan. Kondisi lingkungan tersebut diantaranya adalah curah hujan. Harrison *et al* (1994) dalam Wiyataningsih *et al* (2009) menyatakan bahwa ketersediaan air merupakan faktor lingkungan paling penting dalam perkembangan penyakit. Curah hujan dan air yang mengalir berperan penting dalam penyebaran propagul patogen.

Upaya pengendalian penyakit moler telah dilakukan, baik secara preventif maupun kuratif. Pada pengendalian preventif dilakukan penyemprotan secara berkala dengan menggunakan fungisida, sedangkan pengendalian secara kuratif melakukan eradikasi tanaman sakit, peningkatan frekuensi penyemprotan fungisida Remazole, peningkatan aplikasi Trichoderma, dan peningkatan pH tanah.

2. Pertumbuhan Generatif

Pertumbuhan generatif merupakan tahap selanjutnya dari tanaman bawang merah setelah pertumbuhan vegetatif. Pada pertumbuhan generatif terjadi proses pembentukan umbi dan pematangan umbi. Proses pembentukan dan pematangan umbi akan berlangsung dengan baik, bila pertumbuhan tanaman pada fase vegetatif berlangsung normal.

Secara umum pertumbuhan vegetatif tanaman bawang merah di Lokasi SP4 Tanjung Buka dan Desa Binai Km 57 mengalami gangguan karena serangan penyakit, kecuali TSS Lokananta di SP4 Tanjung Buka masih ada yang dapat bertahan (Gambar 4). Tingkat ketahanan tanaman bawang merah varietas Bima Brebas, Trisula dan lokal yang ditanam dari umbi, serta TSS Lokananta di Desa Binai Km 57 menunjukkan kerentanan. Rentannya varietas bawang ini mengakibatkan tanaman tidak dapat masuk fase generatif untuk menghasilkan umbi.



Gambar 4. Tanaman Bawang merah yang tidak terserang penyakit di SP4 Tanjung Buka.

Tanaman TSS tahan terhadap penyakit moler membuka peluang untuk mengetahui potensi produksi TSS di Lokasi SP4 Tanjung Buka. TSS Lokananta yang tahan terhadap penyakit moler dinyatakan pula dalam deskripsi varietas seperti tertuang dalam SK Menteri Pertanian No.059/Kpts/SR.120/D.2.7/6/2017. Gambar 5 merupakan hasil panen umbi bawang merah dari TSS di Lokasi SP4 Tanjung Buka.



Gambar 5. Hasil Panen umbi bawang merah TSS di SP4 Tanjung Buka

Data panen umbi menunjukkan rata-rata berat per umbi 9,34 g. Rata-rata berat per umbi ini masuk dalam kisaran berat umbi yang dinyatakan dalam deskripsi varietas TSS Lokananta. Hasil ini mengindikasikan lingkungan yang diciptakan dan pengelolaan yang dijalankan dalam budi daya tanaman bawang merah asal TSS Lokananta membuat tanaman tampil sesuai dengan potensi genetiknya. Produktivitas yang dicapai

diperkirakan dapat mencapai 21,20 ton/ha. Hasil ini berada pula dalam kisaran produktivitas di deskripsi yang berada pada kisaran 19-26 ton/ha.

Kesimpulan

Potensi pengembangan budi daya tanaman bawang merah di Kabupaten Bulungan cukup besar dengan ketersediaan luas lahan yang mendukung. Masalah utama dalam budi daya bawang merah di Kabupaten Bulungan adalah penyakit moler. Upaya mengatasi moler diantaranya dengan pemilihan bahan tanam tahan moler dan pemilihan lokasi yang tepat, di samping penerapan manajemen usahatani yang baik. Bahan tanam biji TSS dapat dijadikan pilihan dalam budi daya bawang merah sebagai bahan tanam tahan moler.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Badan Perencanaan Pembangunan Daerah dan Penelitian Pengembangan (Bappeda dan Litbang) Kabupaten Bulungan yang telah memfasilitasi kegiatan.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Bulungan. 2020. Kabupaten Bulungan dalam Angka 2020
- Badan Pusat Statistik. 2015. Statistik Indonesia 2015.
- Lanzotti, V. 2006. Review: The analysis of onion and garlic. *Journal of Chromatography A*, 1112: 3–22. doi:10.1016/j.chroma.2005.12.016
- Pangestuti, R. dan Endang Sulistyarningsih. 2011. Potensi penggunaan *True Seed Shallot* (TSS) sebagai sumber benih bawang merah di Indonesia. Prosiding Semiloka Nasional “Dukungan Agro-Inovasi untuk Pemberdayaan Petani Kerja sama UNDIP, BPTP Jateng, dan Pemprov Jateng. h. 258-266.
- Permadi, A.H. & van der Meer, Q.P., 1993. *Allium cepa* L. cv. group *Aggregatum*. In: Siemonsma, J.S and Piluek, K (Editors): Plant Resources of South-East Asia No 8: Vegetables. PROSEA Foundation, Bogor, Indonesia. <https://www.prota4u.org/prosea/view.aspx?id=2133>
- Sari, W., S. Wiyono, A. Nurmansyah, A. Munif, R.Poerwanto. 2017. Kanekaragaman dan Patogenisitas *Fusarium* spp. Asal Beberapa

- Kultivar Pisang. *Jurnal Fitopatologi Indonesia* 13(6): 216-228. DOI: 10.14692/jfi.13.6.216
- Sopha, G.A., M. Syakir, W. Setiawati, Suwandi, dan N. Sumarni. 2017. Teknik penanaman benih bawang merah asal *True Shallot Seed* di lahan suboptimal. *J.Hort.* 27(1): 35-44
- Susanti, D., Mulyadi, dan S. Wiyatiningsih. 2016. Karakterisasi Isolat-isolat *Fusarium oxysporum* f.sp. *cpae* Penyebab Penyakit Moler pada Bawang merah dari Daerah Nganjuk dan Probolinggo. *Plumula* 5(2): 153-160
- Wiyataningsih, S., A.Wibowo, E. Triwahyu, P. 2009. Keparahan Penyakit Moler pada Enam Kultivar Bawang Merah karena Infeksi *Fusarium oxysporum* f.sp.*cepae* di Tiga Daerah Sentra Produksi. Seminar Nasional Akselerasi Pengembangan Teknologi Peranian dalam Mendukung Revitalisasi Pertanian. Fakultas Pertanian dan LPPM UPN "Veteran" Jawa Timur.
- Wongpia, A., and K.Lomthaisong. 2010. Changes in the 2DE protein profiles of chilli pepper (*Capsicum annuum*) leaves in response to *Fusarium oxysporum* infection. *SciencAsia* 36: 259-270

AKUAPONIK DI PEKARANGAN

Ellok Dwi Sulichantini
Jurusan/Program Studi Agroekoteknologi

Pendahuluan

Awal mula tren berkebun urban berasal dari Negara Jepang yang didukung Pemerintah, karena manfaat pertanian urban sebagai kehidupan sosial dan kelestarian lingkungan, berupa menambah hasil sumber makanan yang sehat dan segar, termasuk makanan organik yang rendah kimia. Selain itu, pertanian urban memberikan kesempatan bagi penduduk kota untuk terlibat dalam aktivitas pertanian baik secara langsung (melalui aktivitas berkebun) dan melalui aktivitas jual beli antar konsumen dan petani di gerai-gerai produk pertanian lokal. Dewasa ini, Urban Agriculture (berkebun urban) sudah dikemas dalam berbagai jenis teknologi, seperti aeroponik, hidroponik, dan vertikutur. Sebagai sebuah kreasi agribisnis, urban agriculture, tentu bukan hanya sekadar kegiatan hobi atau estetika, namun juga berpotensi untuk merekonstruksi lingkungan, membangun budaya yang sehat, mengoptimalkan lahan, dan menghasilkan produk. Jenis tren Urban Agriculture yang sudah lama berkembang di Indonesia adalah Akuaponik (Zulhelman *et al.*, 2016).

Akuaponik ialah perpaduan antara akuakultur (budi daya ikan) dengan hidroponik (budi daya tanaman tanpa tanah, tetapi memanfaatkan air bernutrisi) dengan menggunakan berupa kolam terpal, drum plastik, kolam fiberglass atau tandon air. Akuaponik tanaman ditahan di dalam pipa dengan menggunakan rodwold yang terpisah dari tangki ikan. Akuaponik memiliki kemampuan untuk memproduksi protein, sehingga pemanfaatan akuaponik dapat memanen sayuran dan ikan dari satu wadah dalam waktu yang bersamaan (Ferijal, Jayanti, & Nurba, 2017). Saat ini menanam dengan sistem akuaponik adalah alternatif yang tepat untuk mendapatkan sayuran dan buahbuahan di lahan yang sempit atau terbatas. Sistem akuaponik memiliki keuntungan diantaranya adalah

tanaman akuaponik dapat dilakukan pada lahan yang terbatas, selain itu perawatan tanaman pada sistem akuaponik lebih praktis dan gangguan hama lebih terkontrol (Purwasih & Evahelda, 2019).

Akuaponik merupakan sistem terintegrasi antara hidroponik dengan akuasistem. Akuaponik memiliki beberapa keuntungan diantaranya adalah sistem ini sangat sustainable, menggunakan jumlah air yang sangat sedikit dibandingkan cara bercocok tanam konvensional dengan perbandingan 1/10, mengurangi penggunaan pupuk yang tidak ramah lingkungan, pestisida dan herbisida dan dapat meningkatkan ketersediaan produk dari tanaman (Yen & Chou, 2016).

Tujuan

Tujuan dibuatnya makalah ini adalah agar pembaca dapat membantu memberi ilmu tambahan kepada pembaca terkait akuaponik pada pekarangan.

Pembahasan

Sistem Akuaponik merupakan metode budi daya gabungan antara perikanan dengan tanaman dalam satu wadah. Budi daya ikan merupakan usaha utama hasil sayuran usaha sampingan atau tambahan. Akuaponik memanfaatkan metode budi daya gabungan antara perikanan dengan tanaman dalam satu wadah. Budi daya ikan merupakan usaha utama, hasil sayuran merupakan usaha sampingan atau tambahan (Saparinto dan Susianan, 2014 di dalam Handayani, 2018). Akuaponik memanfaatkan secara terus menerus air dari pemeliharaan ikan ke tanaman dan sebaliknya dari tanaman ke kolam ikan. Inti dari sistem teknologi ini adalah penyediaan air yang optimum untuk masing-masing komoditas dengan memanfaatkan sistem resirkulasi (Hidayat, 2011 di dalam Handayani, 2018).

Akuaponik ialah sistem pertanian berkelanjutan yang menggabungkan akuakultur dengan hidroponik dalam lingkungan yang bersifat simbiotik. Maksud dari sifat simbiotik ini adalah ekskresi hewan yang dipelihara akan diberikan kepada tanaman agar dipecah menjadi nitrat dan nitrit melalui proses alami, dan dimanfaatkan oleh tanaman sebagai nutrisi. Dalam pengertian singkatnya, sistem akuaponik menggunakan air yang mengalir pada sistem tersebut untuk terus bersirkulasi. Pompa listrik mengalirkan air yang mengandung kotoran

ikan yang akan menjadi sumber nutrisi bagi tanaman. Lalu air disaring dan dikembalikan ke kolam ikan di bawahnya. Karena sistem hidroponik dan akuakultur sangat beragam bentuknya, maka sistem akuaponik pun menjadi sangat beragam dalam hal ukuran, kerumitan, tipe makhluk hidup yang ditumbuhkan dan sebagainya (Zulhelman, 2016).

Akuaponik merupakan salah satu cara mengurangi pencemaran air yang dihasilkan oleh budi daya ikan dan juga menjadi salah satu alternatif mengurangi jumlah pemakaian air yang dipakai oleh sistem budi daya. Teknologi akuaponik merupakan alternatif yang dapat diterapkan dalam rangka pemecahan keterbatasan air. Di samping itu teknologi akuaponik juga mempunyai keuntungan lainnya berupa pemasukan tambahan dari hasil tanaman yang akan memperbesar keuntungan para peternak ikan (meningkatkan kapasitas produksi pada sistem budi daya). Berdasarkan konsep di atas, untuk meningkatkan kapasitas produksi akuakultur pada pemeliharaan ikan selais dapat dilakukan dengan sistem akuaponik yaitu dengan menggunakan sawi sebagai media filter yang efektif sehingga dapat memperbaiki kualitas air dan mengurangi cemaran limbah budi daya ikan serta menambah nilai tambah produksi pada sistem budi daya ini (Putra *et al.*, 2013).

Sistem ini memerlukan campur tangan teknologi sederhana dan tepat guna. Budi daya dengan sistem akuaponik menjamin kadar oksigen air dan menekan racun ammonia yang dihasilkan dari kotoran ikan. Menggandengkan hidroponik dan akuakultur akan mendekati sistem yang alami dalam budi daya tanaman maupun ikan. Sehingga kedua sistem itu saling melengkapi satu sama lain dengan sempurna. Ikan menghasilkan amoniak yang merupakan nutrisi bagi tanaman. Tanaman mineralisasi atau mengurangi amoniak yang dapat meracuni ikan. Kadar oksigen dipelihara dengan berlangsungnya daur ulang air melalui sistem yang ada. Sistem akuaponik dalam skala kecil bermanfaat untuk rumah tangga. Namun dalam skala besar bisa untuk kebutuhan komersial (Handayani, 2018).

Menurut Zulhelman *et al* (2016), Tren Akuaponik di Indonesia sudah memiliki komunitas di setiap kota-kota besar. Salah satunya adalah Komunitas Petani Kota (KPK) di Jakarta yang digagas oleh pengusaha Akuaponik BOS Letong asal Pamulang bernama bapak Fatulloh. Namun, sistem Akuaponik yang digunakan di Indonesia masih bersifat manual

dalam menjaga sirkulasi kualitas air dan tumbuhannya. Beberapa kelemahan sistem akuaponik saat ini adalah sebagai berikut:

1. Sangat tergantung pada listrik untuk menggerakkan pompa air. Bila tidak terjadi sirkulasi akan menyebabkan kualitas air buruk dan meningkatkan keasaman sehingga berakibat pada kematian ikan.
2. Investasi cukup tinggi karena harus membeli genset yang menyediakan cadangan listrik.
3. Butuhnya keterampilan untuk merawat sistem akuaponik itu sendiri.
4. Kemampuan mengenal karakteristik setiap ikan yang akan di pelihara.
5. Pemberian pakan terhadap ikan nokturnal seperti lele yang lebih bagus pada malam hari.
6. Pengaturan tingkat PH air agar ikan dan tanaman dapat hidup.
7. *Me-monitoring* PH air secara berkala, user harus selalu datang ke tempat akuaponik.
8. Penguapan air sistem akuaponik yang menyebabkan berkurangnya air pada sistem akuaponik.

Pemanfaatan lahan pekarangan menggunakan akuaponik, dengan harapan tanamannya bisa lebih banyak meskipun pekarangannya sempit tetapi bisa menghasilkan banyak tanaman. Masyarakat bisa memanfaatkan lahan yang sempit menjadi sumber pencarian yang sangat mudah. Peningkatan kesejahteraan keluarga dapat dilaksanakan melalui budi daya tanaman sayur-sayuran, tanaman buah pot dan ikan di pekarangan (Hasanah *et al.*, 2021). Saat ini menanam dengan sistem akuaponik adalah alternatif yang tepat untuk mendapatkan sayuran dan buah-buahan di lahan yang sempit atau terbatas. Sistem akuaponik memiliki keuntungan diantaranya adalah tanaman akuaponik dapat dilakukan pada lahan yang terbatas, selain itu perawatan tanaman pada sistem akuaponik lebih praktis dan gangguan hama lebih terkontrol (Purwasih dan Evahelda, 2019). Sistem akuaponik yang telah ada umumnya menggunakan sistem penyiraman tanaman menggunakan *timer* dengan pengatur metode penyiraman otomatis, sehingga proses penyiraman tanaman tidak dapat disesuaikan dengan kebutuhan tanaman itu sendiri. Di samping itu jumlah air yang diperlukan pada media tanam Hal ini akan menyebabkan pemborosan air dan nutrisi. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka diperlukan sebuah sistem akuaponik dengan pengaturan debit lembapan, waktu pengaliran air, dan pengaturan ketinggian air untuk pola cocok

tanam akuaponik secara otomatis menggunakan mikrokontroler Arduino Uno R3. Hasil yang didapat pada sistem kelembapan, pengaliran air, dan pengaturan ketinggian air sesuai yang diinginkan yang nantinya bisa diterapkan pada tanaman akuaponik sesungguhnya sehingga dapat memberikan hasil dan kualitas yang baik dari tanaman akuaponik tanpa harus dilakukan secara manual (Saptono, 2017).

Menurut Saptono, (2017), prinsip kerja akuaponik adalah mengalirkan air dari dalam kolam ikan ke media tempat menanam. Setelah mengaliri tanaman, air akan kembali lagi ke kolam kembali dan seterusnya. Air dari kolam ikan yang kotor dan kaya akan bahan organik akan diserap oleh akar tanaman dan air yang kembali ke dalam kolam akan menjadi jernih. Pola cocok tanam Akuaponik ada beberapa jenis diantaranya adalah sebagai berikut:

1. *Nutrient Film Technique* (NFT) merupakan model budi daya dengan meletakkan akar tanaman pada lapisan air yang dangkal. Air tersebut tersirkulasi dan mengandung nutrisi sesuai kebutuhan tanaman. Perakaran bisa berkembang di dalam larutan nutrisi.
2. *Media Filled Beds* (MFB) adalah bentuk sederhana dari akuaponik dengan menggunakan kontainer diisi dengan media batu dari tanah liat. Air dari tangki ikan dipompa ke atas tempat media yang berisi tanaman, dan tanaman tumbuh di media batu.
3. *Deep Water Culture* (DWC) bekerja pada gagasan tanaman mengambang di atas air. Memungkinkan akar untuk menggantung ke dalam air. Dari ketiga metode tersebut memerlukan kecukupan air dengan kecepatan aliran air tertentu sesuai kebutuhan terutama jenis tanaman yang dibudidayakan. Masing-masing jenis tanaman mempunyai jenis akar yang berbeda-beda. Pada jenis NFT memerlukan aliran air yang tipis dan ketebalannya tidak diperlukan untuk menjaga kecukupan kandungan oksigen pada air di samping mengalirkan nutrisi yang dihasilkan oleh kotoran ikan menuju akar tanaman.

Teknik akuaponik menghasilkan dua produk, yaitu produk pertanian dan perikanan. Salah satu kelebihan sistem ini adalah tidak perlu melakukan penggantian air, karena air yang bersifat toksik terhadap ikan akan di filter oleh bakteri nitrifikasi sehingga ikan tetap sehat. Semua ikan dapat dibudidayakan pada sistem akuaponik tetapi ikan yang direkomendasi adalah ikan lele dan mujair atau nila, karena produksi

amonianya yang tinggi untuk nutrisi tanaman dan tahan pada air yang relatif kotor. Perbedaan mendasar dari hidroponik dan akuaponik adalah asal sumber nutrisi. Hidroponik diperoleh dari hasil preparasi sesuai dengan resep tertentu. Sedangkan akuaponik memanfaatkan air kolam yang mengandung kotoran dan sisa pakan (Manuhara *et al.*, 2018).

Pemilihan sistem berbudi daya akuaponik didasarkan pada kemudahan dalam perawatan dan lebih mudah mengontrol gangguan hama, penggunaan tenaga kerja yang tidak banyak, lebih efisien, memiliki standarisasi serta nutrisi dan air selalu tersedia, juga ramah lingkungan. Penggunaan lahan yang sempit dan hemat air memungkinkan untuk diterapkannya teknik akuaponik sebagai bagian dari tata kota di kompleks-kompleks perumahan. Sehingga sistem tanam sayur dengan teknik akuaponik menjadi alternatif untuk bercocok tanam sayuran maupun buah-buahan dan budi daya ikan pada lahan sempit/terbatas. Keuntungan dari akuaponik adalah perawatan yang praktis dan dapat lebih mudah mengontrol gangguan hama, tidak membutuhkan banyak tenaga kerja, lebih efisien, memiliki standarisasi serta nutrisi dan air selalu tersedia, juga ramah lingkungan (Ferijal *et al.*, 2017).

Selama ini penanganan yang dilakukan berupa pemberian pakan alternatif buatan peternak sendiri dan peningkatan frekuensi penggantian air kolam. Pakan alternatif dapat berupa ayam tiren atau campuran dedak dengan tepung ikan menyebabkan air kolam cepat kotor. Peningkatan frekuensi penggantian air kolam berimbas pada biaya listrik dan keawetan pompa air. Solusi yang ditawarkan melalui kegiatan pengabdian kepada masyarakat dengan dana hibah IbM adalah penerapan akuaponik, yaitu gabungan sistem hidroponik dan akuakultur yang saling bersimbiotik. Pertanian menggunakan sistem akuaponik dapat dilakukan di lahan sempit, tanaman tidak perlu disiram dan dipupuk, air kolam tidak perlu diganti, ramah lingkungan dan bisa dilakukan oleh semua kalangan masyarakat. Sebagian besar tanaman hortikultura dapat tumbuh dengan baik pada sistem akuaponik (Manuhara *et al.*, 2018).

Dilahan terbatas akuaponik dapat disesuaikan ukuran dan bentuknya sesuai lahan yang ada. Keterbatasan biaya untuk penyediaan bak ikan atau tanaman dapat disikapi dengan menggunakan kotak tahan air yang tidak terpaksio embero atau kayu sederhana yang ditutup terpal atau plastik. Bak tanaman juga dapat dibuat bertingkat-tingkat sehingga didapatkan hasil panen yang lebih banyak. Media tanam ikan dapat dilakukan

menggunakan kerikil yang mudah didapatkan (Widyastuti, 2012). Selain penanaman secara vertikutur akuaponik juga dilakukan dengan vertikutur irigasi tetes untuk menambah pengetahuan, keterampilan dan keindahan lingkungan. Sebelumnya dilakukan penyuluhan tentang manfaat tanaman sayuran sebagai pengisi lahan kosong dan pengetahuan tentang organisme pengganggu tanaman sayuran serta upaya untuk mengendalikannya (Prihatiningsih *et al.*, 2020).

Kegiatan akuaponik ini layak untuk dikembangkan selain untuk memenuhi kebutuhan sayur dan ikan dalam skala kecil (rumah tangga) juga dapat dijadikan komoditas bernilai ekonomis tinggidegan memanfaatkan lahan sempit non produktif seperti pekarangan rumah. Kualitas air yang baik akan mendukung pertumbuhan ikan dan sayur yang dipelihara. Sistem akuaponik yang digunakan, jenis ikan, jumlah ikan, jenis sayur, jumlah sayur, jenis pakan dan teknik serta lokasi pemeliharaan akan mempengaruhi kualitas air yang dihasilkan (Bangkit *et al.*, 2017). Dengan lahan yang sempit, teknologi ini cocok untuk digunakan pada lahan pekarangan di perumahan padat penduduk (Sulistyo *et al.*, 2016).

Kesimpulan

Secara umum akuaponik dapat memecahkan masalah krisis pangan yaitu menghasilkan ikan dan tanaman dengan efisiensi lahan dan air. Keuntungan sistem akuaponik yang lain adalah mudah dan biaya rendah, dapat dikembangkan dengan berbagai suplemen dan materi lain, menghemat waktu karena dapat dilakukan di lokasi yang kita inginkan sebagai hiburan dan juga pelajaran keluarga dan sudah pasti akan menghasilkan produk alami yang berkualitas serta ramah lingkungan.

Daftar Pustaka

- Bangkit, I., Sugandhy, R., & Indriani, D. (2017). Aplikasi Budi daya Ikan Integratif dengan Sistem Akuaponik Dalam Pemanfaatan Pelataran Rumah Sebagai Upaya Peningkatan Pendapatan Masyarakat di RW 05 Desa Sayang, Jatinangor-Sumedang. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(3), 145-149.
- Ferijal, Jayanti, D. S., & Nurba, D. (2017). Pemanfaatan Lahan Pekarangan Sempit Dengan Teknologi Akuaponik Dalam Rangka Pemberdayaan Dan Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat Gampong Kandang

- Kecamatan Darul Imarah Kabupaten Aceh Besar. Banda Aceh: Prosiding Seminar Nasional.
- Handayani, Leni. (2018), Pemanfaatan Lahan Sempit Dengan Sistem Budi daya Akuaponik. Prosiding Seminar Nasional Hasil Pengabdian. Universitas Muslim Nusantara Al-Washliyah.
- Hasanah, Z. Yulianto, T. & Yudistira, I. (2021), Ethos: Pendampingan Optimalisasi Pemanfaatan Lahan Perkarangan Rumah Sebagai Tempat Baru Akuaponik. Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Universitas Islam Madura. 9(1): 118-122
- Hidayat, A. 2011. Mengulas Teknik Akuaponik. Icon agry
- Manuhara, Y.S.W, Utami, E.S.W, & Yachya, A. (2018), Pelatihan Budi daya Sayuran Organik Secara Akuaponik Melalui Kegiatan IPTEK Bagi Masyarakat pada Peternak Lele di Desa Lebo Kabupaten Sidoarjo. Jurnal Layanan Masyarakat Universitas Airlangga. 2(1). 12-17
- Prihatiningsih, N., Minarni E.W., & Nurtiati. (2020), Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat: Sayuran Organik Sistem Vertikultur Akuaponik Sebagai Pemanfaatan Lahan Pekarangan, Darma Shaba Cendekia, 2(1).
- Purwasih, R., & Evahelda. (2019). Pemanfaatan Lahan Pekarangan Untuk Budi Daya Sayuran Hidroponik. Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat, 195-201.
- Putra, I., Mulyadi, Pamukas, N.A. & Rusliadi. (2013), Peningkatan Kapasitas Produksi Akuakultur pada Pemeliharaan Ikan Selais (Ompok sp.) Sistem Akuaponik. Jurnal Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau.
- Saparinto C dan R. Susiana, 2014. Panduan Lengkap Budi daya Ikan dan Sayuran dengan Sistem Akuaponik, Yogyakarta
- Saptono, D. (2017), Sistem Pengendalian Debit Air Akuaponik Menggunakan Arduino Uno dan Raspberry Pi. Jurnal Multimedia. 8(1)
- Sulistyo, M. A. B., Taufik kurrahman, & Noeriati, D. (2016). Teknologi Akuaponik Untuk Memperkuat Ekonomi Warga Rw 10 Kelurahan Bandungrejosari Kota Malang. Seminar Nasional Dan Gelar Produk UMM, 99-109
- Widyastuti, E. 2012. Pengelolaan Air Teftes unftk Budi daya Ikan dan Kangkung dengan Teknologi Akuaponik dan Srry lementasi Probiotik. Jurnal Inovasi. 6(1). 36-45

Yen, H. S., Chou, J. H. 2016. Water purification by oyster shell bio-medium in a recirculating aquaponic system. *Ecological Engineering*. 95: 229-236.

Zulhelman, Ausha, H.A. & Ulfa, R.M, (2016). Pengembangan Sistem Smart Akuaponik. *Politeknologi, Politeknik Negeri Jakarta*. 15(2)

ENTOMOPATOGEN SEBAGAI BIOPESTISIDA DALAM PENGELOLAAN HAMA TERPADU

Rosfiansyah

Jurusan/Program Studi Agroekoteknologi

Sekilas Pengendalian Hayati dalam Pengelolaan Hama Terpadu

Masalah hama dalam budi daya pertanian selalu menjadi salah satu sumber permasalahan utama yang sering dihadapi petani. Jika permasalahan hama tidak di atasi segera dengan benar dan bijak akan memberikan dampak kerugian ekonomi baik secara kualitas maupun kuantitas.

Hingga saat ini, banyak petani di Indonesia khususnya di Kalimantan Timur masih memiliki pola pikir "*insecticide mind*" yaitu pola pikir yang hanya memfokuskan bagaimana cara mengendalikan hama dengan menggunakan pestisida kimia dengan mencoba berbagai produk insektisida kimia yang ditawarkan tanpa adanya edukasi seperti: cara kerja pestisida tersebut terhadap hama apakah bersifat racun kontak atau racun perut, tidak menyadari ada produk pestisida kimia yang memiliki merek berbeda padahal bahan aktif yang dimiliki sama, mengoplos dua atau lebih produk insektisida agar lebih efektif padahal bisa saja akibat pengoplosan tersebut justru mengurangi keefektifannya, hingga tidak memperhatikan dampak berbahaya insektisida yang terjadi terhadap diri sendiri dan lingkungan sekitar.

UU no. 22 pasal 48 tentang sistem budi daya pertanian berkelanjutan menyatakan bahwa Perlindungan Pertanian dilaksanakan dengan sistem pengelolaan hama terpadu serta penanganan dampak perubahan iklim. Pengelolaan Hama terpadu merupakan pendukung keputusan sistem untuk pemilihan dan penggunaan taktik pengendalian hama, baik sendiri-sendiri maupun bersama-sama yang dikoordinasikan ke dalam strategi manajemen, berdasarkan analisis biaya/manfaat yang mempertimbangkan

kepentingan dan dampak terhadap produsen, masyarakat, dan lingkungan (Kogan, 1998).

Sistem pengelolaan hama terpadu menurut Watson, *et.al.* (1975) terdiri dari enam komponen utama yaitu: pengendalian dengan peraturan/undang-undang, pengendalian dengan varietas tahan, pengendalian kultur teknis, pengendalian fisik dan mekanik, pengendalian hayati serta pengendalian kimia.

Salah satu dari komponen utama tersebut adalah pengendalian hayati yang merupakan alternatif komponen pengendalian hama yang ramah terhadap lingkungan. Untung (1996) mendefinisikan Pengendalian hayati sebagai taktik pengelolaan hama yang dilakukan secara sengaja dengan memanfaatkan atau memanipulasi musuh alami untuk menurunkan atau mengendalikan populasi hama. Pengendalian hayati merupakan teknik pengendalian yang memanfaatkan musuh alami serangga hama yang terdiri dari predator, parasitoid dan entomopatogen (patogen serangga).

Predator adalah organisme yang hidup bebas di alam dengan memangsa atau memakan hewan lainnya. Predator dapat berupa arthropoda maupun hewan lainnya yang umumnya berukuran lebih besar dari mangsanya seperti reptil, amfibi, mamalia dan burung. Predator memangsa semua tahapan inang yaitu telur, larva (nimfa), pupa dan dewasa, di mana setiap predator membutuhkan banyak mangsa agar dapat tumbuh menjadi dewasa (Dent, 2000).

Parasitoid adalah serangga yang memparasit serangga atau arthropoda yang lainnya dan menyebabkan kematian pada inangnya, di mana umumnya hanya sebagian fase hidupnya tergantung pada inang, sedangkan fase dewasa serangga parasitoid biasanya hidup bebas di alam dan biasanya memakan serbuk sari, nektar, madu atau kadang-kadang cairan tubuh inangnya (Dent, 2000). Parasitoid dapat dibedakan dengan parasit, di mana parasitoid menyebabkan kematian pada inang sedangkan parasit tidak menyebabkan kematian pada inang.

Entomopatogen atau disebut sebagai patogen serangga merupakan mikroorganisme yang menginfeksi serangga dan dapat menyebabkan penyakit pada serangga. Saat ini, terdapat lima golongan mikroorganisme yang dapat menyebabkan penyakit pada serangga yaitu bakteri, cendawan, virus, nematoda dan protozoa. Uraian untuk masing-masing patogen serangga akan dijelaskan selanjutnya dalam artikel ini.

Entomopatogen sebagai Pengendali Hayati

1. Bakteri Entomopatogen

Bakteri entomopatogen sebagai agen pengendali hayati merupakan bakteri yang paling sering mendapat perhatian. Bakteri yang memiliki kemampuan untuk menimbulkan penyakit jika termakan oleh serangga disebut patogen sejati, sedangkan apabila hanya mampu menimbulkan penyakit jika serangga dalam kondisi lemah maka disebut patogen potensial (Tabel 1).

Umumnya saluran pencernaan merupakan organ tubuh yang pertama kali terserang bakteri entomopatogen. Pada tahap awal serangan bakteri mengakibatkan aktivitas makan serangga menurun dan bahkan berhenti. Serangga mengalami gejala muntah (keluarnya cairan dari mulut serangga) dan diare (kotoran serangga tidak padat seperti biasanya). Terjadi paralisis (gejala lumpuh seketika) pada sistem pencernaan. Aktivitas gerakan serangga mengalami penurunan. Pada infeksi lanjut, terjadi paralisis pada seluruh tubuh dan diikuti gejala septisemia (keracunan pada darah) yang berakhir dengan kematian serangga. Perilaku serangga juga terkadang terjadi penyimpangan misalnya mencari perlindungan di tempat tersembunyi di bawah daun (Santoso, 1993).

Tabel 1. Penggolongan bakteri entomopatogen menurut Falcon (1981) dalam Santoso (1993)

Membentuk Spora		Tidak Membentuk Spora		
Obligat	Fakultatif			
Membentuk kristal	Tidak membentuk kristal		Potensial	Fakultatif
Bacillus eulomorphae B. fribourgensis	B. thuringiensis	C. cereus	Pseudomonas aeruginosa P. chlororapasis	Serratia marcescens
B. lentimorbus B. popilliae Clostridium brevifaciens C. malacosomae			P. fluorescens P. reptilifora P. septica P. Pudica Aerobactespp. Cloacaspp. Proteus vulgaris Pr. mirabilis Pr. rettgeri	

Patogen potensial masuk ke dalam hemosel serangga dengan cara melalui luka pada integumen, tetapi pada sebagian besar kasus infeksi yang terjadi biasanya bakteri mencapai hemosel melalui saluran pencernaan. Bakteri yang tergolong genus *Bacillus* biasanya dapat memproduksi spora dalam tubuh serangga yang berfungsi sebagai agensia infeksi. Beberapa jenis toksin juga dapat dihasilkan oleh *B. thuringiensis*. Dalam pengendalian hama dan serangga vektor, delta endotoksin yang dihasilkan *B. thuringiensis* sering dimanfaatkan karena efektif dalam membunuh serangga. Delta endotoksin sendiri merupakan toksin yang dihasilkan dari tubuh inklusi paraspora (kristal) (Santoso, 1993). Tingkat kerentanan serangga terhadap peracunan oleh *B. thuringiensis* ditentukan oleh varietas bakteri dan reaksi yang terjadi dalam tubuh serangga terhadap kehadiran toksin.

2. Cendawan Entomopatogen

Cendawan entomopatogen meskipun sebagian besar dapat diisolasi dari bangkai arthropoda, tetapi habitat asli cendawan ini adalah di tanah (Behie & Bidochka, 2014). Cendawan ini merupakan patogen serangga yang memiliki kemampuan menginfeksi dan membunuh arthropoda di lingkungan sehingga memiliki peran utama sebagai pengendali hayati serangga (Skinner *et al.*, 2014; Lacey *et al.*, 2015; Mascarin & Jaronski 2016).

Cendawan entomopatogen dikategorikan dalam enam kelas: Oomycetes, Chytridiomycota, Microsporidia, Entomophtoromycota, Basidiomycota, dan Ascomycota yang paling sering dimanfaatkan dalam pengendalian hayati. Fungsi

Cendawan entomopatogen dalam pohon filogeninya tidak membentuk satu kelompok monofiletik. Saat ini telah diketahui terdapat sekitar 12 spesies Oomycetes, 65 spesies Chytridiomycota, 339 spesies Microsporidia, 474 spesies Entomophtoromycota, 238 spesies Basidiomycota, dan 476 spesies Ascomycota telah dilaporkan sebagai cendawan entomopatogen (Araújo & Hughes 2016).

Cendawan entomopatogen adalah organisme heterogen yang memainkan berbagai peran ekologis. Sebagai contoh, spesies dari genus *Metarhizium* dan *Beauveria* yang sering ditemukan di tanah memiliki kemampuan tidak hanya mengendalikan populasi arthropoda di alam tetapi juga mampu membentuk hubungan yang kompleks dengan tanaman.

Kedua cendawan tersebut digambarkan sebagai endofit akar, batang, dan daun tanaman (Jaber & Enkerli, 2017). *M. robertsii* dan *B. bassiana* menyediakan nitrogen bagi tanaman yang diasimilasi selama parasitisasi serangga (Behie & Bidochka, 2014), sehingga mendukung pertumbuhan tanaman (Ríos-Moreno *et al.*, 2016). *Beauveria bassiana* bertindak sebagai endofit di sekitar 25 spesies tanaman, berkontribusi pada pengendalian hama dan jamur patogen tanaman (McKinnon *et al.*, 2017; Vega, 2018). Sebagai jamur endofit dan epifit, cendawan tersebut menjelajah di daun dan pucuk selain akar tanaman sehingga membuat tanaman lebih tahan terhadap serangga (Klieber & Reineke 2016; Ramakuwela *et al.*, 2020). Cendawan entomopatogen menginfeksi serangga dengan penetrasi langsung ke kutikula. Tidak seperti bakteri atau virus, mereka tidak harus dicerna oleh serangga (Bilgo *et al.* 2018). Proses infeksi dimulai dengan pelekatan spora ke integumen arthropoda dan memiliki dua tahap: yang pertama tergantung pada aksi gaya hidrofobik dan elektrostatik dan yang kedua membutuhkan aktivitas enzim dan protein dengan berat molekul rendah yang disebut hidrofobin (Skinner *et al.*, 2014). Perkecambahan spora terjadi dengan adanya sumber karbon dan energi pada kutikula serangga pada kelembapan dan suhu yang cukup. Suhu optimum untuk pertumbuhan dan perkecambahan cendawan adalah antara 20 dan 30 °C. Spora juga dapat berkecambah pada suhu di luar kisaran tersebut (Skinner *et al.*, 2014). Selanjutnya, *appressoria* muncul, menyebabkan tekanan mekanis yang kuat pada kutikula dan produksi enzim litik (proteo-, lipodan kitinolitik) yang menghancurkan integumen serangga (Skinner *et al.*, 2014; Lacey *et al.*, 2015). Setelah menembus rongga tubuh arthropoda (hemocel), hifa jamur mulai tumbuh. Beberapa cendawan entomopatogen dapat menghasilkan blastospora yang memasuki hemolimfa inang dan menghasilkan hifa sekunder yang menghuni jaringan inang. Pada tahap ini, jamur menghasilkan metabolit sekunder yang menyebabkan kelumpuhan dan mengganggu proses fisiologis inang, terutama respons imunnya (Donzelli & Krasnoff, 2016). Karena infeksi yang berkembang, tubuh serangga dihancurkan oleh kerusakan mekanis pada organ internal oleh hifa yang berkembang dan penipisan nutrisi (Donzelli & Krasnoff 2016; Mascarin & Jaronski 2016; Fan *et al.*, 2017).

Akibat infeksi yang progresif, tubuh serangga yang awalnya lunak menjadi kaku akibat penyerapan cairan oleh jamur. Seluruh proses infeksi relatif lama dan memakan waktu sekitar 14 hari setelah infeksi, tetapi

gejala pertama infeksi biasanya terjadi sekitar 7 hari setelah infeksi (atau bahkan lebih awal, tergantung pada spesies jamur). Setelah membunuh serangga dan menggunakan semua nutrisi, hifa jamur muncul dari bangkai inang melalui lubang di tubuhnya (lubang mulut, anus) dan melalui area intersegmental. Kemudian, spora istirahat atau infeksi diproduksi, yang memungkinkan jamur menyebar dan menginfeksi individu lain (Skinner *et al.*, 2014).

3. Virus Entomopatogen

Virus yang menyerang tanaman atau hewan dapat ditularkan oleh serangga vektor. Namun demikian, sebagian besar virus dapat ditularkan oleh serangga tidak bersifat patogen terhadap serangga vektor tersebut. Identifikasi virus entomopatogen dilakukan dengan melihat bentuk (morfologi), analisis asam nukleat dan protein, kadang-kadang parameter biologis seperti kisaran inang juga berperan penting untuk klasifikasi virus (Santoso, 1993).

Virus entomopatogen merupakan patogen intraseluler obligat yang memiliki DNA atau RNA yang dienkapsulasi ke dalam lapisan protein yang dikenal sebagai kapsid untuk membentuk virion atau nukleokapsid. Virus-virus ini terbukti sangat efektif dalam mengendalikan populasi hama. Seperti bakteri entomopatogen, virus entomopatogen juga sangat spesifik dalam menginfeksi serangga target.

Virus serangga memiliki banyak famili, beberapa di antaranya hanya terdapat pada artropoda dan/atau tumbuhan dan virus yang termasuk famili ini dapat bervariasi dalam jaringan yang diinfeksi dan kemampuannya menyebabkan infeksi akut atau kronis. Secara umum, virus dibagi menjadi dua kategori besar non-taksonomi yaitu oklusi virus dan nonoklusi virus. Kategori pertama adalah oklusi virus di mana partikel virion matang (virion) tertanam dalam matriks protein, membentuk badan parakristal yang umumnya disebut sebagai OB (*occlusion bodies*), sedangkan kategori kedua adalah nonoklusi virus di mana virion muncul secara bebas atau kadang-kadang membentuk badan parakristalin, yang ditandai dengan tidak adanya protein tubuh oklusi yang tersebar di antara virion (Federici, 1999).

Tanada dan Kaya (1993) mengelompokkan virus entomopatogen ke dalam 13 famili yaitu:

Tabel 2. Pengelompokan Virus Entomopatogen

Famili	Genus	Asam Nukleat	Tubuh Inklusi
Baculoviridae	<i>Baculovirus</i>	DNA	+
Poxviridae	<i>Entomopoxvirus</i>	DNA	+
Iridoviridae	<i>Iridovirus</i>	DNA	
Polydnaviridae	<i>Ichnovirus</i>	DNA	
Ascoviridae	<i>Ascovirus</i>	DNA	
Parvoviridae	<i>Parvovirus</i>	DNA	
Reoviridae	<i>Cypovirus</i>	RNA	
Birnaviridae	<i>Belum ditentukan</i>	RNA	
Rhabdoviridae	<i>Rhabdovirus</i>	RNA	
Picornaviridae	<i>Enterovirus</i>	RNA	
Calciviridae	<i>Calcivirus</i>	RNA	
Tetraviridae	<i>Belum ditentukan</i>	RNA	
Nodaviridae	<i>Nodamuravirus</i>	RNA	

Infeksi awal virus entomopatogen terjadi ketika serangga inang yang rentan memakan tanaman yang terkontaminasi virus. Ketika OB dicerna oleh serangga, matriks protein larut dalam lingkungan basa usus tengah serangga (pH 8,0), melepaskan partikel infeksi (virion atau ODV/PDV) ke dalam usus tengah. ODV/PDV masuk ke dalam nukleus dan terjadi replikasi DNA virus melalui enzim DNA-polimerase virus. Hingga akhirnya virus memperoleh akses ke berbagai jaringan lain seperti epidermis dan lemak tubuh. Munculnya virus di dalam lemak tubuh dan epidermis menunjukkan bahwa penyebaran virus secara *in vivo* hampir selesai yang mengakibatkan infeksi mematikan.

Kecepatan terjadinya kematian sebagian ditentukan oleh kondisi lingkungan. Dalam kondisi optimal, hama target dapat dibunuh dalam 3-7 hari, tetapi kematian dapat terjadi dalam 3-4 minggu ketika kondisi tidak ideal (Cunningham, 1995; Flexner & Belnavis, 2000)

4. Nematoda Entomopatogen

Klasifikasi nematoda terus mengalami revisi, termasuk beberapa kelompok nematoda patogen serangga (entomogenous). Kelompok utama nematoda entomogenous diberikan pada Tabel 3 (Tanada & Kaya, 1993). Ada dua kelas nematoda, Adenophorea dan Seceraentea,

keduanya mengandung parasit-serangga penting nematoda. Kelompok utama nematoda entomogen ada dalam ordo Stichosomida, Rhabditida, Diplogasterida, dan Tylenchida.

Tabel 3. Klasifikasi umum kelompok nematoda entomopatogen

Klasifikasi Nematoda Entomopatogen
Phylum: Nemata (syn. Nematoda)
Class: Adenophorea (syn. Aphasmdia)
Order: Stichosomida (Mermithida in part)
Family: Tetradonematidae
Family: Mermithidae
Class: Secernentea (syn. Phasmidia)
Order: Rhabditida
Family: Rhabditidae
Family: Steinernematidae
Family: Heterorhabditidae
Family: Oxyuridae
Order: Diplogasterida
Family: Diplogasteridae
Order: Tylenchida
Family: Allantonematidae
Family: Sphaerulariidae
Order: Aphelenchida
Family: Aphelenchoididae
Family: Entaphelenchidae

Dari kesebelas famili tersebut yang paling berguna untuk mengendalikan serangga hama pertanian adalah Steinernematidae dan Heterorhabditidae. Selain itu, kedua famili tersebut keberadaannya lebih mudah diisolasi di alam bebas dibandingkan famili yang lain.

Nematoda entomopatogen yang bersifat patogen obligat terdiri atas 2 famili yaitu famili Steinernematidae yang memiliki 2 genus yaitu *Steinernema* dan *Neosteinernema*, serta famili Heterorhabditidae yang mempunyai 1 genus yaitu *Heterorhabditis*. Genus *Steinernema* terdiri atas 22 spesies, genus *Heterorhabditis* terdiri atas 8 spesies dan genus *Neosteinernema* hanya memiliki 1 spesies (Kaya & Stock 1997; Hominick *et al.*, 1997).

Nematoda ini biasanya memiliki sistem reproduksi yang terpisah, yaitu terdapat jantan dan betina. Namun pada beberapa nematoda memiliki

dua sistem reproduksi sekaligus dalam satu individu. Jantan memiliki sistem reproduksi yang berkembang masuk ke rektum dan membentuk kloaka. Jantan dewasa dicirikan dengan kehadiran satu atau dua testis dan terdapat spikula yang bergabung dengan kloaka serta terdapat bursa kopulatrik, khususnya pada jantan famili Heterorhabditidae. Selain itu, sistem reproduksi nematoda betina tersusun atas satu atau dua ovari dengan vulva yang terletak pada bagian ventral (Tanada & Kaya 1993). Nematoda famili Heterorhabditidae memiliki lubang ekskresi pada bagian posterior cincin syaraf, berbeda dibandingkan famili Steinernematidae yang memiliki lubang ekskresi pada bagian anterior cincin syaraf (Kaya & Stock 1997).

Perbedaan kedua famili tersebut adalah dalam perkembangannya sampai menjadi stadia infektif. Pada Steinernematidae, juvenil infektif (j.i) berkembang menjadi betina dan jantan amfimiktik tetapi tidak pernah menjadi hermiprodit. Pada Heterorhabditidae, setiap j.i berkembang menjadi betina hermiprodit serta tidak pernah betina dan jantan amfimiktik. Keturunan betina hermiprodit (generasi ke-dua) berkembang menjadi betina dan jantan amfimiktik. Nematoda tersebut menghasilkan telur dan menetas di dalam tubuhnya menjadi generasi ke-dua yang amfimiktik. Juvenil 1 terdiri dari betina dan jantan (ketika dewasa ukuran jauh lebih kecil dari betina), kemudian menjadi juvenil 2. Setelah menjadi *dauer* juvenil, nematoda keluar dari tubuh induknya (*matricidal endotoky*) dan akhirnya keluar dari bangkai inang untuk mencari serangga inang baru dan melakukan penetrasi (Tanada & Kaya, 1993; Burnell & Stock, 2000). *Dauer juvenile* merupakan j.i nematoda fase ke-tiga yang masih terbungkus kutikula fase ke-dua yang. Kutikula ini berfungsi sebagai pelindung dari gangguan mikroorganisme dan invertebrata lain.

Nematoda entomopatogen dalam mencari dan menemukan serangga inang menggunakan strategi menjelajah (*cruiser*), menunggu (*ambusher*) serta menjelajah dan menunggu (*intermediate*). Nematoda yang memiliki strategi menjelajah lebih mengandalkan tanda-tanda kimia dibandingkan dengan nematoda yang menunggu. Nematoda yang menjelajah lebih efektif menemukan inang yang tidak aktif bergerak, sedangkan nematoda yang menunggu cenderung untuk berdiri dengan ekornya tanpa bergerak dalam waktu yang lama (*nictation*) dan efektif untuk menemukan inang yang aktif bergerak di permukaan tanah (Lewis *et al.*, 1992; Ramos-Rodriguez *et al.*, 2007; Spence *et al.*, 2008)

Steinernematidae dan Heterorhabditidae merupakan agen pengendali hayati yang efektif, kedua nematoda ini memiliki virulensi tinggi, kisaran inang yang luas pada serangga, tidak berbahaya bagi manusia, hewan, tumbuhan maupun organisme lain bukan target (Grewal *et al.*, 2001; Hazir *et al.*, 2004).

Tanada & Kaya (1993), menjelaskan bahwa Steinernematidae dalam hidupnya berasosiasi secara mutualisme dengan bakteri simbion *Xenorhabdus* sp., sedangkan Heterorhabditidae berasosiasi secara mutualisme dengan bakteri simbion *Photorhabdus* sp. Kedua bakteri ini memiliki dua bentuk koloni. Koloni pertama disebut dengan fase 1 yang disolasi dari nematoda infeksius dan menghasilkan antibiotik. Koloni kedua disebut dengan fase 2 yang diisolasi dari bangkai serangga tua atau secara *in vitro* dari media kultur nematoda.

Di laboratorium, Steinernematidae dan Heterorhabditidae dapat keluar dari tubuh inang pada 8-14 hari setelah infeksi. Selain itu, dalam kondisi laboratorium *dauer juvenile* bisa hidup dalam periode yang sangat lama hingga mencapai lima tahun, yaitu dengan membiakkannya secara *in vitro* pada media kultur (Tanada & Kaya 1993; Hazir *et al.*, 2004).

Pada proses infeksi, j.i Steinernematidae dan Heterorhabditidae melakukan penetrasi secara langsung pada bagian tubuh inang ataupun penetrasi melewati lubang-lubang alami pada inang seperti mulut, spirakel, trakea maupun anus serta penetrasi langsung dengan cara merobek kutikula menggunakan gigi (Hazir *et al.*, 2004; Burnell & Stock 2000; Kaya & Gaugler, 1993), kemudian juvenil infeksius menuju mesenteron dan masuk ke hemosel dengan membawa bakteri simbion tersebut di dalam ususnya, kemudian melepaskan bakteri simbion melalui anusya. Setelah itu, bakteri simbion memperbanyak diri secara cepat di dalam tubuh inang serta menghasilkan endotoksin dan eksotoksin, setelah itu dalam waktu 48 jam menyebabkan kematian (Tanada & Kaya 1993; Burnell & Stock 2000).

Gejala dan tanda serangga yang terinfeksi nematoda entomopatogen dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu efek internal, eksternal dan perilaku. Gejala yang umum terjadi adalah serangga akan berhenti bergerak dan makan, lalu terjadi perubahan warna. Kematian serangga akan terjadi secara septisemia dalam waktu beberapa jam sampai tiga hari, tergantung temperatur dan spesies nematoda (Burman 1982 dalam Perez & Lewis, 2003). Tubuh menjadi lembek dan bila dibedah konstitusi jaringan dalam

akan hancur dan cair (Kaya & Gaugler, 1993). Invasi nematoda terjadi 7-15 hari setelah infeksi (Gaugler & Kaya, 1990) dan setelah 1-3 generasi beberapa ribu j.i baru akan muncul dari bangkai inang dengan membawa bakteri simbiosis (Poinar 1979 dalam Perez & Lewis, 2003).

5. Protozoa Entomopatogen

Sekitar 1200 spesies protozoa dari 15000 spesies yang telah dikelompokkan mampu menyerang serangga (Lipa, 1963 dalam Tanada & Kaya, 1993). Protozoa entomopatogen umumnya ditemukan berada pada sistem pencernaan serangga. Protozoa yang menjadi entomopatogen terdiri dari filum Zoomastigina, Rhizopoda, Apicomplexa, Microspora, Haplosporidia dan Ciliophora. Namun mayoritas filum yang memiliki patogenisitas tinggi terhadap serangga adalah Apicomplexa dan Microspora, yang biasanya menginvasi ke hemosel dan mengganggu perkembangan intraseluler serangga.

Protozoa merupakan entomopatogen spesifik inang dan bekerja lambat dan menyebabkan infeksi kronis. Infeksi mengakibatkan berkurangnya makan, fekunditas, dan umur panjang inang (Sarwar, *et. Al*, 2021).

Daftar Pustaka

- Araújo JPM, Hughes DP. 2016. Diversity of Entomopathogenic Fungi Which groups conquered the insect body? *Dalam: Advances in genetics, vol 94*. Lovett B, Leger RJS (eds) Elsevier, Amsterdam, pp 1-39. <https://doi.org/10.1016/bs.adgen.2016.01.001>
- Behie SW, Bidochka MJ. 2014. Ubiquity of insect-derived nitrogen transfer to plants by endophytic insect-pathogenic fungi: an additional branch of the soil nitrogen cycle. *Appl Environ Microbiol* 80:1553-1560. <https://doi.org/10.1128/AEM.03338-13>
- Bilgo E, Lovett B, Leger RJS et al. 2018. Native entomopathogenic *Metarhizium* spp. from Burkina Faso and their virulence against the malaria vector *Anopheles coluzzii* and non-target insects. *Parasites Vectors* 11:11-16. <https://doi.org/10.1186/s13071-018-2796-6>
- Burnell AM, Stock SP. 2000. Heterorhabditis, Steinernema and their bacterial symbionts-lethal pathogens of insects. *Nematology* 2:31-42.

- Cunningham, J.C., 1995. Baculoviruses as microbial insecticides. *Dalam: Novel Approaches to Integrated Pest Management*. Reuveni R. (Ed.). CRC Press. Boca Raton. 261–292 hlm.
- Dent D. 2000. *Insect Pest Management*. CABI Publishing. Wallingford. 410 hlm.
- Donzelli BGG, Krasnoff SB. 2016. Molecular genetics of secondary chemistry in *Metarhizium* Fungi. *Dalam: Advances in genetics, vol 94*. Lovett B, Leger RJS (ed.) Elsevier. Amsterdam, 365–436 hlm.
- Fan Y, Liu X, Keyhani NO et al. 2017. Regulatory cascade and biological activity of *Beauveria bassiana* oosporein that limits bacterial growth after host death. *Proc Natl Acad Sci USA 114:E1578–E1586*. <https://doi.org/10.1073/pnas.1616543114>
- Federici BA. 1999. A perspective on pathogens as biological control agents for insect pests. *Dalam: Handbook of Biological Control: Principles and Applications of Biological Control*. Bellows TS, Fischer TW (Ed.). Academic Press. Cambridge. 517–548 hlm.
- Flexner JL, Belnavis DL. 2000. Microbial Insecticides. *Dalam: Biological and Biotechnological Control of Insect Pests*. Rechcigl JE, Rechcigl NA (ed.). Lewis Publishers Limited. Boca Raton. 35–62 hlm.
- Gaugler R, Kaya H.K. (Ed.). 1990. *Entomopathogenic Nematodes in Biological Control*. CRC Press. 365 hlm.
- Grewal PS, De Nardo EAB and Aguilera MM. 2001. Entomopathogenic nematodes: potential for exploration and use in south america. *Neotrop Entomol. 30: 191-205*.
- Hazir S, Kaya HK, Stock SP, Keskün N. 2004. Entomopathogenic nematodes (*Steinernematidae* and *Heterorhabditidae*) for biological control of soil pests. *Turk J Biol. 27: 181-202*.
- Hominick WM. 1997. Biosystematics of entomopathogenic nematodes: Current status, protocol and defenitions. *J Helminthol 71: 271-298*
- Jaber LR, Enkerli J. 2017. Fungal entomopathogens as endophytes: can they promote plant growth? *Biocontrol Sci Technol 27:28–41*. <https://doi.org/10.1080/09583157.2016.1243227>
- Kaya HK, Gaugler R. 1993. Entomopathogenic nematodes. *Annual Reviews in Entomology, 38, 181-206*. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.en.38.010193.001145>

- Kaya HK, Stock SP. 1997. Techniques in Insect Nematology. Di dalam: Lacey LA, editor. *Manual of Techniques in Insect Pathology*. San Diego: Academic Pr. hlm 281-324.
- Klieber J, Reineke A. 2016. The entomopathogen *Beauveria bassiana* has epiphytic and endophytic activity against the tomato leaf miner *Tuta absoluta*. *J Appl Entomol* 140:580–589. <https://doi.org/10.1111/jen.12287>
- Kogan M. 1998. Integrated Pest Management: Historical Perspectives and Contemporary Developments. *Annu. Rev. Entomol*, 43: 243-270.
- Lacey LA, Grzywacz D, Shapiro-Ilan D I, Frutos R, Brownbridge M, Goettel MS. 2015. Insect pathogens as biological control agents: Back to the future. *J. Invertebr. Pathol.* 132: 1–41
- Lewis EE, Campbell J, Griffin C, Kaya H, Peters A. 2006. Behavioral ecology of entomopathogenic nematodes. *Biol Contr* 38: 66-79.
- Mascarin GM, Jaronski ST. 2016. The production and uses of *Beauveria bassiana* as a microbial insecticide. *World J Microbiol Biotechnol* 32:1-26. <https://doi.org/10.1007/s11274-016-2131-3>
- McKinnon AC, Saari S, Moran-Diez ME *et al.* 2017. *Beauveria bassiana* as an endophyte: a critical review on associated methodology and biocontrol potential. *Biocontrol* 62:1–17. <https://doi.org/10.1007/s10526-016-9769-5>
- Pemerintah Republik Indonesia. 2019. Undang-undang no. 22 pasal 48 Tahun 2019 Tentang Sistem Budi daya Pertanian Berkelanjutan. Pemerintah Republik Indonesia. Jakarta.
- Perez EE, Lewis EE, Shapiro-Ilan DI. 2003. Impact of the host cadaver on survival and infectivity of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) under desiccating conditions. *J Invertebr Pathol* 82: 111-118.
- Ramakuwela T, Hatting J, Bock C *et al.* 2020. Establishment of *Beauveria bassiana* as a fungal endophyte in pecan (*Carya illinoensis*) seedlings and its virulence against pecan insect pests. *Biol Control* 140:104102. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104102>
- Ramos-Rodriguez A, Campbell JF, Lewis EE, Shapiro-Ilan DI, Ramaswamy SB. 2007. Dynamics of carbon dioxide release from insects infected with entomopathogenic nematodes. *J Invert Pathol* 94: 64-69.
- Ríos-Moreno A, Garrido-Jurado I, Resquín-Romero G *et al.* 2016. Destruxin A production by *Metarhizium brunneum* strains during transient

- endophytic colonisation of *Solanum tuberosum*. *Biocontrol Sci Technol* 26:1574–1585. <https://doi.org/10.1080/09583157.2016.1223274>
- Santoso, T. 1993. Dasar-dasar patologi serangga 1-5. Prosiding Simposium Patologi Serangga I, Yogyakarta, 12-13 Oktober 1993. Kerja sama antara PEI cabang Yogyakarta, Fakultas Pertanian UGM dan Program Nasional PHT/BAPENNAS
- Sarwar M, Shad NA, Batool R. 2021. Entomopathogenic Protozoa Roles in the Management of Insects Pest Populations. *Dalam: Biopesticides in Organic Farming*. Awasthi LP (ed.) CRC Press. Boca Raton. 129-136 hlm.
- Skinner M, Parker BL, Kim JS. 2014. Role of entomopathogenic fungi. *Dalam: Integrated pest management*. Abrol DP (ed.). Academic Press. Cambridge. 169–191 hlm.
- Spence KO, Lewis EE, Perry NR. 2008. Host-finding and invasion by entomopathogenic and plant-parasitic nematodes: evaluating the ability of laboratory bioassays to predict field results. *J Nematol* 40(2): 93-98
- Tanada Y, Kaya HK. 1993. *Insect Pathology*. Academic Press. San Diego. 666 hlm.
- Untung, K. 1996. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu. Universitas Gajah Mada Press. Yogyakarta. 273 hlm.
- Vega FE. 2018. The use of fungal entomopathogens as endophytes in biological control: a review. *Mycologia* 110:4–30. <https://doi.org/10.1080/00275514.2017.1418578>
- Watson, T.F., Moore L., and Ware, G.W. 1975. *Practical Insect Pest Management: A Self-Instruction Manual*. W.H. Freeman & Co. San Fransisco. 196 hlm.

PERANAN MUSUH ALAMI SEBAGAI SARANA PENGENDALI ORGANISME PENGGANGGU TUMBUHAN

Sopialena dan Rizky Arif Rivai
Jurusan/Program Studi Agroekoteknologi

Pendahuluan

Pengendalian hayati merupakan teknik pengelolaan mikroorganisme atau makhluk hidup yang di maksudkan untuk mengendalikan dan menurunkan organisme pengganggu tanaman. Kegiatan dalam pengendalian hayati adalah pemberian mikroorganisme antagonis dengan perlakuan khusus yang bertujuan untuk meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah. Misalnya dengan pemberian bahan organik untuk meningkatkan aktivitas mikroorganisme antagonis di dalam tanah.

Pengendalian hayati terbentuk dengan alami atau tanpa adanya campur tangan manusia, karena mikroorganisme antagonis ditemukan di lahan pertanian dan membentuk sistem pengendalian hayati terhadap patogen tanaman. Manusia telah banyak memanfaatkan dan memperbanyak efektifitas mikroorganisme antagonis itu dengan menambahkan jenis antagonisme baru dan memperbanyak populasinya (Sopialena, 2018). Pada tingkat populasi musuh alami yang rendah, musuh alami tidak mampu mengendalikan populasi OPT dan tidak mampu merespons dengan cepat untuk mengekang pertumbuhan populasinya.

Agensia hayati mempengaruhi tanaman, patogen dan lingkungan. Efek agensia hayati pada tanaman adalah kemampuannya untuk melindungi dan menunjang pertumbuhan dari tanaman. Tanaman memberikan nutrisi bagi mikroorganisme antagonis berupa eksudat akar yang penting untuk pertumbuhan tanaman. Sedangkan pengaruh agensia hayati terhadap patogen yaitu, mengendalikan dan menekan pertumbuhan patogen

sehingga menyebabkan penurunan populasi patogen di lahan pertanian. Lingkungan hidup baik itu biotik maupun abiotik serta iklim mikro (suhu, kelembapan, pH, intensitas cahaya dan curah hujan) berpengaruh bagi kelangsungan hidup agensia pengendali hayati (Sopialena, 2018).

Agensia pengendali hayati (*biological control agens*) yaitu setiap organisme makhluk hidup meliputi serangga, bakteri, cendawan, virus serta organisme lainnya yang bisa digunakan untuk keperluan pengendalian organisme pengganggu tumbuhan. Pengendalian alami (natural control) merupakan hasil proses dari tindakan keseluruhan lingkungan, baik lingkungan biotik maupun abiotik yang berjalan sendiri tanpa adanya unsur kesengajaan yang diciptakan atau dimanipulasi oleh manusia sehingga jumlah populasi suatu organisme dalam kisaran batas optimal. Pengendalian hayati (*biological control*) merupakan kegiatan yang diciptakan atau dimanipulasi oleh manusia dan bertujuan untuk memanipulasi atau rekayasa teknologi untuk mengubah musuh alami (parasit, predator, virus, jamur, bakteri, dll) menjadi agen hayati dalam mengendalikan populasi organisme yang mengganggu tanaman.

Musuh Alami

Musuh alami yang telah dipelajari lebih lanjut dan dianggap memiliki potensi dan nilai sebagai agen pengendalian dan penekan populasi hama yang efektif dan efisien disebut agen pengendalian hayati (*biological control agents*). Beberapa tipe musuh alami hama berasal dari alam berupa:

Parasitoid, parasitoid adalah serangga parasit yang hidup di dalam tubuh serangga inang yang lebih besar dan akhirnya membunuh inangnya. Parasitoid memiliki beberapa karakteristik, seperti biasanya menghancurkan inangnya selama masa pertumbuhan dan perkembangannya, Inang parasit biasanya termasuk dalam takson serangga yang sama, parasitoid pradewasa saja yang bersifat parasitik sedangkan untuk parasitoid dewasa sudah hidup bebas dan umumnya tidak bersifat parasitik dan selain itu parasitoid hanya berkembang pada satu inang selama stadia pradewasa.

Penggunaan parasitoid sebagai sarana pengendali memiliki beberapa kelemahan seperti daya cari inang sering kali dipengaruhi oleh cuaca atau faktor lain, serangga betina yang memiliki peran utama sebab serangga betinalah yang melakukan pencarian inang untuk meletakkan telurnya kemudian parasitoid yang memiliki daya cari inang tinggi

biasanya memiliki jumlah telur yang sedikit. Contoh dari parasitoid adalah penggunaan lalat jatiroto (*Diatraeophaga striatalis* Towns) dan lalat *Suurmiopsis inferens* untuk mengendalikan larva penggerek batang dan pucuk pada tebu (Meidalima, 2014).

Predator, predator yaitu binatang yang memakan binatang lain sebagai mangsa, baik ukuran tubuh mangsa lebih kecil atau lebih besar dari predatonya. Beberapa karakteristik yang dapat ditemukan dari predator yaitu predator pradewasa makan sejumlah mangsa selama proses pertumbuhan dan perkembangannya hingga mencapai dewasa, telur predator diletakkan di dekat koloni mangsanya sebagai sumber makanan nantinya, nimfa atau larva dari predator aktif mencari, menangkap, membunuh dan memakan mangsanya.

Satu hal yang harus diperhatikan dalam pengendalian hayati menggunakan predator adalah persentase keberhasilannya yang kecil (sekitar 11%) dikarenakan memiliki jenis mangsa yang luas di alam sehingga ketika sedang dilakukan pemaksaan makanan tertentu di lab, hal tersebut tidak terjadi di lapangan. Contoh dari predator seperti laba-laba pemburu (*Lycosa* sp.), kepending air (*Microvelia douglasi atrolineata* Berqroth) dan belalang sembah (*Mantis* spp.) untuk mengendalikan hama pada tanaman padi (Lawalata and Anam, 2020).

Karakteristik Predator, predator pradewasa memakan sejumlah mangsa, selama proses pertumbuhan dan perkembangannya hingga mencapai dewasa; Semua stadia hidup predator adalah hidup bebas kecuali stadia telur dan pupa; Telur predator biasanya, diletakkan di dekat koloni mangsanya agar ketika menetas predator tidak perlu mencari mangsa yang jauh; Nimfa atau larva dari predator aktif mencari, menangkap, membunuh, dan memakan mangsanya; dan banyak predator karnivorius baik nimfa atau larva maupun stadia dewasanya, kecuali beberapa yang tidak misalnya lalat Sirphidae.

Perilaku makan predator, Berdasarkan mekanisme memakan: Predator yang mempunyai alat mulut penggigit pengunyah: memakan dan menelan mangsanya. Contoh: kumbang kubah, kumbang carabidae, belalang sembah dan Predator yang mempunyai alat mulut penusuk pengisap: memasukkan stiletnya ke dalam tubuh mangsa kemudian menghisap cairan tubuh mangsa hingga habis. Predator ini mempunyai toksin dan enzim pencernaan yang menyebabkan mangsanya lumpuh. Contoh kepik Reduviidae; Berdasarkan Kisaran mangsa: Monophagus

merupakan jenis predator yang sangat membatasi kisaran mangsanya, biasanya hanya terbatas pada satu jenis mangsa. Contoh kumbang *Vedalia*; *Olyangophagus* adalah jenis predator yang membatasi kisaran mangsanya, biasanya terbatas pada beberapa jenis mangsa. Contoh kumbang kubah pemakan kutu; dan *Polyphagus* adalah jenis predator yang tidak terbatas pada satu jenis mangsa saja. Contoh belalang sembah.

Semua ordo serangga termasuk predator, kecuali *Protura*, *Embioptera*, *Anoplura*, *Mallophaga*, *Siphonaptera*, *Zoraptera*, *Isoptera*, dan *Homoptera*.

Patogen, patogen yaitu mikroorganisme yang hidup dan makan (memarasit) pada atau di dalam suatu organisme inang yang lebih besar dan menyebabkan inangnya sakit atau mati. mikroorganisme seperti jamur, bakteri, virus dan nematoda yang menyebabkan penyakit pada organisme pengganggu tanaman (utamanya hama) sehingga pertumbuhan dan pembiakannya terhambat dan pada kondisi yang parah menyebabkan kematian.

Mikroorganisme patogen kemudian dibagi lagi menjadi dua macam yaitu agen antagonis (menggangu pertumbuhan patogen penyebab penyakit) dan agens hayati (musuh alami invertebrata). Contoh penggunaan patogen seperti jamur *Metarhizium* sp. dan *Penicillium* sp. yang memiliki potensi untuk mengendalikan ulat hongkong (Sopialena, dkk. 2019).

Penyakit merupakan proses fisiologis yang tidak normal yang terjadi di dalam tubuh makhluk hidup yang disebabkan oleh mikroorganisme (jamur, bakteri, virus, nematoda, dll). Serangga dalam hidupnya dapat diserang oleh berbagai pathogen yang berupa virus, bakteri, jamur, dan nematoda. Serangga yang terkena penyakit menjadi terhambat pertumbuhannya dan pembiakannya. Pada keadaan serangan penyakit yang parah, serangga yang terserang akhirnya mati.

Virus, penyebaran virus dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya faktor cuaca. Virus telah berada di tanaman yang dapat disebarkan oleh angin dan hujan. Beberapa jenis burung dan parasitoid juga dapat menjadi agensia penyebaran virus.

Larva serangga dapat tertular virus melalui: Makanan sewaktu larva makan bagian tanaman yang telah mengandung virus. Sewaktu serangga meletakkan telur, melalui bagian tubuh serangga yang terluka,

dan ditularkan dari induk yang telah terinfeksi pada keturunannya melalui telur.

Jamur, Jamur pathogen langsung masuk ke dalam tubuh melalui kulit (integumen) dan tidak melalui saluran makanan. Jamur memperbanyak diri melalui pembentukan hifa dalam jaringan epikutikula, epidermis, hemocoel, dan jaringan-jaringan lainnya, hingga pada akhirnya semua jaringan dipenuhi oleh miselia jamur.

Peranan Musuh Alami

Menurut (Sopialena, 2018), musuh alami memiliki tiga peran sebagai sarana pengendali. Ketiga peranan tersebut antara lain sebagai berikut:

Pengendali Alami, peranan musuh alami sebagai pengendali alami memiliki arti bahwa dalam menjalankan fungsinya tidak memerlukan bantuan manusia karena memang sudah terjadi berdasarkan hukum alam yang memangsa dan dimangsa. Contoh dari peranan ini seperti ular sawah dan burung hantu yang memangsa tikus di sawah.

Pengendali Hayati, penggunaan musuh alami dalam peran pengendali hayati berbeda dengan pengendali alami karena pada pengendali hayati terdapat unsur campur tangan manusia yang memanfaatkannya. Unsur campur tangan manusia dapat memiliki arti bahwa sudah dilakukan penelitian yang mendalam dan terbukti dapat mengendalikan target organisme pengganggu tanaman apabila dilakukan percobaan di lapangan, apabila musuh alami sudah lolos dari dua hal tersebut maka musuh alami tersebut kemudian dapat disebut sebagai agen pengendali hayata (*biological control agents*).

Pengendali Hayati dalam Sistem Pengelolaan Hama Terpadu.

Peranan ini berkaitan dengan salah satu prinsip pengelolaan hama terpadu yaitu pemberdayaan musuh alami dalam budi daya pertanian. Dengan menggunakan musuh alami maka diharapkan dapat membantu menekan kepadatan populasi hama dalam suatu lingkungan agar terciptat kondisi lingkungan agrosistem yang stabil.

Kelebihan dan Kekurangan Musuh Alami sebagai Pengendali Hayati

Penggunaan musuh alami memiliki keuntungan dan kelemahan dalam aplikasinya, untuk keuntungannya yaitu aman terhadap lingkungan dan manusia. Penggunaan musuh alami tidak meninggalkan sisa-sisa

residu pada lingkungan sehingga risiko pencemaran pada lingkungan dapat dihindarkan dan residu pada bahan pangan dapat dihindari, efisien dalam waktu jangka panjang. Penggunaan musuh alami tidak perlu dilakukan pengulangan perlakuan, musuh alami cukup dilepaskan ke ekosistem dalam kurun waktu tertentu dan dapat bekerja dengan sendirinya, dan dapat dikombinasikan dengan metode pengendalian lain untuk meningkatkan efektivitas kinerja dalam pengendalian organisme pengganggu tanaman.

Sedangkan untuk kelemahannya adalah memerlukan waktu yang lama yaitu sekitar 3-5 tahun, daya reproduksi musuh alami kalah cepat dengan daya reproduksi organisme pengganggu. Kekurangan ini dapat ditutupi dengan melakukan pelepasan massal sejumlah tambahan musuh alami ke ekosistem untuk membantu menurunkan populasi organisme pengganggu dapat juga dilakukan modifikasi ekosistem sehingga jumlah dan tingkat efektivitas musuh alami dalam mengendalikan organisme pengganggu dapat meningkat, dan ketahanan musuh alami terhadap perubahan lingkungan lebih rendah daripada organisme pengganggu. Kelemahan ini membuat penggunaan musuh alami hanya cocok digunakan pada kondisi ekosistem yang tidak membahayakan musuh alami, seperti tidak tercemar zat atau senyawa yang beracun, terdapat tumbuhan untuk rumah bagi musuh alami dan sumber makanan, serta memerlukan waktu tertentu agar dapat mengendalikan organisme sasaran, khususnya apabila menggunakan jamur, bakteri dan virus. Mikroorganisme tersebut haruslah berkembang terlebih dahulu dan memperbanyak diri agar lebih efektif dalam mengendalikan organisme sasaran.

Pemanfaatan Musuh Alami

Berbagai penelitian telah dilakukan oleh para peneliti untuk menemukan musuh alami yang baru untuk mengendalikan hama. Berikut beberapa penelitian terkait pemanfaatan musuh alami untuk mengendalikan hama pada tanaman tertentu:

Penelitian yang dilakukan oleh (Sopialena dan Wati, 2018) melaporkan bahwa spesies jamur *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium virens* memiliki fungsi antagonis untuk menekan perkembangan penyakit bercak daun yang diakibatkan oleh jamur *Cercospora* sp. Dalam penelitiannya penggunaan *Trichoderma harzianum* lebih efektif dalam menekan perkembangan *Cercospora* sp. dibandingkan *Gliocladium virens*

yang dapat dilihat dari intensitas serangan terendah terdapat pada perlakuan 24 gram *Trichoderma harzianum*. Penekanan perkembangan patogen pada *Trichoderma* disebabkan karena *Trichoderma* memiliki enzim selulase yang dapat merusak sel patogen. Disebutkan juga bahwa *Trichoderma harzianum* dapat digunakan untuk mengendalikan patogen lain seperti *Fusarium* sp., *R. Solani*, *S. rolfsii*, dan *Phytium* spp.

Penemuan jamur entomopatogenik yang diisolasi dari tanah di Sumatera Selatan yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan menjadi miko-insektisida komersial. Spesies jamur entomopatogenik yang berhasil diisolasi yaitu *Penicillium citrinum*, *Talaromyces diversus*, *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* pada sampel tanah di Sumatera Selatan. Dari penelitian yang dilakukan oleh (Herlinda et al. 2020) diketahui bahwa keempat jamur tersebut mampu mematikan *Spodoptera litura* dengan cara menghasilkan metabolit sekunder beracun yang kemudian akan mengganggu metabolisme sel yang normal. Racun tersebut kemudian akan membunuh inang, namun matinya inang tersebut tidak hanya diakibatkan oleh racun melainkan dapat juga melalui kerusakan mekanis yang diakibatkan oleh penetrasi jamur ke badan hama tersebut. Jamur yang digunakan juga dapat menurunkan selera makan larva hama tersebut sehingga berat mereka perlahan akan berkurang, larva juga akan semakin malas untuk bergerak kemudian badan mulai mengecil, berkerut, tidak berbau, menjadi hitam dan kusam kemudian mati.

Nuclear polyhedrosis virus (NPV) merupakan salah satu dari genus virus yang dapat digunakan untuk mengendalikan serangga utamanya pada saat stadium larva. Hama yang terserang virus ini ditandai dengan kemampuan makan yang berkurang, pergerakan yang lambat, membengkaknya tubuh yang diakibatkan karena replikasi atau perbanyakan partikel virus. Sistem integumen menjadi lunak, rapuh dan mudah sobek, apabila pecah maka akan mengeluarkan cairan kental dengan warna coklat susu berbau menyengat yang merupakan cairan NPV (Bedjo, 2004). Gejala serupa juga ditemukan dalam penelitian yang dilakukan oleh Syahroni and Haryadi (2019) yaitu bagian abdomen akan terlihat kuning kecokelatan, dan bagian punggung akan berwarna coklat kehitaman, integumen larva yang lunak membentuk huruf "V", mengeluarkan cairan berwarna coklat susu yang terjadi karena rusaknya jaringan usus serta jaringan pada tubuh hama akan tampak keruh karena penuh dengan cairan. Salah satu jenis NPV yang dapat digunakan untuk mengendalikan hama adalah *Spodoptera*

litura NPV (SINPV) yang dapat ditemui pada ulat grayak yang terinfeksi oleh SINPV. Penelitian Bedjo (2017) melaporkan bahwa penggunaan SINPV JTM 02-5 yang merupakan isolat dari SINPV JTM 97c memiliki potensi tertinggi untuk digunakan dalam mengendalikan *Spodoptera litura* yang menyerang tanaman kacang kedelai.

Kesimpulan

Agensia Pengendali Hayati (*Biological Control Agens*) merupakan organisme yang meliputi subspecies, spesies, varietas, semua jenis protozoa, serangga, bakteri, cendawan, virus serta organisme lainnya yang dalam tahap perkembangannya bisa dipergunakan untuk keperluan pengendalian organisme pengganggu tumbuhan. Pengendalian hayati merupakan kegiatan yang diciptakan atau dimanipulasi oleh manusia untuk memanipulasi atau rekayasa teknologi musuh alami (parasitoid, predator, virus, cendawan, bakteri, dll) menjadi agens hayati, dalam menjaga atau mengendalikan populasi organisme pengganggu tanaman.

Daftar Pustaka

- Bedjo. 2017. "The Potential of Various Isolates of Spodoptera Litura Nuclear Polyhedrosis Viruses from East Java (Indonesia) to Control Spodoptera Litura on Soybean." *Biodiversitas* 18(2): 582-88.
- Bedjo, B. 2004. "Pemanfaatan Spodoptera Litura Nuclear Polyhedrosis Virus (Slnpv) Untuk Pengendalian Ulat Grayak (Spodoptera Litura Fabricius) Pada Tanaman Kedelai." *Buletin Palawija* 0(7-8): 1-9.
- Herlinda, Siti et al. 2020. "New Emerging Entomopathogenic Fungi Isolated from Soil in South Sumatra (Indonesia) and Their Filtrate and Conidial Insecticidal Activity against Spodoptera Litura." *Biodiversitas* 21(11): 5102-13.
- Lawalata, Jacob Julius, and Khairul Anam. 2020. "Pengamatan Jenis Predator Hama Tanaman Padi Di Kampung Karya Bumi Distrik Waibu Kabupaten Jayapura." *Median: Jurnal Ilmu Ilmu Eksakta* 12(1): 13-20.
- Meidalima, Dewi. 2014. "Parasitoid Hama Penggerek Batang Dan Pucuk Tebu Di Cinta Manis, Ogan Ilir Sumatera Selatan." *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education* 6(1): 1-7.
- Sopialena. 2018. *Pengendalian Hayati Dengan Memberdayakan Potensi Mikroba*. Samarinda: Mulawarman University Press.

- Sopialena, Sopialena, Sopian Sopian, and Lusyana Dwi Allita. 2019. "Diversitas Jamur Endofit Pada Tanaman Padi (*Oryza Sativa* L.) Dan Potensinya Sebagai Pengendali Hama." *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembap* 2(2): 105.
- Sopialena and Mirta Wati. 2018. "Uji Potensi Penggunaan Jamur *Trichoderma Harzianum* Rifai Dan *Gliocladium Virens* Arx Untuk Mengendalikan Penyakit Bercak Daun Pada Cabai Rawit (*Capsicum Frutescens* L.) Test the Potensial Use of *Trichoderma Harzianum* Rifai and *Gliocladium Virens* Arx Fungi." *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembap* 1(1): 61–66.
- Syahroni, M Novel Ghufon, and Nanang Tri Haryadi. 2019. "Uji Efektivitas Konsentrasi *Spodoptera Litura*-Nuclear Polyhedrosis Virus (SINPV) JTM 97C Formulasi Bubuk Terhadap Larva *Spodoptera Litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae) Pada Tanaman Kedelai." *Jurnal Pengendalian Hayati* 2(2): 4

CORPORATE FARMING DAN SMART AGRICULTURE (PERTANIAN KORPORASI CERDAS)

Tjatjuk Subiono
Jurusan/Program Studi Agroekoteknologi

Pendahuluan

Usaha Pertanian adalah sumber utama produk pangan di seluruh dunia. Climate change perubahan iklim dan mengubah variabilitas yang sudah mapan alih-alih memperburuk dan ancaman pada pertanian dunia. Populasi manusia diperkirakan lebih dari dua miliar manusia akan menjadi penghuni dunia pada tahun 2050. Ketidakpastian cuaca di beberapa wilayah memberikan dampak negatif pada pertanian dan produksi pangan. Program-program produksi pangan berkelanjutan, pertanian dunia harus menggunakan sumber daya pertanian dengan lebih tepat dan tepat waktu untuk pemanfaatan sumber daya yang maksimal (Wheeler *and* Braun, 2013).

Pengambilan keputusan hasilnya mengagumkan Petani tambak di beberapa wilayah lain, Lahan budi daya tambak dipelihara dan dikelola dengan pencatatan dan manajemen tambak melibatkan perangkat elektronik dengan lebih presisi. Di masa lalu, banyak teknologi yang efisien dan penggunaan sumber daya telah digunakan dalam manajemen pertanian tetapi kebanyakan dari mereka tidak efektif. Keuntungan usaha pertanian dapat ditingkatkan melalui koordinasi sumber daya yang tersedia dengan penggunaan yang bijaksana dan tepat waktu jika memanfaatkan perangkat presisi. Pengelolaan usaha produksi pangan sangat berat dan semakin tidak efisien karena luasan usaha yang sempit, jika pengelolaan dialihkan ke komputer dan perangkat elektronik serta mesin pertanian akan mengurangi pemanfaatan tenaga kasar yang mahal

sehingga waktu tersisa dapat dimanfaatkan untuk mengelola lahan kebun (ladang) untuk menghasilkan produk pangan lainnya upaya ini diharapkan akan menghasilkan keuntungan maksimal (Fountas, 2018).

Luasan lahan pertanian padi dan usaha yang dilakukan perorangan akan sulit memperoleh tingkat efisiensi usaha, demikian juga akan sulit mencapai tingkat efektivitas dalam pemanfaatan sumber daya, Produk pertanian yang dihasilkan berisiko tidak seragam atau di bawah standardisasi mutu pasar. Hal ini akan mempengaruhi biaya dan keuntungan usahatani, sehingga pendapatan yang diperoleh relatif kurang optimal. Berbagai hasil kajian menunjukkan bahwa pendapatan yang diperoleh dari usahatani skala kecil dinilai belum layak, sehingga tidak mampu untuk mencukupi kebutuhan hidup rumah tangga petani. Sebagai contoh adalah petani padi di Kecamatan Babulu darat (PPU) atau Desa Sidomulyo Kecamatan Anggana (Kukar) yang menguasai lahan seluas 0,5 Ha, rata-rata pendapatan yang diperoleh per periode musim tanam adalah sebesar ± Rp 11 juta. Apabila setiap periode musim tanam adalah 4-5 bulan, maka pendapatan petani rata-rata hanya Rp 2,400/bulan. Peningkatan efisiensi usahatani dan kesejahteraan petani Upaya pemerintah, petani, pengusaha pertanian, dan masyarakat umum untuk mengatasi segala tantangan yang terkait dengan padi adalah membangun sistem pertanian yang dapat meningkatkan produksi serta memperbaiki kualitas produksi agar mampu bersaing di pasar dalam dan luar negeri. Untuk mencapai hasil yang sesuai dengan harapan, salah satu yang perlu ditempuh adalah melakukan berbagai inovasi, paling tidak inovasi teknologi, kelembagaan maupun manajemen yang sesuai dengan peruntukannya. Untuk itu kebersamaan dalam berinovasi haruslah dibangun, sehingga terjadi usaha pertanian pangan berskala besar (*economic ofscale*). Harapan ini akan sulit terwujud apabila pelaku utama produsen padi yaitu petani dan pengusaha pertanian bekerja secara sendiri-sendiri. Untuk itu disarankan agar petani-petani padi di Indonesia akan lebih berhasil apabila melakukan kerja sama atau berkorporasi. Pertanyaannya adalah model kerja sama inovasi teknologi, kelembagaan maupun manajemen yang seperti apa agar mereka dapat meningkat kesejahteraannya yang diukur dari tingkat pendapatan.

Pertanian Cerdas

Smart Farm (pertanian cerdas) mencakup integrasi teknologi informasi dan komunikasi ke dalam peralatan pertanian dan sensor

untuk digunakan dalam budi daya tanaman dan sistem produksi pangan. Di era teknis yang maju ini, *internet of things* (IoT) dan berbagai instrumen elektronik (robot dan kecerdasan buatan) dengan dunia fasilitas transformasi dan persinyalan data yaitu rumah pintar, perawatan kesehatan tanaman pintar dan sekarang beralih ke sektor pertanian. Saat ini petani dapat memanfaatkan IoT untuk meningkatkan efisiensi pertanian mereka seperti irigasi, pemupukan, informasi panen, dan prakiraan iklim dengan memantau dengan sensor untuk meningkatkan keputusan mereka. Drone telah memasuki kehidupan manusia dan meningkatkan gaya hidup dalam banyak hal seperti ketidakamanan, pertanian, dan banyak lagi. Alat terbang otonom yang memiliki penerbangan yang telah direncanakan sebelumnya atau dikendalikan oleh *remote* disebut drone.

Di bidang pertanian, terutama drone digunakan untuk pencitraan untuk identifikasi gulma, area tanam, aplikasi pupuk dan pembasmi gulma, dan prakiraan cuaca waktu nyata. Untuk penggunaan pertanian, drone autopilot dengan kamera sebagian besar digunakan terhubung melalui GPS). Dalam waktu dekat, drone dianggap sebagai alat petani terbaik yang akan mengurangi beban tenaga kerja, pupuk yang tepat, dan aplikasi pestisida dan menyelamatkan lingkungan. Di satu sisi drone memudahkan kehidupan manusia, di sisi lain drone ini memiliki beberapa keterbatasan seperti teknologi yang mahal dan beban yang terbatas untuk penyemprotan dan pengangkutan (Alimuzzaman, 2016). Sensor yang berbeda digunakan untuk lepas landas, terbang, dan mendarat drone. Sensor (Akselerometer, giroskop, kompas digital, dan barometer) membantu drone saat terbang untuk mendeteksi gerakan (posisi dan kecepatan) di lingkungan. Di bidang pertanian, drone dikendalikan melalui GPS. Sensor GPS mendeteksi informasi lapangan tertentu dari satelit geostasioner. Minimal tiga satelit diperlukan untuk menentukan garis bujur dan garis lintang dan satu satelit menilai ketinggian UAV. Pada dasarnya, data satelit digabungkan dengan data lain untuk tingkat presisi dan akurasi yang lebih tinggi. Selain itu, kamera terpasang dengan drone adalah peralatan dasar di sebagian besar drone, penggunaan algoritme penglihatan untuk menerbangkan drone secara mandiri. Visi ini membantu dalam bidang pertanian melalui penyakit dan identifikasi gulma dan untuk pemantauan kesehatan tanaman (Alimuzzaman, 2016).

Kemajuan ini memungkinkan petani untuk membuat keputusan yang lebih baik dalam pengelolaan pertanian mereka dengan pemanfaatan

sumber daya yang tersedia secara efisien, menghasilkan hasil yang sesuai dan lebih banyak pendapatan (Supreetha *et al.*, 2019).

Tenaga Kerja Otonom

Kekurangan tenaga kerja dianggap sebagai hambatan utama dalam budi daya tanaman dalam beberapa tahun terakhir. Prevalensi kekurangan tenaga kerja terampil mempengaruhi produksi pangan di hampir semua tanaman dan bahkan mengubah perubahan permanen dalam urutan budi daya. Itu akan menjadi ancaman besar bagi produksi pangan berkelanjutan. Penyebab penting untuk kekurangan tenaga kerja termasuk upah yang lebih tinggi untuk tenaga kerja di kota-kota terdekat (Supreetha *et al.*, 2019). Untuk mengatasi masalah ini untuk ketahanan pangan berkelanjutan dan pertanian modern yang ingin menggunakan robot dan tenaga kerja otonom. Robotika dan Sistem Otonom (RAS) adalah seperangkat peralatan elektronik dan mekanik yang beroperasi melalui teknologi perangkat lunak untuk tujuan khusus. Setiap set setelah integrasi dapat digunakan untuk satu atau lebih tugas. RAS dapat menjadi teknologi yang lebih efektif dan menghemat waktu dalam beberapa hari mendatang, namun saat ini teknologi ini menghadapi beberapa kendala seperti efisiensi operasi yang rendah dalam kondisi cuaca ekstrem (Duckett *et al.*, 2018). Mengganti Tenaga Kerja dengan Otomatisasi, untuk Menghasilkan Lebih Banyak Makanan Berkualitas Tinggi Migrasi penduduk desa ke kota merupakan penyebab utama kekurangan tenaga kerja, serta rendahnya pendapatan di desa, juga dianggap sebagai kontributor utama dalam masalah kekurangan tenaga kerja global saat ini. Meskipun populasi dunia meningkat dan diperkirakan akan meningkat, modernisasi telah membalikkan skenario. Jadi, negara-negara maju juga mencapai banyak keberhasilan di bidang tenaga kerja robotik dan otomatisasi.

Traktor Tanpa Pengemudi

Pada abad ke-19, intervensi traktor merupakan sumber besar revolusi dalam penanaman dan pemanenan tanaman di lapangan. Penemuan ini membuat praktik pertanian lebih mudah dan efisien dan di beberapa tanah (tanah liat berat) menimbulkan dampak negatif. Saat itu revolusi ini dialihkan dari pengolahan tanah dan alat transportasi yang ditarik hewan. Namun dalam waktu dekat, mesin otonom akan menjadi revolusi modern dan elektronik bagi komunitas pertanian. Traktor

otomatis (traktor tanpa pengemudi) yang terintegrasi dengan perangkat keras dan perangkat lunak yang dirancang khusus bekerja lebih efisien dalam mengubah mesin pertanian (Sahi MK, Wheelock C 2016).

Namun, traktor tanpa pengemudi dioperasikan dengan sensor pemantauan yang membantu menjalankan dan mengenali traktor hingga batas lapangan yaitu GPS untuk pemetaan dan navigasi, IoT yang terhubung ke sensor jarak jauh dan sistem pemantauan, dan radar untuk deteksi objek di lapangan. Sistem yang beragam ini dikembangkan untuk mengoperasikan traktor dalam beberapa kondisi dan praktik, seperti penyemprotan tajuk tanaman untuk pengendalian serangga, penyakit dan pengobatan gulma selektif, baik gulma tersebut dikelola dengan penyemprotan herbisida atau pembakaran api di lahan bera didorong oleh otomatis traktor (Reeve *and* Eizad, 2011). Namun teknologi ini mahal dan petani skala kecil tidak dapat menggunakannya karena biaya alat yang lebih tinggi. Apalagi perjuangan para ilmuwan untuk membuat teknologi ini layak secara ekonomi.

Pengelolaan OPT

Sistem pemantauan hama pintarnya, yang diadopsi oleh para petani dalam kecerdasan buatan dan analitik terbaru untuk meningkatkan pemantauan serangga dan pengelolaan tanaman Startup AgTech, FarmSense, FlightSensor dari FarmSense menggunakan teknologi sensor optik yang inovatif untuk mengotomatiskan proses klasifikasi dan penghitungan serangga secara real-time, memberikan akses langsung bagi petani untuk membuat keputusan penting tentang tanaman dan pengendalian hama. Sistem pemantauan FarmSense dapat membantu stap PKC menurunkan penggunaan pestisida dan insektisida dengan mengoptimalkan aplikasinya baik dalam ruang dan waktu. Setelah FarmSense Smart Trap mendeteksi serangga, ia menjalankan algoritma yang dipatenkan FarmSense untuk mengklasifikasikan serangga secara real-time. Data dikirim ke cloud FarmSense melalui nirkabel. Sensor datang dalam berbagai ukuran, dan algoritme dapat disesuaikan tergantung pada serangga apa yang perlu dipantau oleh petani. "Analisis serangga yang mereka berikan memungkinkan saya untuk benar-benar memahami apa yang terjadi di area tertentu di kebun hampir secara real-time. Lebih baik lagi, data dapat diakses melalui ponsel saya dan dapat diunduh untuk analisis yang membuat keputusan cepat menjadi mudah,"

Sistem Pemantauan Hama Cerdas FarmSense saat ini hanya ditawarkan kepada mitra terpilih, tetapi akan sepenuhnya tersedia secara komersial. FarmSense membantu petani menyederhanakan pengelolaan hama. Teknologi yang dipatenkan perusahaan menyediakan penghitungan dan klasifikasi serangga secara real-time melalui sensor medan pintar yang terhubung secara nirkabel ke cloud.

Petani maju meningkatkan penggunaan teknologi untuk mengurangi risiko yang terkait dengan meningkatkan hasil panen. Pertanian presisi menggunakan aplikasi IoT, yang membantu petani meningkatkan kualitas, kuantitas, keberlanjutan, dan efektivitas biaya produksi pertanian. Alat-alat ini memungkinkan petani untuk mengetahui benih apa yang akan ditanam, jumlah pupuk yang harus digunakan, waktu panen yang lebih baik, serta hasil panen yang diharapkan. Melalui penerapan IoT, petani juga dapat memantau sensor yang dapat digunakan untuk mendeteksi kelembapan tanah, pertumbuhan tanaman, dan tingkat pakan ternak, di antara fungsi-fungsi utama lainnya. Sensor juga dapat mengelola dan mengontrol pemanen dan peralatan irigasi yang terhubung dari jarak jauh. Platform IoT tertentu yang digunakan dalam industri pertanian memungkinkan petani untuk mengelola sejumlah besar data yang dikumpulkan dari sensor, layanan cloud seperti cuaca atau peta, peralatan yang terhubung, dan sistem yang ada. Platform juga memanfaatkan data besar dan alat analitik untuk memberikan wawasan dan rekomendasi untuk meningkatkan proses pengambilan keputusan.

Corporate farming (Pertanian korporasi)

Usahatani padi model corporate farming merupakan solusi alternatif banyaknya kasus alih fungsi lahan yang semakin tinggi. Di samping fragmentasi lahan berdasarkan garis aturan keluarga petani yang turun-temurun sehingga lahan usaha produksi pertanian menjadi semakin sempit. Produksi dan produktivitas juga semakin rendah. Pada akhirnya pendapatan petani pun semakin menurun.

Faktor produksi yang berpengaruh terhadap usahatani padi *corporate farming* adalah luas lahan. Faktor peningkat efisiensi ekonomi usahatani padi adalah pengalaman berusahatani dan keaktifan dalam kelompok. Sementara faktor yang menurunkan efisiensi ekonomi adalah jumlah anggota keluarga dan penyuluhan. Penyuluhan merupakan faktor yang dapat menurunkan inefisiensi ekonomi usahatani padi dengan

cara memperbanyak intensitas penyuluhan dan keaktifan anggota petani *corporate farming*. Dengan demikian petani dengan pengalaman panjang berusahatani dapat memperbaiki manajerial usahatannya. Menyelaraskan dan mengaplikasikan sistem komputasi pertanian ke usaha tani dalam korporasi akan mengubah kesibukan dalam pengelolaan usahatannya.

Pertanian Korporasi Cerdas

Pengembangan pertanian yang mengacu pada konsep Pertanian Korporasi Cerdas (PKC) dapat diartikan sebagai usaha bidang pertanian yang berbadan hukum, pemegang saham utamanya adalah para petani yang menyerahkan pengelolaan lahan dan usaha pertaniannya (misalnya usaha pertanian, perkebunan dan peternakan) kepada satuan lembaga manajemen yang melengkapi kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) dalam alsintannya. Rukh pengembangan PKC adalah dilaksanakannya konsolidasi lahan milik petani dan konsolidasi usaha pertanian pada satu kesatuan fungsi manajemen kelembagaan (Prasetyo dan Pramono, 2001) serta menyelaraskan kiprahnya dengan kecerdasan buatan. Gagasan pengembangan PKC didasarkan atas pertimbangan bahwa pembangunan pertanian selama ini masih mengutamakan pengelolaan secara individu, karena aset yang dikuasai petani terutama lahan relatif sempit, sehingga dinilai kurang efisien (Badan Litbang Pertanian, 2000). Tujuan utamanya adalah meningkatkan efisiensi usaha, meningkatkan pendapatan petani, dan mengembangkan lapangan pekerjaan di perdesaan terutama berbasis IT dan pertanian yang cukup banyak dimiliki desa atau alumni Unmul serta alih fungsi lahan yang banyak ditemui di areal produksi pangan ke perkebunan atau perumahan. Untuk itu maka petani sebagai pemilik lahan menyerahkan pengelolaannya kepada lembaga (Deptan, 2020).

PKC satu program konsolidasi lahan dan manajemen usaha pertanian cerdas tidak dapat dipisahkan. Lembaga korporasi yang berbadan hukum bertindak dalam proses pengambilan keputusan dalam mengoperasionalkan faktor-faktor produksi dalam usahatani yang disebut Pertanian Korporasi Cerdas (PKC) (Gillinson, 2004). Manajemen usaha dilakukan oleh satu tim profesional dan legitimate serta menerapkan fungsi-fungsi manajemen usahatani, mulai dari perencanaan, pengorganisasian, pengerahan, koordinasi, dan pengawasan atau evaluasi (*planning, organizing, actuating, coordinating, dan controlling*). PKC

konsolidasi manajemen diperlukan untuk memperoleh kepastian atau standar yang baku dalam proses bisnis pertanian, baik dalam arti produksi, keuangan, pemasaran dan sumber daya manusia (SDM).

Skala ekonomi yang ditekankan pada PKC adalah (a) penggunaan tenaga kerja berbasis IT dan perhatian yang memungkinkan pembagian spesialisasi pekerjaan tenaga kerja keahlian di bidang IT dan pertanian dengan penggunaan alat dan mesin pertanian (alat tanam, drone (cuaca irigasi, pengendali hama dan gulma serta alat panen yang dilengkapi kecerdasan buatan, (c) adanya potongan harga sarana produksi terutama pupuk dan benih apabila membeli dalam jumlah besar. PKC akan mengefisienkan konsolidasi lahan dan manajemen kemudahan pembagian air tanam serentak, pemupukan pengendalian opt dan panen serta penerapan teknologi sesuai dengan peruntukannya.

Penentuan skala ekonomi adalah hal penting dalam PK, karena inovasi dan teknologi dapat diterapkan secara serentak dalam satu hamparan, sehingga volume dan kualitas produksi relatif tidak berbeda antar individu petani. Ketidakseragaman mutu hasil sering dihadapi oleh petani sehingga produk yang dihasilkan sulit diterima oleh konsumen. Kondisi ini sering terjadi pada petani padi, walaupun lokasi usahatani mereka dalam satu hamparan, tetapi kadar air gabah, butir pecah dan hijau yang dihasilkan berbeda-beda (Najib, 1994), karena penanganan dan penerapan teknologi budi daya tanam langsung (tabel), pengelolaan panen dan pasca panen dilakukan sendiri-sendiri, Produk panen tentunya akan berbeda jika dikelola secara korporasi karena penerapan teknologi dapat dikontrol oleh lembaga PKC. Harapannya PKC dapat dikatakan bentuk kerja sama ekonomi kelompok tani sehamparan lahan dengan tujuan diperoleh hasil yang memenuhi standar mutu sesuai dengan permintaan konsumen.

Tabel 1. Kegiatan usahatani padi (*on farm* dan *off farm*) merupakan pilihan dan disepakati dilaksanakan secara bersama dan individu di lokasi kegiatan PKC.

No	Dilaksanakan PKC	Dilaksanakan individu atau difasilitasi PKC
1	Penerapan teknologi budi daya	Penguasaan lahan
2	Pengadaan sarana produksi	Penyiangan
3	Smart alsintan	Prosesing

No	Dilaksanakan PKC	Dilaksanakan individu atau difasilitasi PKC
4	Pengairan	Pemasaran
5	Pengolahan Tanah, dan Pesemaian	
6	Tanam, Pemupukan	
7	Pengelolaan hama terpadu, Panen	

Penanganan pasca panen dan pemasaran hasil produksi merupakan hal yang tidak terpisahkan dalam bisnis pertanian. Walaupun konsep agribisnis telah dipahami dan dilaksanakan oleh berbagai *stakeholders* namun kegiatannya masih secara parsial dan secara agregat belum sepenuhnya ada senergisme antar kegiatan yang dapat membentuk sistem agribisnis secara utuh. Antar pelaku belum terpadu, bahkan kadang-kadang saling mengeksploitasi (Prasetyo dan Setiani, 2002). Dampak yang ditimbulkan adalah adanya ketidakadilan di antara pelaku, karena ada salah satu atau beberapa pihak yang merasa tertindas terutama yang bergerak di sektor usahatani. Faktor utamanya adalah keterbatasan dalam mendapatkan akses terhadap input sarana produksi (pasar input) dan pemasaran hasil (pasar output).

Satu prasyarat mutlak dalam pengembangan agribisnis adalah teknologi yang senantiasa berkembang. Teknologi yang dikembangkan tidak hanya terfokus pada teknologi budi daya, tetapi juga teknologi untuk perbaikan sarana dan prasarana produksi pertanian, pengolahan hasil dan transportasi hasil pertanian menjadi satu kesatuan yang utuh dan seirama untuk dikembangkan. Telah disinggung bahwa sumber daya manusia juga harus ditingkatkan kemampuan berpikirnya, utamanya dalam hal manajemen, oleh karena itu kemampuan manajerial bagi setiap pelaku agribisnis perlu ditingkatkan agar terjadi kesetaraan.

Peranan kelembagaan juga penting dalam mengimplementasikan sistem agribisnis, karena konteks kelembagaan akan menyangkut organisasi dan aturan-aturan main yang harus disepakati bahkan menyangkut etika. Inovasi kelembagaan akan bersinggungan dengan aspek sosial dan budaya berbisnis. Dalam inovasi kelembagaan tentunya perlu dikaitkan dengan setiap simpul agribisnis yang meliputi kelembagaan sarana dan prasarana produksi, usahatani (*on farm*), pascapanen dan pengolahan hasil, serta pemasaran. Kelembagaan penunjang seperti informasi, sumber modal,

forum komunikasi dan lain-lain juga diperlukan inovasi (Soekartawi, 1993). Dalam konteks ini tampak bahwa inovasi kelembagaan sangatlah strategis dalam pengembangan agribisnis.

Salah satu upaya yang perlu ditempuh agar sistem agribisnis dapat berkembang secara berkelanjutan adalah adanya kerja sama yang sinergis antara pasar input dan *output* serta memacu tumbuh dan kembangnya industri pangan berbasis karbohidrat (beras). Selanjutnya kelembagaan petani yang telah dibangun perlu terus menjalin jejaring kerja sama dalam skala yang lebih luas.

Pemberdayaan Gapoktan dan Kelembagaan Ekonomi Petani Padi

Salah satu tujuan utama dibentuknya kelembagaan petani terutama Kelompok Tani atau Gapoktan adalah sebagai tempat atau wahana pembelajaran, komunikasi, tukar informasi, dan bertemunya para petani dalam mengembangkan teknologi dalam sistem agribisnis. Selain itu juga dimaksudkan agar berbagai program bantuan dan subsidi pemerintah bagi petani dapat dijalankan melalui organisasi petani. Dari substansinya tampak bahwa orientasi pembentukan Kelompok Tani dan Gapoktan bukan suatu kelembagaan yang berorientasi pada keuntungan atau berorientasi ekonomi. Setelah disahkannya UU No19/2013 tentang perlindungan dan pemberdayaan petani, maka kedudukan petani tampaknya dapat lebih berdaya.

Terkait dengan kelembagaan petani, maka sudah saatnya bahwa Kelompok Tani dan atau Gapoktan jangan hanya sebagai penerima bantuan, subsidi, dan menjalankan program pemerintah, namun sudah saatnya berorientasi kepada keuntungan. Oleh karena itu kelembagaan petani harus berbadan hukum, dapat berbentuk koperasi, Perseroan Terbatas (PT), Usaha Dagang atau yang lainnya. Seperti yang dikemukakan oleh North, 1990; Ekepu *et al.*, (2017), bahwa kelembagaan adalah aturan yang membatasi perilaku menyimpang manusia untuk membangun struktur interaksi politik, ekonomi, dan sosial. Sistem aturan, keyakinan, norma, dan organisasi yang secara bersama sama menyebabkan suatu keteraturan dalam perilaku masyarakat (Greif, 1998; Wang *et al.*, 2014).

Dasar teori dan implementasinya seperti yang diuraikan di atas dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pemberdayaan kelembagaan petani pada pengembangan kawasan pertanian padi berbasis korporasi. Oleh karena itu pengelolaan kelembagaan ekonomi petani

diharapkan mempunyai otoritas yang mandiri sebagai lembaga jasa bisnis yang berorientasi pada keuntungan (*profit oriented*). Kelembagaan ekonomi petani, harus selalu didorong untuk menjadi pelaku utama dalam usaha memperoleh akses ke kegiatan ekonomi (Setiani, 2018). Pengelolaannya kalau memungkinkan bukanlah pengurus Poktan/Gapoktan, karena tidak mempunyai dasar hukum sebagai organisasi usaha.

Kesimpulan

Konsolidasi lahan milik petani dalam *corporate farming* (*pertanian korporasi*) banyak keengganan petani untuk melaksanakan kata lain banyak penolakan oleh petani. Karena hal ini menyangkut budaya kepemilikan yang menunjukkan status sosial bagi petani, selain itu kepercayaan terhadap pengelola (dapat dibaca pengurus), tampaknya perlu dibangun setahap-demi setahap. Konsolidasi lahan tampaknya tidak mudah langsung diterapkan saat awal kegiatan. Tahap awal yang perlu dibangun dan dinilai berpeluang berkembang adalah merintis terbentuknya kelembagaan ekonomi petani. Lembaga ini sebaiknya dibangun oleh tokoh-tokoh petani atau pengusaha lokal yang bergerak dalam bidang pertanian untuk bekerja sama dengan petani sekitarnya guna membangun sebuah korporasi yang berbasis komputasi. Pertanian dengan nuansa modern menarik banyak minat yang potensial adalah para sarjana di pedesaan dengan banyak keahlian.

Melakukan kerja sama pembelian gabah untuk diolah menjadi beras pecah kulit. Artinya bahwa yang semula petani hanya beraktivitas sampai dengan menghasilkan gabah kering panen (GKP), saat ini yang berkembang kerja sama petani dan pihak swasta (pengusaha) adalah pembelian gabah, penyediaan beberapa lasintan (panenn/combine) usaha ini dapat dilanjutkan ke arah yang lebih luas mengarah pada pertanian korporasi atau komponennya.

Konsep, pemikiran sulit diimplementasikan kalo aksi tidak ada aksi, gagasan perlu didasarkan atas kondisi dan permasalahan di lapangan, sertakan masyarakat petani setempat ikut berpartisipasi dalam perencanaan. Pendekatan perencanaan partisipatif (*Participatory planning*) Diperlukan komitmen dari semua pelaku (*stakeholders*) dalam pengembangan kawasan pertanian padi berbasis korporasi petani. Pengembangan kawasan pertanian padi berbasis korporasi cerdas

tampaknya bukanlah pekerjaan yang mudah. Kita perlu kerja keras untuk mewujudkannya agar pasokan pangan asal padi dan kesejahteraan petani ke depan dapat lebih terjamin

Daftar Pustaka

- Autonomous technology is steering a new agricultural revolution[ASI [WWW Document] (n.d.). URL: <https://www.asirobots.com/autonomous-technology-steering-new-agricultural-revolution/>.
- Arifin, B. 2005. Pendekatan Baru Pengembangan Pasar Keuangan Perdesaan. Makalah disampaikan pada Lokakarya Usaha Kecil Pedesaan untuk Pengusaha Agribisnis. BBMKP Jawa Tengah dan Universitas Diponegoro Semarang. 25 Juli 2005 di Semarang.
- Aristo D.A. 2004. Rejuvinasi Peran Perencana Dalam Menghadapi Era Perencanaan Partisipatif “Sebuah Tahapan Awal dalam Pembentukan Kultur Masyarakat Partisipatif”. Disampaikan Dalam: Seminar Tahunan ASPI (Asosiasi Sekolah Perencana Indonesia) Universitas Brawijaya, Malang Juli 2004. Teknik Planologi ITB.
- Badan Litbang Pertanian, 2000. Laporan Studi Diagnostik Lokasi Pengkajian *Corporate Farming* di Kabupaten Grobogan, Jawa Tengah. Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian, Jakarta.
- Conesa-Muñoz J, Gonzalez-de-Soto M, Gonzalez-de-Santos P, Ribeiro A (2015) Distributed multi-level supervision to effectively monitor the operations of a fleet of autonomous vehicles in agricultural tasks. *Sensors* 15:5402–5428. <https://doi.org/10.3390/s150305402>
- Departemen Pertanian, 2020. Pengembangan *Corporate Farming*. Makalah disampaikan dalam Rapat Koordinasi dan Sinkronisasi Kegiatan Departemen Pertanian 2001. Jakarta.
- Downey. D.W dan Erickson, S.P. 1989. Manajemen Agribisnis. Edisi Ke 2. Penerbit Erlangga Jakarta
- Fountas S, Carli G, Sørensen CG, Tsiropoulos Z, Cavalaris C, Vatsanidou A, Liakos B, Canavari M, Wiebensohn J, Tisserye B (2015) Farm management information systems: current situation and future perspectives. *Comput Electron Agric* 115:40–50. <https://doi.org/10.1016/J.COMPAG.2015.05.011>
- Gillinson, S. 2004. Why Cooperate? A Multi-disciplinary Study of Collective Action, Overseas Development Institute, London, UK.

- Greif A. 1998. Self-enforcing Political System and Economic Growth: Late Medieval Genoa Avner. In *Theor. Chem. Acc.* (pp. 23 63). Princeton University Press Abstract.
- Kementerian Pertanian, 2014. Kebijakan Pembangunan Pertanian dan Pengembangan Kawasan 2015-2019. Disampaikan pada Pra-Musrenbangtan, 7-9 Mei 2014 di Bogor
- Kementerian Pertanian, 2015. Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 03/PERMENTAN/OT.140/2/2015 tentang Pedoman Upaya Khusus Peningkatan Produksi Padi, Jagung dan Kedelai melalui program perbaikan jaringan irigasi dan sarana pendukungnya TA 2015.
- Kementerian Pertanian, 2018. Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 18/PERMENTAN/RC.040/4/2018 tentang Pedoman Pengembangan Kawasan Pertanian Berbasis Korporasi Petani
- Kirk, 2000. Land Tenure and Land Management Lesson Learn Form the Past Chalangers to be in the Future. Institute for Cooperation in Developing Country. Departement of Economic. University of Marburg. Germany
- Mubyarto, 2002. Ekonomi Pancasila, BPFE-Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Najib, H. 1994. Pengembangan kemitraan dan kelembagaan dalam pemantapan agribisnis. Universitas Gajah Mada. Yograkarta.
- North, D. C., 1990. Institutions. *The Journal of Economic Perspectives*, 5(1), 97-112. <https://doi.org/10.2307/2234910>
- Prabakar C, Devi KS, Selvam S (2011) Labour scarcity—its immensity and impact on agriculture. *Agric Econ Res* 24:373–380
- Prasetyo, T dan C. Setiani, 2002. Teknologi sistem usahatani konservasi di DAS bagian hulu (Antara kebutuhan dan kepentingan). Prosiding Lokakarya Nasional Diversifikasi Tanaman.: Penelitian dan Pengembangan Sistem Usahatani. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Prasetyo, T. 2018. Model Pemberdayaan SDM Petani dalam Mendukung Pertanian Modern di Jawa Tengah. Makalah disampaikan pada acara Temu Teknis Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Balitban Pertanian, tanggal 6 Desember 2018 di Ungaran, Jawa Tengah

- Reeve DR, Eizad Z, Ramm AF (2011) Method for decomposing task e.g. crop spraying task, to be performed on e.g. agricultural field by e.g. tractor-puller sprayer vehicle assembly, involves decomposing top-order layer based on rules to form bottom-order layer. US2011257850-A1
- Setiani, C. 2018. Model Pemberdayaan Kelembagaan UPJA dalam Mendukung Pertanian Modern di Jawa Tengah. Makalah disampaikan pada acara Temu Teknis Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Balitban Pertanian, tanggal 6 Desember 2018 di Ungaran, Jawa Tengah
- Sahi MK, Wheelock C (2016) Driverless tractors and drones to be among the key applications for agricultural robots. *Tractica*
- Supreetha MA, Mundada MR, Pooja JN (2019) Design of a smart water-saving irrigation system for agriculture based on a wireless sensor network for better crop yield. 93–104. https://doi.org/10.1007/978-981-13-0212-1_11
- Syarief R, 2000. Kontribusi pengalaman empiris Konsep Corporate Farming. Makalah disampaikan pada Seminar “ Adakah Landasan Teoretis dan Bukti Empiris Konsep *Corporate Farming*. Pusat Studi Pembangunan Lembaga Penelitian IPB, Bogor
- Vanni, F., 2014. *The Role of Collective Action, Agriculture and Public Goods*, Springer Science and Business Media, Dordrecht.
- Vroegindewij BA, van Wijk SW, van Henten EJ (2014) Autonomous unmanned aerial vehicles for agricultural application. In: *Proceedings on international conference of agricultural engineering*, 6–10 July 2014
- Wang, Y., Chen, C. and Tao, Y., 2014. Determinants of the Collective Action in the Common.’ Study of Irrigation in China, Paper presented at the Fifth Workshop of the Ostrom Workshop Conference held at the Indiana University, June 18-21, 2014.
- Wheeler T, von Braun J (2013) Climate change impacts on global food security. *Science* 341 (80):508–513. <https://doi.org/10.1126/science.1239402>
- Yusuf., 2013. Politik Pangan Indonesia: Ketahanan Pangan Berbasis Kedaulatan dan Kemandirian. <http://setkab.go.id/en/artikek-6833-.html>

BAB II

AGRIBISNIS

MENDORONG PENINGKATAN PERAN PETANI MUDA (*MILENIAL*) DI KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA

Achmad Zaini, Sutikno dan Rusdiansyah
Jurusan/Program Studi Agribisnis

Gambaran Umum Petani Milenial

Petani Milenial adalah petani yang berusia 19-39 tahun dan atau yang berjiwa Milenial serta adaptif terhadap teknologi digital sehingga berpotensi mempercepat proses penyebarluasan teknologi guna mendukung peningkatan produktivitas pertanian. Generasi milenial memiliki kedudukan strategis untuk dikembangkan kapasitasnya, sehingga dapat berfungsi sebagai pengungkit yang menentukan keberhasilan pembangunan nasional khususnya pembangunan pertanian. Sektor pertanian dalam hal ini juga berfungsi sebagai penyangga ketahanan nasional baik di bidang ekonomi, politik maupun keamanan. Minimnya minat generasi milenial untuk bertani merupakan salah satu tantangan terbesar pembangunan pertanian di Indonesia saat ini. Jika hal ini terus berlanjut, maka di masa mendatang Indonesia akan kekurangan tenaga dalam mengelola usahatani dan pada gilirannya kedaulatan dan ketahanan pangan pun akan terancam.

Kekhawatiran akan mandegnya proses regenerasi petani ini telah memunculkan berbagai kebijakan program/kegiatan baik di pusat maupun di daerah, yang isinya tentang upaya mendorong generasi muda untuk menjadi petani milenial dalam rangka akselerasi regenerasi petani, melalui pengembangan berbagai aktivitas usaha tani pada bidang pertanian dalam arti luas. Program Meningkatkan Peran Petani Muda (Milenial) Dalam Mengembangkan Kewirausahaan Bidang Pertanian di Kabupaten Kutai

Kartanegara ini, maka upaya untuk meningkatkan minat generasi muda terjun di bidang pertanian di Kabupaten Kutai Kartanegara.

Sektor pertanian merupakan salah sektor unggulan di Kabupaten Kutai Kartanegara. Sehingga pengembangan pertanian di kabupaten ini memerlukan percepatan agar lebih berperan dalam mendorong terciptanya kesejahteraan masyarakat. Perkembangan jumlah penduduk yang terus meningkat, menuntut penyediaan pangan untuk memenuhi kebutuhan pangannya. Sementara kemampuan lahan dalam menyediakan pangan terus menurun. Fenomena masalah yang sering dihadapi dan terjadi saat ini adalah tingginya konversi lahan pertanian ke non pertanian. Hal ini dikhawatirkan akan mengarah kepada terjadinya krisis pangan di masa datang.

Masalah lain yang dianggap krusial adalah jumlah petani muda terus mengalami penurunan, baik secara *absolute* maupun relatif, sementara petani usia tua (Usia petani rata-rata di atas 50 tahun) semakin meningkat. Semakin menyusutnya jumlah petani yang produktif sebenarnya bukan hanya terkait pada aspek ekonomi saja, tetapi juga akan menimbulkan isu lingkungan. Di mana akan timbul kecenderungan lahan-lahan pertanian yang telantar karena tidak ada lagi yang menggarap, kemudian lahan-lahan tersebut akan cenderung berubah fungsi menjadi lahan terbangun (perumahan, industri dan infrastruktur), sehingga lahan-lahan pertanian akan semakin menyusut dan akan muncul permasalahan ketidakseimbangan lingkungan.

Profil petani secara nasional berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2020 bahwa saat ini berdasarkan kelompok umur, sekitar 17,29% atau sebanyak 6,61 juta tenaga kerja pertanian berusia kurang dari 30 tahun; kemudian sekitar 29,15% atau sebanyak 11,14 juta orang berusia 30-44 tahun, lalu sekitar 32,39% atau sebanyak 12,38 juta orang berusia antara 45-59 tahun dan sekitar 21,7% atau sebanyak 8,09 juta orang berusia di atas 60 tahun. Dari keseluruhan tenaga kerja di sektor pertanian tersebut sekitar 65,23% nya berpendidikan setara SD ke bawah. Bisa dibayangkan dengan gambaran kondisi data serupa itu bagaimana mungkin mengandalkan para pelaku utama usahatani tersebut untuk mampu menopang beban berat seluruhnya dalam mewujudkan target sasaran pembangunan pertanian, khususnya dalam menjaga ketahanan pangan nasional.

Regenerasi Petani saat ini jelas sangat mengkhawatirkan. Faktor usia petani secara umum tentu saja akan sangat berpengaruh pada kemampuan meningkatkan produktivitas hasil usahatani, termasuk juga kemampuan untuk beradaptasi dan berinovasi terhadap kemajuan teknologi pertanian yang semakin canggih, dan hanya mungkin dapat dijalani oleh para generasi milenial. Inilah saatnya para generasi milenial harus mulai menggantikan para petani yang sudah senior tersebut, masalahnya **“Sudah siapkah kalangan generasi Milenial menjawab kekhawatiran ini?”** serta **“Apa yang harus kita persiapkan untuk upaya regenerasi petani ini?”**

Di era saat ini, terjadi fenomena sosial justru terjadi pada petani yang berusia muda. Minat generasi muda untuk menjadi petani atau berusaha di bidang pertanian cenderung menurun. Angkatan kerja pertanian maupun pengusaha pertanian lebih didominasi oleh golongan penduduk usia di atas 40 tahun. Usia rata-rata petani semakin tua (jumlah petani usai muda semakin menurun).

Masalah penuaan petani ini patut menjadi perhatian semua pihak. Jika kegiatan produksi pertanian hanya dilakukan oleh generasi tua, maka perlahan tetapi pasti, jumlah petani akan semakin berkurang dari tahun ke tahun. Akibatnya produksi pertanian juga tentu akan ikut menurun, dan selanjutnya sangat dimungkinkan akan terjadi ketidak-seimbangan antara ketersediaan produksi dengan kebutuhan konsumsi. Permintaan produk pangan diperkirakan akan terus naik seiring dengan penambahan jumlah penduduk, kemajuan ekonomi dan pertumbuhan industri pengolahan makanan.

Semakin menyusutnya jumlah petani yang produktif sebenarnya bukan hanya terkait pada aspek ekonomi saja, tetapi juga akan menimbulkan isu lingkungan. Di mana akan timbul kecenderungan lahan-lahan pertanian yang telantar karena tidak ada lagi yang menggarap, kemudian lahan-lahan tersebut akan cenderung berubah fungsi menjadi lahan terbangun (perumahan, industri dan infrastruktur), sehingga lahan-lahan pertanian akan semakin menyusut dan akan muncul permasalahan ketidakseimbangan lingkungan.

Kondisi nyata yang terjadi saat ini, di mana hampir sebagian besar anak-anak petani tidak ada lagi yang bersedia meneruskan usaha tani orang tuanya. Akhirnya para petani lebih memilih menjual lahan pertaniannya atau mengubah fungsinya jadi bangunan rumah, karena tidak ada yang

akan menggarap lagi. Kondisi alih fungsi lahan seperti ini terlihat jelas pada kawasan pertanian subur di pinggiran kota besar, di mana lahan-lahan tersebut banyak beralih fungsi menjadi hunian, kawasan industri atau perkantoran. Akibat lebih jauh dari kondisi serupa itu tentu saja akan berpengaruh pada jumlah produksi pertanian dalam negeri yang akan semakin tidak mencukupi permintaan. Demikian halnya dengan aspek sosial yang mungkin juga akan muncul kemudian jika lahan-lahan pertanian semakin menyusut disertai dengan kelangkaan bahan makanan, maka permasalahan sosial seperti kelaparan, kemiskinan, kejahatan, bisa saja muncul di kemudian hari.

Dilihat dari gambaran permasalahan ekonomi, sosial dan lingkungan yang mungkin bisa muncul akibat menurunnya minat generasi muda di sector pertanian, maka kita semua tentu sepakat bahwa Regenerasi Petani itu sangat penting untuk dilakukan. Rendahnya minat kalangan generasi muda untuk terjun ke dunia pertanian dimungkinkan oleh beberapa faktor antara lain sebagai berikut:

- Adanya anggapan bahwa usaha tani ini adalah sebagai bidang pekerjaan pilihan terakhir dibandingkan jenis pekerjaan lainnya. Jadi kaum *Milenial* merasa gengsi jika bekerja menjadi petani.
- Rendahnya penguasaan lahan pertanian akibat sistem bagi waris, yang menyebabkan usahatani dianggap tidak layak untuk menjamin kebutuhan hidup.
- Pendapatan dari hasil pertanian tidak menentu serta faktor risiko kerugian yang tinggi.

Kabupaten Kutai Kartanegara bagian dari Provinsi Kalimantan Timur memiliki luas wilayah $\pm 27.263,10$ km² dan Terdiri dari 18 Kecamatan, 193 Desa dan 44 Kelurahan, Jumlah penduduk 769.337 jiwa, mempunyai;

- Kawasan potensi lahan Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura seluas 339.025 ha.
- Lahan fungsional tanaman pangan (padi sawah) 18.554 ha dan lahan fungsional palawija dan hortikultura 63.896 ha
- Penyuluh Pertanian Lapangan (PPL) ASN 137 orang, PPL PPPK 28 orang dan PPL Swadaya 86 orang
- Jumlah Kelompok Tani 2.748 Kelompok, terdiri dari 3 (tiga) jenis kelompok tani antara lain, kelompok tani dewasa 2.563 kelompok,

kelompok wanita tani 151 kelompok dan Kelompok Taruna Tani/ Petani Milenial 38 Kelompok

- Jumlah petani berdasarkan jenis kelamin sebanyak 49.108 orang dengan rincian; Laki-laki 38.687 Orang (78,8%), Perempuan 10.208 Orang (20,8%) dan tidak ada data 213 Orang (0,4%)
- Jumlah petani Berdasarkan Umur; dari jumlah petani 49.108 orang, Usia > 40 tahun 48.258 orang (98,3%), Usia < 40 tahun Milenial 850 Orang (1,7%)

Berdasarkan masalah dan gambaran umum pertanian di Kabupaten Kutai Kartanegara, maka harapan kondisi pertanian ke depan menjadi *leading sector* bagi perekonomian daerah dengan salah satunya meningkatkan peran petani muda melalui semakin tumbuhnya kelompok Taruna Tani/petani Milenial di setiap desa/kelurahan yang bergerak dalam wirausaha pertanian baik pada sub sistem *Onfarm* (Budi daya) maupun *Off farm* (Mekanisasi, pemasaran, pengolahan, dan lain sebagainya). Semakin meningkatnya jumlah petani Milenial diharapkan terjadi regenerasi SDM petani yang semakin menginjak tua, sehingga permasalahan kurangnya tenaga pertanian bisa di atasi.

Gagasan Peningkatan Peran Petani Muda

Gagasan penting yang perlu dilakukan adalah meningkatnya peran petani muda (*Milenial*) dalam mengembangkan kewirausahaan bidang pertanian yang nanti akan mengikat sebagai program unggulan daerah melalui dinas teknis terkait. Program ini akan menjadi titik tolak bagi pengembangan pertanian yang semakin modern, efisien dan menyejahterakan.

Munculnya Program sampai menimbulkan *outcome* yang bermanfaat bagi pencapaian tujuan pembangunan daerah memerlukan tahapan pelaksanaannya. Adapun tahapan Program meliputi;

1. Tahapan Jangka pendek

Tahapan ini dilakukan dengan membangun instrumen program dan kebijakan program gerakan meningkatkan peran petani muda (*Milenial*) melalui:

- a. *Review* dan menentukan strategi yang tepat untuk melakukan program gerakan meningkatkan peran petani muda (*Milenial*)

1) Pengumpulan data dan informasi

Perencanaan pembangunan yang baik memberikan kontribusi 50% dalam pencapaian tujuan suatu organisasi, termasuk Program dalam kesatuan organisasi perangkat daerah. Untuk mencapai perencanaan pembangunan yang baik, sangat diperlukan adanya dukungan data dan informasi yang lengkap, valid dan senantiasa di-*update* mengikuti perubahan kondisi yang terjadi.

Dalam era saat ini, perencanaan pembangunan daerah sangat rigid dalam implementasi penyusunannya, bersandar pada beberapa regulasi. Semua regulasi tersebut menuntut setiap entitas lembaga pemerintahan di daerah, khususnya Dinas Pertanian dan Peternakan untuk mampu mengawal dan menjalankan substansinya Program dengan konsisten.

2) Analisis Lingkungan internal dan eksternal

Manajemen strategi Program merupakan keputusan manajerial dan kegiatan-kegiatan yang mengarah pada penetapan kinerja jangka panjang organisasi, yang meliputi analisis lingkungan internal dan eksternal. Keberhasilan Program merupakan tujuan penting dalam suatu organisasi seperti Dinas Pertanian dan Peternakan. Berbagai strategi dan upaya-upaya yang berorientasi untuk keberhasilan Program tersebut tentunya tidak pernah terlepas dari kegiatan ataupun usaha manajemen dalam mengatur serta mengendalikan usaha-usaha guna mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Salah satu faktor penting dalam suatu manajemen adalah upaya/langkah dalam pengambilan keputusan bagi pimpinan organisasi perangkat daerah-OPD. Kepala OPD harus menganalisis berbagai situasi dan kondisi yang akan berpengaruh dan berdampak pada keputusan yang akan diambil nantinya termasuk menentukan Program.

Pengambilan suatu keputusan pimpinan OPD sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor. Baik faktor internal maupun eksternal. Lingkungan eksternal dan lingkungan internal mempunyai peran yang cukup penting dalam usaha pengambilan keputusan guna mewujudkan tujuan Program visi perusahaan ataupun organisasi. Interaksi antar lingkungan internal maupun

eksternal akan sangat mempengaruhi kemampuan serta strategi-strategi penting bagi para pengambil keputusan.

Faktor internal mencakup kekuatan dan kelemahan di dalam internal organisasi itu sendiri. Gerakan Program Meningkatkan Peran Petani Muda (Milenial) yang tepat harus memperhatikan betul-betul apa kekuatan dan kelemahan yang dimilikinya selain memperhatikan faktor eksternal. Analisis lingkungan internal organisasi merupakan analisis yang berguna dalam mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan suatu organisasi atas dasar sumber daya dan kapabilitas yang dimilikinya. Lingkungan internal memiliki dua variabel yakni kekuatan (*strength*) dan kelemahan (*weakness*). Tujuan analisis lingkungan adalah untuk dapat mengerti dan memahami lingkungan organisasi sehingga manajemen akan dapat melakukan reaksi secara tepat terhadap setiap perubahan, selain itu agar manajemen mempunyai kemampuan merespons berbagai isu kritis mengenai lingkungan yang mempunyai pengaruh yang cukup kuat terhadap Program.

Lingkungan eksternal merupakan faktor penting yang perlu dikaji dalam penentuan pengambilan suatu keputusan. Pengenalan dan pemahaman tentang berbagai kondisi serta dampaknya menjadi hal mutlak yang harus ditelaah lebih lanjut. Faktor Eksternal adalah faktor yang tidak dimiliki oleh organisasi atau dengan kata lain merupakan sesuatu yang berwujud peluang dan hambatan dari luar, karena berada di luar dan dimiliki oleh organisasi atau sistem lain.

Tujuan dilakukan analisis lingkungan ini adalah mengantisipasi lingkungan organisasi sehingga dapat bereaksi secara cepat dan tepat untuk menyukseskan organisasi termasuk pelaksanaan Program. Lingkungan internal berkaitan dengan kekuatan dan kelemahan yang dimiliki oleh perusahaan. Faktor internal perusahaan sepenuhnya dapat dikendalikan sehingga kelemahan yang diketahuinya dapat diperbaiki. Hasil identifikasi lingkungan baik internal maupun eksternal selanjutnya dianalisis dengan metode SWOT.

3) Penentuan strategi dan implementasi bentuk Program

Hasil analisis SWOT menghasilkan rekomendasi strategi program dan kegiatan yang diwujudkan dalam bentuk Program.

Pada dasarnya penyusunan strategi bagi suatu organisasi harus dilandaskan pada suatu metode analisis. Dalam perkembangannya terdapat berbagai jenis metode analisis yang dapat dipergunakan dalam perencanaan strategis. Salah satu instrumen metode analisis yang dipakai untuk menemukan strategi khususnya strategi program gerakan pemuda milenial adalah analisis SWOT.

Kompilasi data dimulai dari seleksi, tabulasi dan deskripsi. Seleksi dilakukan terhadap data dan informasi yang diperoleh, dikelompokkan sesuai kebutuhan analisis yang akan dilakukan. Tabulasi data dilakukan setelah data/informasi terseleksi sesuai dengan kelompok kebutuhan interaksi, interelasi, dan interdependensi data/informasi untuk mempermudah menemukenali masukan matriks yang dibutuhkan dalam penyusunan deskripsi. Kemudian data/informasi disajikan dalam bentuk deskripsi, baik berupa uraian-uraian, grafik, maupun dalam bentuk gambar.

Metode analisis dilakukan untuk menjabarkan, menyusun secara sistematis data/informasi yang ada untuk merumuskan rencana melalui pendekatan analisis lingkungan baik internal maupun eksternal.

- b. Menganalisis *stakeholder* yang terkait dengan program gerakan meningkatkan peran Petani Muda (Milenial).
- c. Menyusun tim multi *stakeholder* percepatan program gerakan meningkatkan peran Petani Muda (Milenial) di Kutai Kartanegara berdasarkan surat ketetapan (SK) Bupati Kutai Kartanegara.
- d. Melakukan koordinasi, sinkronisasi dan sinergi program dan kegiatan antar organisasi perangkat daerah (OPD) terkait, *private partnership* dan golongan masyarakat.

2. Tahapan Jangka Menengah

Tahapan jangka menengah yang akan diterapkan dalam pelaksanaan strategi gerakan meningkatkan peran Petani Muda (Milenial) di Kabupaten Kutai Kartanegara.

- a. Pemetaan optimalisasi pemanfaatan sumber daya pertanian dalam mendukung program gerakan meningkatkan peran Petani Muda (Milenial).

- b. Pendataan calon peserta dalam mendukung program gerakan meningkatkan peran Petani Muda (Milenial).
- c. Fasilitasi pemanfaatan lahan, sarana pendukung untuk usahatani petani muda (Milenial).
- d. Bimbingan teknis dan pendampingan usahatani petani muda (Milenial).
- e. Melakukan *monitoring* dan evaluasi terhadap kegiatan dalam mendukung program gerakan meningkatkan peran Petani Muda.

3. Tahapan Jangka Panjang

Tahapan jangka panjang pelaksanaan Program gerakan Meningkatkan Peran Petani Muda (Milenial) adalah melakukan optimalisasi dan pengembangan program melalui:

- a. Melakukan evaluasi menyeluruh pelaksanaan gerakan Meningkatkan Peran Petani Muda (Milenial).
- b. Melakukan optimalisasi terhadap gerakan Meningkatkan Peran Petani Muda (Milenial).
- c. Melakukan pengembangan gerakan Meningkatkan Peran Petani Muda (Milenial).
- d. Meningkatkan generasi muda (Milenial) terjun di sektor pertanian.

Program gerakan Meningkatkan Peran Petani Muda (Milenial) di Kutai Kartanegara akan berjalan dengan baik dan lancar manakala ditunjang dengan tim dan para pihak yang mempunyai kompetensi andal dan profesional dalam menjalankan tugas dan fungsinya. Oleh karena itu analisis *stakeholder* perlu dilakukan untuk menetapkan tim percepatan Program gerakan Meningkatkan Peran Petani Muda (Milenial) di Kutai Kartanegara.

Identifikasi *stakeholder* dilakukan untuk melihat pengaruh terhadap pelaksanaan Program. Identifikasi *stakeholder* akan menjadi penting untuk menentukan keberhasilan Program. Analisis *stakeholder* akan memakai analisis tingkat pengaruh (*influence dan power*) dan tingkat minat (*interest*) *stakeholder* dalam mendukung keberhasilan Program. Strategi marketing yang digunakan dalam Program ini adalah dengan menggunakan formula 1 C + 4 P yaitu *customer, product, price, place dan promotion*. Adapun yang menjadi produk dari Program berupa daftar kegiatan gerakan Meningkatkan Peran Petani Muda (Milenial).

Program menggunakan teori 4P1C yaitu teori strategi *marketing mix*, merupakan perpaduan dari variable variable yang dapat dikendalikan, dimobilisasi untuk mencapai pasar sasaran tertentu. Strategi marketing lebih dikenal dengan **4P** (*product, price, place, promotion*) dan **1C** (*customer*) strategi tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. *Product* (produk) adalah barang dan jasa yang ditawarkan sebagai sebuah kebutuhan.
2. *Price* (harga) merupakan salah satu bagian yang sangat penting dalam pemasaran suatu produk.
3. *Place* (tempat) adalah bidang atau wadah yang digunakan sebagai tempat usaha yang dijalankan.
4. *Promotion* (pemasaran) yaitu kegiatan-kegiatan yang menghasilkan/ mengomunikasikan manfaat produk yang ditawarkan dan memersuasi pelanggan untuk membelinya.
5. *Customer* (pengguna) adalah pihak-pihak pengguna produk dan pemangku kepentingan yang dapat mempengaruhi atau dipengaruhi oleh suatu tindakan.

Produk Program ditujukan terhadap para *customer* yang terdiri dari para Petani Muda (*Milenial*), OPD lain yang terkait dengan program gerakan meningkatkan peran petani muda (*Milenial*), perusahaan. Tempat Program dikoordinasikan melalui Dinas Pertanian dan Peternakan Kabupaten Kutai Kartanegara. Program ini akan disusun berdasarkan nilai Program yang menjadi tanggung jawab instansi atau lembaga terkait.

Untuk mengefektifkan sosialisasi gagasan dan pelaksanaan program ini, maka akan dilakukan promosi melalui media massa atau *online*, media sosial, workshop, maupun media promosi efektif lainnya. Kesemua pelaksanaan program ini membutuhkan biaya (*price*) yang tidak hanya berupa anggaran yang bersifat moneter, namun juga berupa non moneter dalam bentuk *social reward and punishment*.

Daftar Pustaka

Keputusan Menteri Pertanian Nomor 14/Kpts/SM.216/I/03/16 tentang pedoman Penumbuhan wirausaha muda pertanian. 2016. Jakarta
Badan Pusat Statistik. 2020. Kutai kartanegara Dalam Angka. BPS
Kabupaten Kutai Kartanegara, Tenggarong
Rencana strategis Dinas Pertanian dan Peternakan Kabupaten Kutai
Kartanegara 2021-2026. Tenggarong

TRANSFORMASI SISTEM PENYULUHAN PERTANIAN ERA DIGITAL

Dina Lesmana
Jurusan/Program Studi Agribisnis

Pendahuluan

Era revolusi Industri 4.0 dicirikan dengan industri berbasis digital, ilmu komputer, *internet of things* (IOT) dan analisis big data. Tidak dapat dipungkiri kemajuan teknologi tersebut akan membawa perubahan besar dalam berbagai aspek kehidupan kita. Dalam Era industri 4.0 penggunaan internet merupakan suatu hal yang mutlak, begitupun dengan kecepatan informasi merupakan ciri khas terhadap ukuran suatu kemajuan suatu bangsa atau negara. Oleh karena itu kecepatan, ketepatan serta kemampuan untuk menguasai informasi merupakan suatu hal yang sangat mutlak diperlukan untuk dapat adaptif dalam perkembangan zaman.

Sejak tahun 2011, kita telah memasuki Industri 4.0, yang ditandai meningkatnya konektivitas, interaksi, dan batas antara manusia, mesin, dan sumber daya lainnya yang semakin konvergen (menyatu) melalui teknologi informasi dan komunikasi. Revolusi industri generasi pertama ditandai oleh penggunaan mesin uap untuk menggantikan tenaga manusia dan hewan. Kemudian, generasi kedua, melalui penerapan konsep produksi massal dan mulai dimanfaatkannya tenaga listrik. Dan, generasi ketiga, ditandai dengan penggunaan teknologi otomasi dalam kegiatan industri. Pada revolusi industri keempat, menjadi lompatan besar bagi sektor industri, di mana teknologi informasi dan komunikasi dimanfaatkan sepenuhnya. Tidak hanya dalam proses produksi, melainkan juga di seluruh rantai nilai industri sehingga melahirkan model bisnis yang baru dengan basis digital guna mencapai efisiensi yang tinggi dan kualitas produk yang lebih baik.

Seiring perkembangan teknologi digital berbasis internet menjadi tantangan bagi sektor pertanian. Sekarang dunia telah memasuki era baru yang disebut Revolusi Industri 4.0. Ada lima teknologi utama yang menopang implementasi revolusi tersebut dalam bidang pertanian yaitu basis internet (*internet of things*), super komputer (*artificial intelligence*), kendaraan tanpa pengemudi (*human-machine interface*), teknologi robotik (*smart robotic*) dan serta teknologi 3D Printing.

Sektor pertanian sebagai sektor yang diandalkan dalam memenuhi ketersediaan pangan di negeri ini harus mampu beradaptasi dan mampu memanfaatkan teknologi digital berbasis internet tersebut. Masa depan pertanian tidak lagi konvensional namun peranan teknologi berbasis internet akan menunjang kegiatan pertanian seperti memantau keadaan tanaman, tanah, cuaca hingga traktor yang siap memanen hanya melalui ponsel pintar. Kemajuan teknologi digital yang begitu cepat ternyata belum diimbangi dengan kesiapan pelaku utama pertanian.

Petani-petani di Indonesia hingga saat ini masih banyak yang belum melek teknologi. Pada hal tuntutan era saat ini adalah kecepatan dan kreativitas petani. Dukungan lahan, tenaga kerja dan potensi sumber daya alam tidak lagi menjadi yang utama. Diakui kehadiran komponen teknologi tersebut memang telah mentransformasikan sebagian petani dalam berinteraksi dan mengarahkan efisiensi usaha dan peningkatan daya saing produk pertanian. Selama ini kegiatan penyuluhan lebih cenderung hanya sebatas target produksi dan produktivitas. Hal ini terbukti banyaknya petani yang belum berdaya dalam mengelola usaha pertaniannya. Petani di berbagai wilayah di Indonesia masih cenderung bertani secara tradisional. Permasalahan tersebut muncul karena petani tidak memiliki akses teknologi dan bahan baku yang berkualitas. Petani sebagian besar masih berada dalam kondisi marginal. Oleh karena itu, penyuluh sebagai ujung tombak sektor pertanian diharapkan mampu memberdayakan petani dalam menghadapi era digitalisasi informasi ini.

Transformasi sistem penyuluhan pertanian merupakan upaya perubahan untuk mendudukkan, memerankan, memfungsikan dan menata kembali penyuluhan pertanian agar terwujud satu kesatuan korps, dan satu kesatuan arah serta kebijakan. Dengan transformasi sistem penyuluhan akan terbangun suatu sistem penyuluhan yang produktif, adaptif, efektif dan efisien, sehingga penguasaan dan pemanfaatan teknologi dan informasi bagi pelaku utama dan pelaku usaha dapat berdaya saing ke depannya.

Transformasi Penyuluhan Pertanian Era Digital

Pada masa pandemi covid-19, sektor pertanian merupakan sektor yang terdampak paling kecil. Di saat sector lain mengalami pertumbuhan negatif, hanya sektor pertanian yang pertumbuhannya positif. Pandemi covid-19 menyadarkan dan menjadi pemicu dilaksanakannya digitalisasi penyuluhan pertanian dan menjadi solusi pada saat layanan penyuluhan konvensional tidak dapat dilaksanakan. Selain itu pendorong digitalisasi penyuluhan pertanian adalah perkembangan teknologi informasi dan komunikasi, revolusi industri 4.0, pentingnya konektivitas dan jumlah penyuluh pertanian yang semakin berkurang.

Teknologi yang juga mulai berkembang pesat di masa pandemi ini adalah teknologi kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* (AI) dan robot yang telah berjalan selama lebih dari enam bulan ini. Dengan adanya peraturan pemerintah dalam menjaga jarak atau PSBB untuk mencegah penyebaran Covid-19 maka banyak *startup* dan periset mencoba bermacam cara untuk berinovasi membuat robot agar bisa mengurangi kontak dengan sesama manusia. Teknologi yang memiliki kegunaan ‘tanpa sentuh’ kini sudah mulai banyak digunakan khususnya di tempat umum.

Penggunaan robot di masa pandemi ini semakin masif untuk berbagai keperluan membantu manusia. Salah satu contohnya adalah robot digunakan untuk menyemprotkan desinfektan di ruangan. Robot digunakan untuk membantu memeriksa kondisi pasien. Teknologi *Artificial Intelligence* pun kian banyak digunakan di masa pandemi. Kecerdasan buatan dipakai untuk membantu banyak hal seperti mendiagnosa penyakit dan membantu menjawab pertanyaan yang berhubungan dengan pandemi. Dilansir dari Republika.co.id, Asosiasi Internet of Things Indonesia memperkirakan teknologi 5G akan segera hadir se usai pandemi berlalu. Meski belum jelas pandemi kapan berakhir dan persiapan infrastruktur 5G di Indonesia, teknologi ini menjanjikan banyak sekali yang bisa dimanfaatkan. Memiliki kecepatan hingga 100 kali lipat dengan 4G, teknologi 5G dapat memungkinkan bekerja secara jarak jauh lebih efisien dan kompeten.

Dengan adanya perkembangan teknologi dan masyarakat dapat dengan terbiasa menggunakan teknologi tersebut maka akan lebih mudah dalam menjalani pekerjaan secara jarak jauh. Penyuluh pertanian di era informasi digital yang serba cepat saat ini.

Peran Lembaga Penyuluhan Pertanian Era Digital

Peran penyuluh kepada penciptaan keberdayaan petani dalam memanfaatkan berbagai akses teknologi dan informasi guna mendukung keberlanjutan usaha pertanian menjadi sebuah keharusan agar bisa bersaing di era sekarang. Era digitalisasi pertanian ini memang memberikan dampak positif yang besar sekaligus dampak negatif. Efisiensi usaha dan peningkatan produktivitas tentu akan meningkat, namun peran tenaga manusia dalam dunia pertanian dinilai akan berkurang seiring kehadiran teknologi tersebut. Oleh karena itu, lembaga penyuluhan perlu melakukan langkah-langkah dalam mendukung pembangunan pertanian berbasis digital ini.

Saat ini lembaga penyuluhan di Indonesia masih mengalami berbagai kendala teknis dan operasional. Adanya transisi masih mengalami berbagai kendala teknis dan operasional. Adanya transisi kelembagaan, keterbatasan jumlah penyuluh dan perkembangan teknologi informasi. Transisi kelembagaan ini terjadi dengan lahirnya UU Otonomi Daerah yang menyebabkan lembaga penyuluhan digabung menjadi bagian dari dinas. Sebelumnya di tingkat Kabupaten Kota terdapat Badan Pelaksana Penyuluhan dan Badan Koordinasi Penyuluhan di tingkat Provinsi.

Badan Penyuluhan dan Pengembangan SDM pertanian (BPPSDMP) Tahun 2017 menyebutkan jumlah penyuluh pertanian PNS dan Tenaga Harian Lepas (THL) di Indonesia saat ini mencapai 44 ribu orang dengan wilayah desa berbasis pertanian mencapai 72 ribu desa. Kondisi tersebut mencerminkan terdapat ketimpangan antara jumlah penyuluh dengan jumlah desa binaan. Oleh sebab itu, penyuluh tidak jarang menangani lebih dari satu desa wilayah binaan. Kompleksitas tugas penyuluh dan kendali tugas yang semakin luas menjadi masalah dalam bidang penyuluhan pertanian. Hal ini tentu berdampak kepada kualitas pelayanan dan efektivitas penyuluhan.

Seiring perkembangan jaman, komunikasi dan informasi digital menjadi kunci kecepatan dan ketepatan serta keakuratan dalam mengakselerasi capaian kinerja di segala bidang. Tak terkecuali dalam mengakselerasi terwujudnya kedaulatan pangan untuk 273,3 juta jiwa masyarakat Indonesia. Berkaitan dengan hal tersebut, Kementerian Pertanian membangun simpul Komando Strategi Pembangunan Pertanian yang dikenal dengan Kostratani yang ada di setiap Kecamatan.

Platform kegiatannya berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi yakni *Internet of Things* (IoT), dengan mengoptimalkan peran kelembagaan penyuluhan. Lembaga penyuluhan yang menjadi ujung tombak dalam transformasi teknologi dan informasi adalah Balai Penyuluhan Pertanian (BPP). BPP sebagai *home base*-nya para penyuluh. Dalam hal ini peran BPP adalah sebagai penyedia single data pertanian, akses informasi teknologi, pasar dan penyediaan sarana produksi, memerankan sebagai pusat konsultasi agribisnis, pembelajaran petani, serta mampu membangun jejaring dan kolaborasi kerja sama dengan pihak lain.

Peran BPP sebagai Kostratani yang pertama, sebagai pusat data dan informasi, di mana semua data ada dalam satu wadah yaitu Simluhtan (Sistem Informasi Penyuluhan Pertanian), semua data bisa diakses di Simluhtan Kedua, pusat gerakan pembangunan pertanian. Ketiga, pusat pembelajaran. Keempat, pusat konsultasi agribisnis. Kelima, pengembangan jejaring kemitraan. Kelima peran tersebut dapat dioptimalkan dengan memanfaatkan teknologi informasi. Hal itu dimaksudkan agar data yang disampaikan adalah data tunggal dan terkini. Penyampaian informasi teknologi informasi kostratani melalui internet aplikasi Zoom Meeting dan Google Meeting dalam bentuk MSPP (Menteri Sapa Penyuluh dan petani), Bertani on Cloud, *streaming* Youtube, webinar, WhatsApp, Instagram, Twitter dan media sosial lainnya. Semua ini dilakukan dalam rangka program kostratani menuju pertanian maju, mandiri dan modern.

Peran Penyuluh Pertanian di Era Digital

Suksesnya petani Indonesia memasuki pertanian pada Era Industri 4.0, bisa terwujud apabila didukung oleh peran penyuluh pertanian (PPL) yang terbuka dengan perkembangan teknologi era ini. Penyuluh pertanian pada masa revolusi industri 4.0 di antaranya dituntut dapat menguasai teknologi sehingga diharapkan transfer teknologi dan fasilitasi kepada petani lebih mudah dan lebih efisien.

Penyuluh Pertanian yang andal dan profesional pada era itu harus dapat melaksanakan fungsi penyuluh pertanian terutama untuk:

1. Transfer teknologi (*technology transfer*), yaitu berperan utama dalam mentransformasikan inovasi-inovasi baru dalam bidang pertanian baik itu di bidang teknis, sosial maupun ekonomi kepada petani ataupun sesama profesi dalam mewujudkan pertanian yang tangguh dan unggul. Dalam hal ini penyuluh harus bisa menjadi

sumber informasi bagi petani tentang pembangunan pertanian di Indonesia baik itu makro maupun mikro

2. Fasilitasi (*facilitation*) yaitu dapat memfasilitasi informasi yang dibutuhkan oleh petani sehingga pengetahuan keterampilan dan kemampuan petani meningkat sesuai keperluan mereka,
3. Penasihat (*advisor work*) dapat mengarahkan dinamika perorangan atau kelompok sehingga tercapai perubahan Perilaku, Sikap dan Keterampilan (PSK) petani menuju kemampuan petani dan kelompok tani yang lebih baik yaitu *better farming, better business, better income, better living and better environmental*.

Penyuluh Pertanian berperan sebagai jembatan untuk mentransfer teknologi dan inovasi baru di bidang pertanian kepada petani baik itu di bidang teknis, sosial dan ekonomi. Penyebaran informasi pertanian dapat dilakukan dengan mengoptimalkan berbagai media, baik itu media cetak, media elektronik maupun media *online*. Dalam mendukung fungsi tersebut penyuluh pertanian lapangan dituntut untuk dapat menguasai teknologi dan informasi. Informasi yang diperoleh penyuluh pertanian harus dengan cepat, tepat, benar dan dapat diterapkan atau dilaksanakan oleh petani.

Dengan kata lain dapat dikatakan keberhasilan penyuluh pertanian yakni apabila dapat menyebarkan informasi dengan cepat dengan ketepatan informasi yang sampai kepada petani dan teknologi tersebut dapat diterapkan oleh petani secara tepat sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan petani melalui peningkatan teknologi yang didapat dari proses penyuluhan tersebut.

Selama ini, proses penyebaran informasi yang dilakukan penyuluh lebih banyak bersifat konvensional, sebagian besar media penyuluhan masih menggunakan media cetak (*leaflet*, brosur, poster, surat kabar, dll) di samping memerlukan waktu penyebaran informasi yang panjang juga membutuhkan biaya yang mahal untuk mencetak itu semua, Dengan media *online* penyuluh pertanian dapat melakukan penyuluhan dengan lebih mudah, murah dan cepat. Penyuluhan saat ini sudah saatnya dibarengi dengan penyuluhan berbasis internet.

Penyuluh pertanian pada era ini 4.0 ini sudah seharusnya tidak gagap pada teknologi berbasis internet dan mampu mengimbangi perkembangan zaman yang ada. Mau tidak mau, suka tidak suka seorang penyuluh pertanian jaman *now* harus bisa menyampaikan informasi dalam bentuk tulisan atau berita ataupun teknik komunikasi lainnya

melalui media teknologi informasi internet. Semakin canggihnya teknologi informasi menjadikan dunia semakin sempit, sehingga apabila kita tidak bisa mengikutinya maka akan tertinggal.

Begitu derasnya informasi teknologi melalui internet atau dunia maya sehingga semua orang dapat mencari dan mendapatkan informasi apapun sesuai yang diinginkannya, dan Kondisi ini harus lah dapat dimanfaatkan oleh penyuluh pertanian yang ada di tempat mereka bekerja, penyuluh pada Era industri 4.0 ini haruslah mempunyai kemampuan mengikuti perkembangan teknologi informasi dan kemampuan mencari sumber informasi dan menggunakannya secara efektif dan kemampuan mentransfer informasi inovasi –inovasi baru terutama sistem agribisnis secara cepat dengan bahasa yang mudah dipahami petani.

Proses Transformasi Pertanian memasuki era industri 4.0 yang saat ini sudah berjalan. Penyuluh Pertanian di era digital harus segera menyesuaikan diri dengan proses transformasi pertanian tersebut. Proses transformasi pertanian tersebut setidaknya harus memperhatikan 4 komponen yang sangat penting dalam proses adopsi teknologi modern. Empat komponen tersebut meliputi “*Teknoware*”, “*Humanware*”, “*Organoware*” dan “*Infoware*”.

1. “*Teknoware*” atau teknologinya sendiri mulai dari software dan hardware. Kementerian pertanian sudah menyiapkan banyak perangkat yang mendukung kinerja penyuluh menghadapi era industri 4.0 seperti SIMLUHTAN (Sistem Manajemen Penyuluh Pertanian), E-RDCK, hingga *cyber extention*.
2. “*Humanware*” atau manusianya baik manusia sebagai pelaku teknologi maupun manusia sebagai penerima teknologi. Penyuluh Pertanian harus mampu mengikuti perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK), memahami dan menguasai TIK, serta modernisasi pertanian. Penyuluh pertanian harus selalu *update* teknologi informasi serta menguasai dan mampu mengoperasionalkan seluruh perangkat sistem yang dipersiapkan oleh Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
3. “*Infoware*” atau informasinya yaitu bagaimana mengemas informasi yang bisa digunakan dan mudah dipahami. Dalam hal ini BPP juga harus mampu melayani kebutuhan informasi petani secara cepat dan tepat waktu sesuai kebutuhan baik dengan *online service/digital service* dan berperan untuk memberikan: 1) edukasi yang cukup

bagi kelembagaan petani agar dapat memajukan sector pertanian di era revolusi industri 4.0. 2) Bimbingan kelembagaan ekonomi petani satu korporasi untuk merancang manajemen usahatani berbasis TIK.

Badan Litbang Pertanian banyak mengembangkan aplikasi teknologi berbasis internet yang tujuannya tentu saja lebih memudahkan petani dan penyuluh dalam mendapatkan berbagai informasi untuk kemajuan pertanian. Dengan Aplikasi yang ada seorang penyuluh dapat dengan mudah mencari informasi yang terkait dengan permasalahan di lapangan.

Sebagai contoh beberapa aplikasi yang dapat digunakan oleh penyuluh adalah sebagai berikut:

1. **Cyber Extension** merupakan inovasi media penyuluhan atau mimbar penyuluhan yang dikembangkan oleh BPPSDM berisi tentang materi dan informasi memperlancar pertanian khususnya untuk membantu dan mempermudah kepada pelaku penyuluhan khususnya penyuluh pertanian baik PNS, Swasta maupun swadaya. Di dalam cyber extension penyuluh dapat melihat tentang Materi Penyuluhan, Materi Spesifik lokalita, Gerbang Daerah, dan kebijakan Penyuluhan. Pengguna dapat melihat aplikasi ini dengan membuka situs <http://cybex.pertanian.go.id>.
2. **Katam** (Kalender Tanam Terpadu) dalam aplikasi Katam terpadu ini penyuluh pertanian dapat memanfaatkan informasi waktu tanam yang tepat sesuai dengan kondisi iklim, dalam Katam dapat diperoleh informasi prediksi musim dan prediksi curah hujan, Informasi waktu tanam dan potensi luas tanam, Informasi wilayah endemik, rawan banjir, kekeringan dan OPT padi, rekomendasi varietas, rekomendasi pemupukan dan rekomendasi alsintan. SI KATAM TERPADU dapat diakses melalui komputer dengan mengakses situs <http://katam.litbang.pertania.go.id>, ataupun Melalui *handphone* dengan mengakses katam Versi Android dapat diunduh melalui Google Playstore, SMS center 08-123-456-400, 082-123-4560500, dan 08-123-565-1111.
3. **LKP** (Layanan Konsultasi Padi Indonesia), Aplikasi berbasis Web ini dikembangkan oleh IRRI (*International Rice Research Institute*) Indonesia dan PUSLITBANGTAN (BB Padi, BPTP), aplikasi ini ditujukan untuk para penyuluh dan teknisi pertanian lainnya untuk membantu petani mengetahui rekomendasi pengelolaan sawahnya

baik irigasi maupun tadah hujan secara spesifik lokasi berbasis teknologi informasi. Situs ini dapat diakses melalui <http://webapps.irri.org/id/lkp>.

4. **MyAgri** (Sistem informasi Budi daya Tanaman Sayuran Berbasis Android). Balai Penelitian Sayuran (BALITSA) dan Wageningen University & Research the Netherland mengembangkan perangkat lunak yang dirancang untuk pengguna telepon pintar atau tablet berbasis android dengan cara mengunduhnya di Playstore. Dalam aplikasi ini dapat diperoleh informasi mengenai Varietas sayuran, OPT tanaman sayuran, Cara praktis budi daya tanaman sayuran, Alat Bantu Pupuk untuk menghitung kebutuhan pupuk tanaman sayuran berdasarkan luas lahan dan Cara kerja pestisida dan Pengelolaan pestisida yaitu informasi mengenai teknik penyemprotan pestisida pada beberapa komoditas tanaman sayuran dalam aplikasi ini juga dilengkapi tanya pakar, hasil penelitian, info harga sayuran, Pasca panen dan info cuaca.
5. **Takesi** (Teknologi Android Kesehatan Sapi), Takesi adalah aplikasi kesehatan sapi yang dikembangkan oleh BALIBANGTAN melalui unit kerjanya Balai Besar Penelitian Veteriner (BBLIVET), dalam aplikasi ini akan didapat informasi mengenai penyakit dan gangguan reproduksi pada sapi indukan, Penyakit dan gangguan pada anak sapi, Manajemen kesehatan sapi dan kontak ahli.
6. **Pakar Kopi** dikembangkan oleh BALITRI, berisi tentang tanya jawab tentang permasalahan kopi, di dalamnya kita akan mendapatkan informasi mengenai budi daya kopi, Konsul kopi dan Konsul hama. Untuk memperoleh pakar kopi ini harus mengunduhnya melalui android di Playstore.
7. **Teknologi *podcast*, dan Youtube** di mana penyuluh dapat menyampaikan informasi melalui audio dan video seperti *podcast*, blog, Youtube dan lainnya.

Masih banyak sekali aplikasi di internet terutama yang dikembangkan oleh Balitbangtan Kementerian Pertanian yang sangat bermanfaat bagi penyuluh untuk memudahkan dalam menyampaikan materi penyuluhan kepada petani. Selain itu juga ada portal berita agribisnis yang dikelola oleh perusahaan-perusahaan swasta. Di antaranya adalah tabloidsinartani.com. Dalam portal berita tersebut dapat diperoleh informasi teknologi dan informasi kebijakan terbaru, penyuluhan, komoditas, suksesoris petani,

perdagangan, karantina, *family & lifestyle*, video dan lain-lain yang di-*update* setiap hari. Portal tabloidsinartani.com selain bisa diakses langsung melalui laman internet di *handphone* juga bisa di-*download* di *Playstore*.

Penyuluh pertanian diharapkan ke depannya menjadi sosok yang andal, profesional dan berpikiran terbuka. Dengan Penyuluh pertanian yang andal dapat mendorong terjadinya proses pembelajaran dalam mencerdaskan kehidupan petani.

Dalam upaya meningkatkan dan menyiapkan penyuluh yang siap menghadapi tantangan di era 4.0 perlu upaya yang dilakukan pemerintah melalui sistem penyuluhan yang berbasis digital, yaitu dengan:

1. Peningkatan Kapasitas Penyuluh

Penyuluh sebagai fasilitator dalam pemberdayaan petani tentu harus memiliki kapasitas yang mumpuni dalam pengelolaan penyuluhan pertanian berbasis teknologi digital pertanian. Penyuluh yang ada sekarang ini perlu bertransformasi dalam membangun sistem penyuluhan berbasis teknologi digital. Diyakini banyak penyuluh pertanian masih terbatas kemampuan kapasitasnya dalam aplikasi teknologi dan informasi. Oleh karena itu, pelatihan peningkatan kapasitas penyuluh dalam penggunaan media penyuluhan berbasis digital tersebut harus dilakukan. Penyuluhan dalam Revolusi 4.0 menuntut kapasitas penyuluh dalam memfasilitasi dan menyediakan segala kebutuhan petani melalui akses internet. Penyuluh didorong untuk menyediakan data dan informasi sehingga petani dapat mengaksesnya melalui internet.

2. Penyuluhan Berbasis Sentra Pertanian Rakyat dan kearifan lokal

Sebagian besar petani di Indonesia adalah petani gurem. Petani gurem adalah petani yang hanya memiliki luas lahan kurang lebih 0,5 hektare. Dengan demikian, penerapan pertanian berbasis teknologi digital diakui tidak akan mudah diterapkan pada kondisi petani tersebut. Masalah ini menyangkut biaya dan penyelenggara teknologi pertanian berbasis internet relatif mahal. Pada hal jumlah petani yang begitu besar tersebut adalah tulang punggung pangan nasional. Oleh karena itu, lembaga penyuluhan perlu mendorong petani untuk bertani dengan sistem komunal. Pertanian sistem komunal di prediksi akan lebih efisien dalam mengadopsi pertanian berbasis digital tersebut serta mampu meningkatkan kesejahteraan petani. Dengan penerapan sistem komunal akan mempermudah

bahkan menghemat penyuluhan dalam mendorong kemampuan petani dalam berinvestasi dan modernisasi teknologi dalam kegiatan usaha pertaniannya.

3. Penyuluhan Berbasis Internet

Lembaga penyuluhan sebagai penyedia informasi pertanian perlu memberikan sosialisasi berupa pelatihan serta menyosialisasikan kemudahan dan keuntungan mengakses informasi melalui internet kepada petani. Rendahnya pemahaman dan kesadaran petani akan potensi teknologi informasi pertanian akan menghambat pembangunan pertanian berbasis digital. Penyuluhan berbasis internet secara positif akan mempercepat interaksi komunikasi antara penyuluh dengan petani yang mampu menjangkau wilayah yang lebih luas sekaligus mengurangi masalah keterbatasan rasio jumlah penyuluh dengan wilayah binaan yang belum sebanding hingga saat ini. Dalam konteks dan situasi penyuluhan pertanian di Indonesia sistem penyuluhan berbasis internet ini memiliki peluang yang cukup besar dikembangkan. Kondisi geografis wilayah yang terdiri dari pulau-pulau menjadikan alasan perlu pembangunan sistem jaringan informasi penyuluhan pertanian berbasis internet.

4. Peningkatan Infrastruktur dan Modernisasi Cyber Extension

Cyber Extension merupakan salah satu mekanisme pengembangan jaringan komunikasi inovasi pertanian yang terprogram secara efektif untuk mempertemukan lembaga penelitian, pengembangan, dan pengkajian dengan penyuluh, pendidik, petani, dan *stakeholders* lainnya yang masing-masing memiliki kebutuhan informasi berbeda sehingga dapat berperan secara sinergis dan saling melengkapi. Cyber Extension sebagai jaringan komunikasi penyuluhan mempunyai 5 komponen sistem yaitu personil, perangkat keras, perangkat lunak, data, dan prosedur. Oleh karena itu, peningkatan infrastruktur penunjang Cyber Extension harus dilakukan senantiasa sesuai dengan kondisi dan kebutuhan.

Kesimpulan dan Rekomendasi Saran

Kondisi penyuluhan pertanian adalah semakin berkurangnya jumlah penyuluh pertanian, semakin berkurangnya petani muda, masih sedikitnya petani yang mempunyai perangkat teknologi informasi dan komunikasi serta masih kecilnya akses petani pada teknologi digital.

Oleh karena itu upaya yang perlu dilakukan untuk menuju digitalisasi penyuluhan pertanian melalui:

1. Peningkatan kapasitas kelembagaan penyuluhan pertanian.
2. Peningkatan jumlah, kapabilitas, kapasitas dan kompetensi penyuluh pertanian dalam digitalisasi penyuluhan.
3. peningkatan kapasitas petani, kelembagaan petani (kelompok tani dan gapoktan), dan kelembagaan ekonomi petani terhadap teknologi informasi.
4. Peningkatan kemandirian dan akses petani terhadap media masa dan teknologi informasi dan komunikasi.
5. Peningkatan peran pemuda sebagai petani milenial yang adaptif, kreatif dan inovatif terhadap transformasi digital.
6. Membuat mekanisme dan sistem yang memungkinkan proses transformasi digital dari penyuluh pertanian kepada pengurus poktan/gapoktan dan petani dapat berlangsung dengan baik.
7. Dukungan kebijakan dan undang-undang yang melindungi petani
8. Peningkatan dukungan sarana prasarana dan pembiayaan penyuluhan pertanian

Daftar Pustaka

- Anonim, 2020, Transformasi Penyuluh Pertanian pada Era Industri 4.0 <https://www.tabloid.sinartani.com>, tanggal 2 Oktober 2019.
- Anonim, 2020, Di Era 4.0 Penyuluh Pertanian Wajib Tingkatkan Kemampuan IT, <https://www.pertanian.go.id>
- Anonim, 2020, Komando Strategis Pembangunan Pertanian, Cyber Extension Kementerian Pertanian RI
- Permana, D Pending 2021, Peningkatan Kapasitas Penyuluh Aspek Strategis Dalam Penyelenggaraan Penyuluhan Pertanian, MSPP 30 April 2021.
- Rusmono, Momon, 2021. Transformasi System Penyuluhan Pertanian Era TIK, Pusat Pendidikan dan Pelatihan Kementerian Pertanian RI.
- <https://www.kompasiana.com/tinikoeno2812/60f9aac915251021d9621df2/transformasi-digitasi-alat-bantu-penyuluhan-pertanian-guna-mengakselerasi-kinerja-konstratani>
- Prosiding Seminar Teknologi dan Agribisnis Peternakan VIII-Webinar: "Peluang dan Tantangan Pengembangan Peternakan Terkini untuk

Pembangunan Pertanian dan Peternakan Berkelanjutan

Mewujudkan Kedaulatan Pangan” Fakultas Peternakan Universitas
Jenderal Soedirman, 24-25 Mei 2021, ISBN: 978-602-52203-3-3

UTILITAS *PODCAST*: TRANSFORMASI MEDIA PENYULUHAN PERTANIAN DI ERA DIGITALISASI

Gisky Andria Putra
Jurusan/Program Studi Agribisnis

Pendahuluan

Kemajuan teknologi informasi dan komunikasi, telah berdampak kepada berbagai aktivitas sosial dalam kehidupan masyarakat. Terlebih dengan kemunculan Pandemi Covid-19, menyebabkan aktivitas sosial secara fisik menjadi terbatas dan menuntut kita untuk memanfaatkan Teknologi Informasi dan Komunikasi guna mencukupi kebutuhan aktivitas sosial manusia tersebut (*social needs*). Berbagai media baru pun turut hadir, dan mendorong kita untuk dapat memanfaatkannya. Mondry dalam Zellatifanny, mengungkapkan bahwa media baru adalah media yang dalam penggunaannya memanfaatkan internet (Zellatifanny, 2020).

Kemunculan *podcast* sebagai salah satu media baru, cukup menarik atensi berbagai kalangan masyarakat. Phillips dalam Susilowati, mengungkapkan bahwa *Podcast* atau *iPod Broadcast*, merupakan dokumen audio digital yang diproduksi dan didistribusikan secara *online* melalui berbagai platform untuk disebarakan ke publik. Dokumen audio tersebut ada dalam format digital, sehingga bisa diakses secara langsung (Susilowati, 2020). *Podcast* yang awal kemunculannya dalam bentuk audio, saat ini telah bertransformasi dalam bentuk audio visual.

Di Indonesia, keberadaan *podcast* sudah cukup dikenal oleh masyarakat. Hal ini terbukti dari hasil survei *Daily Social* bersama JakPat tentang "*Podcast User Research in Indonesia 2018*" yang menunjukkan bahwa 68% responden Indonesia mengaku familiar dengan *podcast* dan 81% diantaranya mendengarkan *podcast* dalam beberapa bulan terakhir

(Eka, 2018). Angka ini diperkirakan akan terus melonjak naik, seiring dengan kebutuhan masyarakat akan pemenuhan informasi. Kebangkitan *podcast* tidak lepas dari perubahan gaya hidup masyarakat yang semakin dinamis dan mengedepankan fleksibilitas.

Baru-baru ini Kementerian Pertanian (Kementan) tengah berupaya memaksimalkan *podcast* untuk mendorong transformasi metode penyuluhan dari *offline* ke *online*. Senada dengan hal tersebut, Kepala Badan Penyuluhan dan Pengembangan SDM Pertanian (BPPSDMP), juga mengajak penyuluh untuk segera mentransformasikan penggunaan metode penyuluhan LaKu (Latihan dan Kunjungan) yang selama ini dipakai, direvisi dengan menggabungkan pakai teknologi informasi, sehingga dapat menjangkau banyak kelompok tani maupun gapoktan dalam memberikan penyuluhan. Kemajuan pertanian memang semestinya harus didukung dengan semangat inovasi tinggi, melakukan cara-cara baru sebagai ciri yang maju, mandiri, dan modern (Shofa, 2022).

Utilitas *podcast* sebagai media baru, tidak bisa dikesampingkan khususnya dalam aktivitas penyuluhan pertanian. Hal ini merupakan langkah baru guna tercapainya tujuan pembangunan pertanian dengan mendorong petani membuka diri terhadap suatu inovasi. Ketersediaan akses internet serta media pendukung yang relevan memungkinkan petani ataupun Gapoktan untuk dapat mengakses informasi melalui media *podcast*.

Penyuluhan Pertanian

Pada fase awal kemunculannya, kegiatan penyuluhan pertama kali dilaksanakan di Inggris oleh *James Stuart* dari *Fellow of Trinity College, Cambridge* pada tahun 1867-1868. Secara sederhana, penyuluhan merupakan suatu bentuk pendidikan masyarakat yang dilakukan untuk menunjang pembangunan masyarakat atau *Community Development*. Di Indonesia sendiri, tahun 1905 ditunjuk sebagai awal kegiatan penyuluhan pertanian, bersamaan dengan dibukanya Departemen Pertanian yang mana memiliki tugas melaksanakan kegiatan penyuluhan pertanian. Pada dasawarsa 60-an, Penyuluhan menjadi suatu disiplin ilmu yang diperkenalkan melalui SPMA (Sekolah Pertanian Menengah Atas) (Mardikanto, 2009).

Istilah penyuluhan berbeda di setiap Negara, seperti di Belanda disebut dengan *voorlichting*, di Jerman dikenal dengan *advisory work*

(*beratung*), di Perancis disebut dengan *vulgarization*, di Jerman disebut dengan *capacitation* dan di Malaysia dikenal dengan istilah perkembangan sebagai terjemahan dari *extension*. Di Indonesia sendiri istilah penyuluhan di adopsi dari bahasa Belanda, yaitu *voorlichting* yang berarti penyuluhan. Penyuluhan dapat diartikan dengan berbagai pemahaman:

1. Penyuluhan sebagai proses penyebarluasan informasi
Proses penyebarluasan informasi merupakan terjemahan dari kata *extension*. Dalam hal ini, penyebarluasan informasi tentang ilmu pengetahuan, teknologi dan seni yang dihasilkan oleh perguruan tinggi ke dalam praktik atau kegiatan praktis.
2. Penyuluhan sebagai proses penerangan
Sebagai terjemahan dari kata *voorlichting* yang berarti suluh atau obor, maka penyuluhan merupakan suatu bentuk kegiatan penerangan. Maksud dari kata penerangan adalah memberikan penerangan dan juga menjelaskan segala informasi yang ingin disampaikan kepada kelompok sasaran yang akan menerima manfaat dari penyuluhan, sehingga kelompok sasaran benar-benar dapat memahaminya.
3. Penyuluhan sebagai proses perubahan perilaku
Penyuluhan merupakan proses aktif yang memerlukan interaksi antara penyuluh dan kelompok sasaran, agar terbangun proses perubahan perilaku yang merupakan perwujudan dari pengetahuan, sikap dan keterampilan. Dengan kata lain, penyuluhan merupakan proses yang dilakukan secara terus menerus sehingga terjadi perubahan perilaku pada kelompok sasaran.
4. Penyuluhan sebagai proses belajar
Penyuluhan merupakan kegiatan penyebarluasan informasi yang dapat merangsang terjadinya proses perubahan perilaku yang dilakukan melalui proses pendidikan dan kegiatan belajar. Dengan kata lain, perubahan perilaku dapat terjadi melalui proses belajar.
5. Penyuluhan sebagai proses perubahan sosial
Perubahan sosial terjadi dengan diawali oleh perubahan perilaku yang terjadi pada diri individu di dalam suatu kelompok sosial, melalui hubungan antar individu di dalam kelompok sosial, termasuk struktur, nilai-nilai, dan pranata sosialnya (demokratisasi, transparansi, supremasi hukum, dan lainnya).

6. Penyuluhan sebagai proses rekayasa sosial
Penyuluhan merupakan segala upaya yang dilakukan untuk menyiapkan sumber daya manusia, agar manusia tersebut tahu, mau dan mampu melaksanakan peran sesuai dengan tugas pokok dan fungsinya dalam sebuah sistem sosial. Tujuan dari rekayasa sosial adalah untuk mewujudkan proses perubahan sosial demi terciptanya kondisi sosial yang diinginkan oleh perekayasa.
7. Penyuluhan sebagai proses pemasaran sosial
Maksud dari pemasaran sosial adalah penerapan konsep atau teori-teori pemasaran dalam proses perubahan sosial. Proses pemasaran sosial dimaksudkan untuk menawarkan sesuatu kepada masyarakat. Pengertian dari menawarkan di sini adalah upaya menumbuhkan, menggerakkan serta mengembangkan partisipasi masyarakat dalam kegiatan pembangunan yang ditawarkan, dan akan dilakukan oleh masyarakat untuk masyarakat bersangkutan.
8. Penyuluhan sebagai proses pemberdayaan masyarakat
Kegiatan penyuluhan bertujuan untuk memberdayakan masyarakat. Memberdayakan berarti memberikan daya kepada yang tidak berdaya atau mengembangkan daya yang sudah dimiliki menjadi sesuatu yang lebih bermanfaat bagi masyarakat bersangkutan.
9. Penyuluhan sebagai proses penguatan kapasitas
Penguatan kapasitas berarti penguatan kemampuan yang dimiliki oleh setiap individu di dalam masyarakat, kelembagaan, dan lainnya.
10. Penyuluhan sebagai proses komunikasi pembangunan
Penyuluhan tidak sekadar upaya untuk menyampaikan pesan-pesan pembangunan, tetapi juga untuk menumbuhkembangkan partisipasi masyarakat dalam pembangunan (Mardikanto, 2009).

Van Den Ban dan H.S Hawkins (1988) dalam Amanah, menyatakan bahwa penyuluhan adalah keterlibatan seseorang untuk melakukan komunikasi informasi secara sadar dengan tujuan membantu sesamanya sehingga mereka bisa membuat keputusan sendiri (Amanah, 2014). Penyuluhan merupakan bagian dari sub-sistem Agribisnis, yaitu sub-sistem penyedia jasa agribisnis (*services for agribusiness*) seperti perkreditan, transportasi dan pergudangan, Litbang, Pendidikan SDM (Penyuluhan), dan kebijakan ekonomi (Saragih, 1998). Penyuluhan dapat pula dimaknai sebagai suatu kegiatan pemberdayaan masyarakat yang dilakukan melalui aktivitas pembelajaran dengan tujuan mengubah perilaku (pengetahuan,

sikap, dan keterampilan) mereka sehingga nantinya mereka dapat berpartisipasi dalam pembangunan.

Teori Uses & Gratification

Teori *uses and gratification* diperkenalkan oleh Herbert Blumer dan Elihu Katz pada tahun 1974 dalam bukunya *The Uses on Mass Communication: Current Perspectives on Gratification Research*. Teori ini mengatakan bahwa pengguna media memainkan peran aktif untuk memilih dan menggunakan suatu media. Pengguna media berusaha untuk mencari sumber media yang paling baik di dalam usaha untuk memenuhi kebutuhannya. Artinya, teori *uses and gratification* mengasumsikan bahwa pengguna mempunyai pilihan alternatif untuk memuaskan kebutuhan (Nurudin, 2006).

Inti gagasan dari Teori *uses and gratification* adalah pemilihan media pada khalayak berdasarkan kepuasan, keinginan, kebutuhan, atau motif. Teori ini menganggap bahwa khalayak aktif dan selektif dalam memilih media, sehingga menimbulkan motif-motif dalam menggunakan media dan kepuasan terhadap motif-motif tersebut. Pemilihan media yang dilakukan oleh audiens merupakan salah satu cara pemenuhan kebutuhan dalam menerima informasi.

Mcquail dan rekannya mengemukakan empat alasan mengapa audiens menggunakan media, yaitu:

1. Pengalihan (*diversion*), yaitu melarikan diri dari rutinitas atau aktivitas sehari-hari.
2. Hubungan personal, terjadi ketika orang menggunakan media sebagai pengganti teman.
3. Identitas personal, sebagai cara memperkuat nilai-nilai individu.
4. Pengawasan (*surveillance*), yaitu informasi mengenai bagaimana media membantu individu mencapai sesuatu (West Richard dan Lynn H. Turner, 2008).

Petani merupakan sasaran dari kegiatan penyuluhan, di mana mereka memainkan peran sebagai pengguna media dan dapat mengakses informasi sesuai dengan kebutuhan mereka. Teori *uses and gratification* hadir untuk menjawab hal ini serta memberikan gambaran bagaimana petani menggunakan media secara aktif dan selektif dalam memilih konten media khususnya *podcast*. Alasan Pengawasan (*surveillance*) menjadi sorotan yang memotivasi petani menggunakan media untuk mencapai

kepuasan, keinginan, kebutuhan akan informasi yang relevan dengan permasalahan yang mereka hadapi dalam konteks pertanian.

Utilitas *Podcast* sebagai Media Penyuluhan Pertanian

Kehadiran *podcast* di Indonesia berkembang dengan cukup pesat. Titik awal *podcast* masuk ke Indonesia dimulai pada tahun 2018, dengan kemunculan kanal *podcast* di aplikasi Spotify (Dalila & Enungtyas, 2020). Lisa Glebatis Perks dan Jacob S. Turner, Pada tahun 2019 melakukan penelitian terkait *podcast* dengan judul "*Podcasting and Productivity: A Qualitative Uses and Gratifications Study*" dengan menggunakan teori *uses and gratifications*. Penelitian tersebut mengungkapkan bahwa *podcast* menawarkan konten menarik bagi *viewers*, memungkinkan *viewers* untuk menjadi produktif serta memperluas pikiran. Kenikmatan lainnya terdapat pada jalinan hubungan antara *host* dan pendengar lainnya (Perks, 2019).

Utilitas *podcast* sebagai media baru saat ini sudah banyak diimplementasikan di berbagai kegiatan, tidak hanya di bidang hiburan, namun juga merambat ke bidang pendidikan, bahkan penyuluhan. Dalam bidang Penyuluhan, eksistensi media baru ini dianggap cukup potensial dan efektif di Era Digitalisasi. Banyak faktor yang dapat mendukung hipotesis ini, diantaranya adalah:

1. Semakin meningkatnya *viewers podcast* yang tersedia di berbagai platform baik itu Youtube, Spotify, Anchor, dan lain-lain.
2. Akses terhadap *podcast* saat ini juga terbilang sangat mudah, karena dapat diakses dari beragam platform.

Di samping itu, keunggulan dari utilitas *podcast* ini sebagai media penyuluhan pertanian adalah siaran *Podcast* dapat diunduh, *repeatable* (dimungkinkan untuk mengulang siaran/tayangan), serta fleksibel dan bisa didengarkan di mana saja. Jika dihubungkan dengan teori *uses and gratifications* dan penyuluhan pertanian, *podcast* memungkinkan petani untuk aktif dan selektif dalam memilih/menggunakan konten *podcast* yang diminati dan sesuai dengan kebutuhannya demi tercapainya kepuasan dalam pemenuhan informasi. Hal ini dikarenakan oleh *podcast* memiliki banyak pilihan.

Sudah semestinya transformasi media penyuluhan pertanian diarahkan salah satunya kepada utilitas *podcast*. Kemandirian petani dalam memperoleh informasi maupun inovasi dimungkinkan dapat tercapai melalui hal ini. Namun, perlu ingat bahwa pendekatan lainnya juga masih

tetap dibutuhkan, yaitu melalui pendekatan Langsung dan Kunjungan (LaKu). Sinergitas antara keduanya diharapkan dapat menjadi titik terang dalam menjawab isu-isu kontemporer bidang pertanian, akselerasi tujuan pembangunan pertanian.

Hal yang masih menjadi pekerjaan rumah (PR) bagi pemerintah saat ini adalah pemerataan akses internet di Indonesia. Berdasarkan Data resmi statistik yang dirilis oleh BPS, nilai Indeks Pembangunan Teknologi Informasi dan Komunikasi (IP-TIK) Indonesia tahun 2019 sebesar 5,32 dari rentang 0-10, nilai tersebut meningkat jika dibandingkan tahun 2018 yang sebesar 5,07. Secara umum, IP-TIK pada tingkat provinsi mengalami peningkatan dari tahun 2018 ke tahun 2019. Pada tahun 2019 DKI Jakarta memiliki IP-TIK tertinggi dengan nilai sebesar 7,31, sedangkan Papua memiliki IP-TIK terendah dengan nilai sebesar 3,33. Selanjutnya dari 34 provinsi di Indonesia, sebanyak 21 provinsi memiliki nilai IP-TIK di bawah nilai IP-TIK secara nasional dan 12 provinsi termasuk dalam kategori rendah (Setyawan, 2021). Namun saat ini Kemenkominfo terus berupaya melakukan upaya-upaya mempercepat pemerataan akses internet di seluruh wilayah Indonesia yang nantinya juga diharapkan dapat menjadi modal utama dan perbaikan fondasi pembangunan bagi negara untuk peningkatan di sektor ekonomi, pendidikan, kesehatan, pariwisata, penyuluhan pertanian dan sektor lainnya. Dengan adanya pemerataan akses internet di Indonesia, diharapkan akan mampu mendorong semakin banyaknya petani-petani yang melek teknologi serta mau dan mampu menggunakan media baru *podcast* guna memenuhi kebutuhan dan kepuasan mereka terhadap informasi dan inovasi.

Daftar Pustaka

- Amanah, Siti dan Narni Farmayanti. 2014. Pemberdayaan Sosial Petani-Nelayan, Keunikan Agroekosistem dan Daya Saing. Jakarta: Pustaka Obor Indonesia.
- Dalila, Nadana dan Niken Febrina Ernungtyas. 2020. Strategi Storytelling, Spreadability, dan Monetization Podcast sebagai Media Baru Komedi. *Jurkom: Jurnal Riset Komunikasi*, 3(2), 1140-160.
- Eka, R. 2018. DailySocial. Diperoleh dari DailySocial: <https://dailysocial.id/post/laporan-dailysocial-penggunaan-layanan-podcast-2018>.
- Mardikanto, Totok. 2009. Sistem Penyuluhan Pertanian. Surakarta, Jawa Tengah: UNS Press.

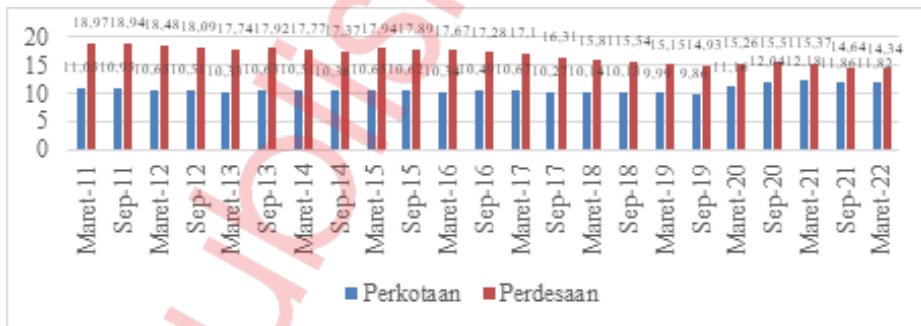
- Nurudin. 2006. Pengantar Komunikasi Massa, Jakarta: PT Rajagrafindo Persada.
- Perks, L. G. 2019. *Podcasts and Productivity: A Qualitative Uses and Gratifications Study*. *Mass Communication and Society*, 96-116.
- Setyawan, F. T. 2021. Direktorat Jenderal Anggaran Kementerian Keuangan. Retrieved from Pemerataan Akses Internet Dengan Infrastruktur TIK: <https://anggaran.kemenkeu.go.id/in/post/pemerataan-akses-internet-dengan-infrastruktur-tik>
- Shofa, J. N. 2022. beritasatu. Diperoleh dari beritasatu: <https://www.beritasatu.com/news/897383/kementan-maksimalkan-podcast-untuk-transformasi-metode-penyuluhan>.
- Saragih, Bungaran. 1998. Kumpulan Pemikiran Agribisnis: Paradigma Baru. Pembangunan Ekonomi Berbasis Pertanian. Yayasan Persada Mulia Indonesia.
- Susilowati, Ratna Dwi, Utama, dan Nuqhty Faiziyah. 2020. Penerapan Podcast pada Aplikasi Spotify sebagai Media Pembelajaran Matematika di Tengah Pandemi Covid-19. *Jurnal Riset Pendidikan dan Inovasi Pembelajaran Matematika*, 4(1), 68-78.
- West, Richard, Lynn H. Turner. 2008. Pengantar Teori Komunikasi Analisis dan Aplikasi Edisi 3. Jakarta: Salemba Humanika.
- Zellatifanny, Cut Medika. 2020. Tren Diseminasi Konten Audio on Demand melalui Podcast: Sebuah Peluang dan Tantangan di Indonesia. *Jurnal Pekommas*.

KEMANDIRIAN PETANI: POSISI TAWAR PETANI DAN INTERVENSI KEBIJAKAN

Mariyah, Rita Mariati, dan Syarifah Aida
Jurusan/Program Studi Agribisnis

Pendahuluan

Pangan, pertanian, dan kemiskinan menjadi isu yang sangat menarik dan menimbulkan konflik dalam kehidupan dan perekonomian. Pangan menjadi kebutuhan dasar (*basic needs*) yang diperlukan manusia untuk dapat melakukan aktivitas baik dari kegiatan produksi, konsumsi, maupun sebagai penyuplai tenaga kerja. Pangan ini disuplai dari sektor pertanian yang mampu menghasilkan bahan mentah maupun olahan dan produk turunan lain yang dapat dikonsumsi dan dimanfaatkan untuk berbagai keperluan.

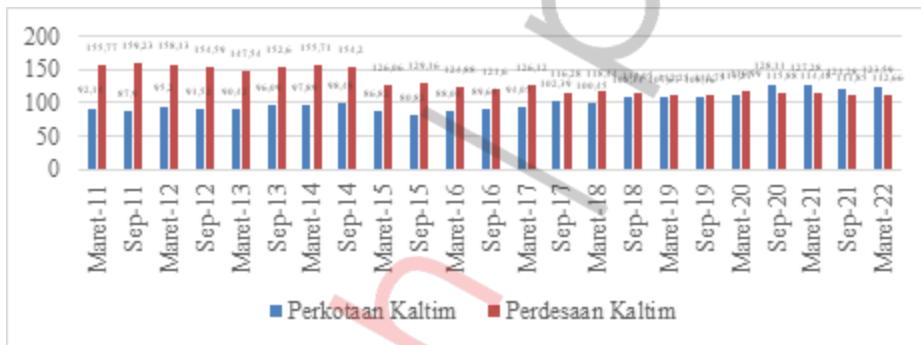


Gambar 1. Perkembangan Jumlah Penduduk Miskin di Indonesia Berdasarkan Perdesaan dan Perkotaan

Pertanian yang identik berada di wilayah perdesaan terdapat jumlah penduduk miskin lebih tinggi dibandingkan di wilayah perkotaan berdasarkan data Badan Pusat Statistik periode 2011-2022. Jumlah

penduduk miskin di Kalimantan Timur pun demikian kondisinya lebih banyak di perdesaan sebelum terjadinya pandemi Covid-19.

Lingkaran setan kemiskinan (*Vicious circle poverty*) yang tercipta dapat ditelaah dan dikurangi dari sisi penawaran dan permintaan. Petani bertindak sebagai produsen dan konsumen. Petani sebagai penyuplai tenaga kerja dan produsen dalam usahatani diharapkan mampu memberikan produktivitas tinggi sehingga imbal jasa menjadi tinggi dan memberikan pendapatan yang bisa memenuhi kebutuhan rumah tangga dan sisanya bisa ditabung maupun diinvestasikan kembali. Hal ini dapat terwujud jika petani memperoleh harga yang sesuai untuk output yang mereka hasilkan. Petani sebagai konsumen membutuhkan barang konsumsi yang dapat peroleh dari pendapatan yang mereka miliki.



Gambar 2. Perkembangan Jumlah Penduduk Miskin di Kalimantan Timur Berdasarkan Perdesaan dan Perkotaan

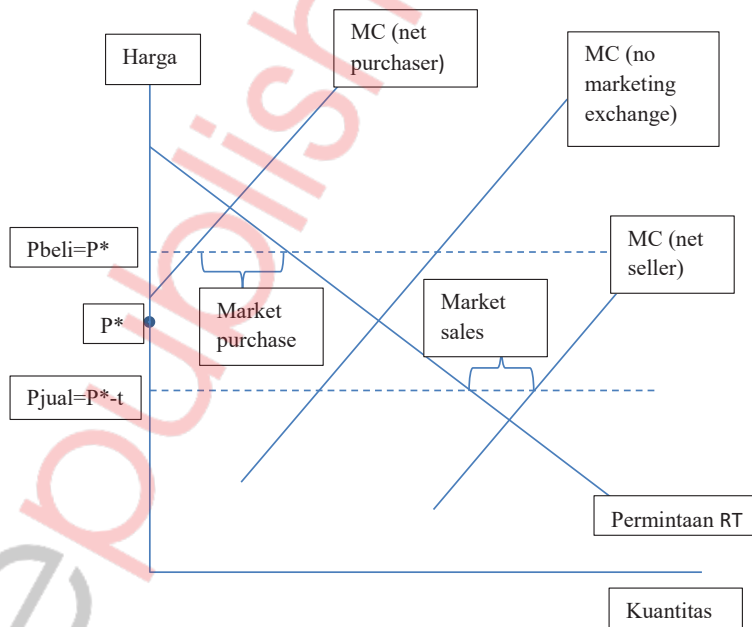
Peran pertanian terhadap pangan dan kemiskinan berdasarkan studi empiris menunjukkan kontribusi positif dan negatif yang dapat dinilai dari berbagai aspek. Pertanian menjadi lapangan usaha yang mampu menyerap tenaga kerja dan memberi kontribusi penerimaan dari output yang dihasilkan. Mariyah dan Nugroho (2022) dengan data 2011-2020 di Provinsi Kalimantan Timur menunjukkan sektor pertanian mampu menyerap 23,82% dari jumlah penduduk usia bekerja. Namun, peningkatan pangsa sektor pertanian justru memperlebar distribusi pendapatan (*Income distribution*) dan menyebabkan peningkatan penduduk miskin di perdesaan. Penelitian Arham (2020) dengan menggunakan data panel 33 provinsi periode 2014-2017 menunjukkan sector pertanian berkontribusi 13,92% terhadap perekonomian, namun *marginal productivity of Labor*

(MP_p) dan nilai tambah (*value added*) sektor pertanian masih rendah, harga output masih rendah dan berfluktuasi, serta kepemilikan lahan (*landowners*) yang sempit dan terbatas menyebabkan kesenjangan distribusi pendapatan.

Posisi Tawar Petani

Harga yang diterima petani menjadi salah satu faktor kunci untuk meningkatkan pendapatan petani. Harga output ini merupakan fungsi dari penawaran dan permintaan. Kondisi keseimbangan harga (*price equilibrium*) terjadi pada titik perpotongan permintaan dan penawaran. Ketika terjadi kenaikan harga akibat permintaan naik, maka penawaran akan menyesuaikan sehingga harga kembali ke titik keseimbangan dan sebaliknya. Namun, pembentukan harga output produk pertanian cenderung penuh dengan risiko dan ketidakpastian sehingga terjadi volatilitas harga.

Perolehan harga output yang adil akan dapat dicapai jika petani berpartisipasi pada pasar. Partisipasi petani terhadap pasar akan ditentukan oleh besarnya biaya transaksi dan faktor-faktor lain yang berpengaruh (seperti jarak dengan pasar, alat angkut, risiko harga, dsb).



Gambar 3. Perilaku Petani dalam Partisipasi terhadap Pasar

Besarnya biaya akan menentukan apakah rumah tangga bertindak sebagai *net seller* atau *net buyer*. Jika tambahan biaya transaksi berpotongan di atas permintaan RT dengan *price band* maka petani bertindak sebagai *net buyer* (rumah tangga bertindak sebagai konsumen atau keputusan konsumsi), jika tambahan biaya transaksi berpotongan di bawah permintaan RT dengan *price band* maka petani bertindak sebagai *net seller* (rumah tangga bertindak sebagai produsen atau keputusan produksi), dan jika tambahan biaya transaksi berpotongan permintaan RT berada diantara *price band* maka petani tidak berpartisipasi dalam pasar. Penjelasan tersebut dapat diilustrasikan pada Gambar 1.

Pasar produk pertanian menurut Sexton (2012) jauh dari kata persaingan sempurna, sehingga peningkatan integrasi vertikal (*vertical integration*) pada pasar pertanian masih sangat diperlukan. Vertikal integrasi dapat mereduksi perilaku *rent-seeking* dan mereduksi biaya transaksi (*transaction cost*). Menurut Grega (2003) integrasi vertikal dalam pertanian dan sektor pangan merupakan satu faktor yang mempengaruhi struktur pasar dan persaingan. Motif dalam melakukan integrasi vertikal adalah motif efisiensi (didasarkan pada upaya meminimisasi biaya produksi atau biaya transaksi) dan motif kekuatan pasar (*market power*). Biaya transaksi akan meningkat disebabkan beberapa faktor, antara lain: permintaan konsumen terhadap kualitas produk dan berbagai pilihan yang lain, teknologi baru, dan peraturan perlindungan konsumen (Hobbs, et al., 2001). Integrasi vertikal diklasifikasikan menjadi tiga yaitu:

1. *Backward Vertical Integration* berarti suatu perusahaan mencoba untuk menghasilkan beberapa masukan atau tawar-menawar dengan pemasok masukan lain untuk mendapatkan harga yang cocok untuk digunakan dalam proses produksi mereka secara keseluruhan.
2. *Forward Vertical Integration* terjadi ketika perusahaan mencoba untuk mengontrol distribusi produk mereka untuk grosir, pengecer, atau konsumen.
3. *Balanced Vertical integration* akan terjadi setiap kali perusahaan mencoba untuk mengontrol kedua pasokan input dan distribusi output dengan operasi mereka sendiri.

Petani memiliki karakteristik dan perspektif yang berbeda dalam integrasi pasar. Perspektif ini membawa petani memiliki keputusan yang berbeda dalam produksi dan manajemennya.

1. Petani dengan tujuan keamanan pangan
Petani mengembangkan berbagai strategi untuk mengamankan pangan dan mengurangi risiko pemasaran. Mereka mengandalkan diversifikasi produksi dan/atau diversifikasi pendapatan pertanian melalui kegiatan *off-farm*. Petani dengan karakteristik ini terutama memproduksi tanaman pangan yang stabil untuk konsumsi sementara mengomersialkan hanya sebagian dari surplus mereka. Petani memiliki sumber daya berupa lahan, tenaga kerja, dan modal untuk menentukan kapasitas memproduksi, untuk mendapatkan penghasilan, dan untuk mengatasi risiko (Estelle *et al.*, 2004).
2. Petani dengan produksi dan manajemen perdagangan untuk mempengaruhi harga
Para petani menawarkan produk menarik ke pasar untuk mendapatkan harga yang wajar dari pedagang. Mereka mencoba untuk mengembangkan kemampuan mereka sendiri seperti teknik pengembangan, pengaturan kualitas standar, memberikan produk dalam waktu, dan negosiasi harga, dll. Petani memiliki konsep bisnis yang baik karena mereka mencoba untuk membuat produk mereka menarik bagi mitra bisnis sehingga pembeli dapat bersedia membayar produk mereka pada harga yang lebih baik, merespons permintaan, dan berinvestasi di dalamnya.
3. Petani dengan produksi dan manajemen pengolahan untuk mempengaruhi pasar
Menjual bahan baku atau produk ke pedagang bukan tujuan petani dalam kelompok ini. Petani terintegrasi banyak kegiatan di produk tertentu seperti perbaikan produksi, produk pengolahan, dan produk perdagangan. Mereka mencoba untuk mempengaruhi pasar melalui produk olahan. Mereka percaya bahwa produk mereka akan menarik banyak pembeli, sehingga mereka mendapatkan keuntungan yang tinggi dari proses ini.
4. Petani dengan beberapa fungsi (produksi, pengolahan, dan manajemen perdagangan)
Untuk mempengaruhi pasar Petani dengan karakteristik ini bersedia mengambil risiko untuk mendapatkan keuntungan yang tinggi. Petani mengorganisir diri sebagai produsen, pengolah, pedagang, dan distributor untuk mencapai akhir konsumen. Umumnya, mereka selalu bekerja sebagai masyarakat atau kerja sama untuk berinovasi

dan untuk mengembangkan basis produk baru pada permintaan konsumen. Proses ini diperdagangkan untuk menegosiasikan harga dan mendapatkan bagian yang adil untuk setiap anggota.

Partisipasi petani terhadap pasar dan kemampuan petani mengakses pasar akan meningkatkan posisi tawar (*bargaining position*). Frederick (1993) mengemukakan bahwa asosiasi petani menjadi sesuatu yang memiliki peran penting dalam beberapa hal antara lain: meningkatkan posisi tawar, pengaturan waktu penjualan hasil panen, meningkatkan kemampuan pasar petani (*market intelligence*), pengembangan rencana pasar dalam kontrol produk yang dijual, serta pengawasan persyaratan penjualan produk. Permadi dan Winarti (2015) menunjukkan posisi tawar petani juga dipengaruhi oleh aksesibilitas petani terhadap pasar, di mana aksesibilitas ini ditentukan oleh beberapa variable antara lain pengetahuan petani, akses sarana dan prasarana, motivasi, dan hubungan petani dengan pedagang pengumpul. Penelitian Listyati (2014) menunjukkan model kelembagaan kakao yang mampu mengadvokasi petani untuk melakukan fermentasi biji kakao serta kemitraan dengan industri pengolahan mampu meningkatkan posisi tawar petani dengan meningkatkan nilai tambah produk kakao menjadi produk olahan.

Kenaikan harga pangan dapat menyebabkan inflasi dan menurunkan tingkat kesejahteraan rumah tangga. Yuliana, et al. (2019) menyatakan bahwa kelompok bahan makanan berkontribusi tinggi terhadap penurunan tingkat kesejahteraan rumah tangga, sehingga kebijakan harga pangan yang stabil menjadi penting guna meningkatkan daya beli dan pengendalian inflasi.

Intervensi Kebijakan

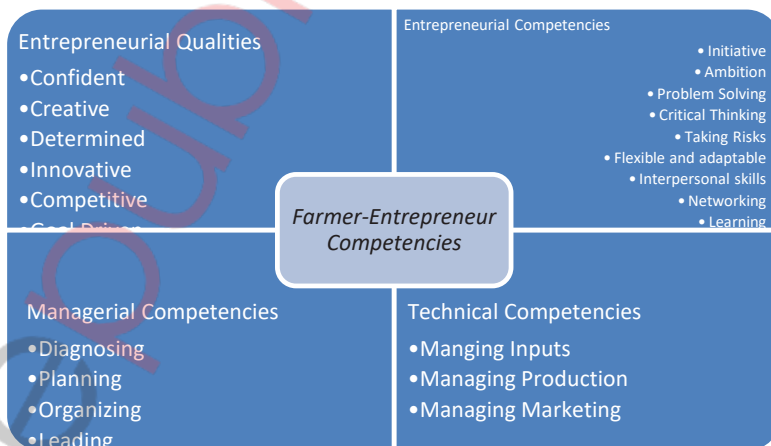
Penciptaan pasar yang mendekati ciri pasar persaingan sempurna (*perfect competition*) menjadi sebuah harapan. Namun, apakah dapat terwujud jika ada campur tangan (intervensi) pemerintah dalam berbagai sektor ataukah membiarkan pasar berjalan dengan sendirinya? Apakah kebijakan yang diberlakukan akan berdampak positif atau negatif? Studi empiris menunjukkan dampak intervensi kebijakan terhadap kinerja pertanian dan kesejahteraan petani tidak bisa dilakukan melalui kebijakan tunggal. Penelitian Siswanto, dkk. (2018) pada komoditas beras dengan data *time series* 1981-2014 menunjukkan surplus produsen akan dicapai dengan penerapan jaminan harga melalui HPP (Harga Pembelian

Pemerintah) dan surplus konsumen dicapai melalui subsidi pupuk dan kredit pertanian. Hal ini menunjukkan untuk dapat memberikan dampak positif dari pelaksanaan suatu kebijakan adalah kompleksitas kebijakan dan ketepatan sasaran dalam implementasi kebijakan.

Apakah petani tetap harus disubsidi pemerintah melalui kebijakan bentuk subsidi input ataukah melalui jaminan harga output? Penelitian Ilham, dkk (2006) dengan data *time series* 1975-2004 menunjukkan efektivitas kebijakan harga pangan perlu didukung oleh kebijakan lain terkait dengan penyediaan infrastruktur, peningkatan pendapatan masyarakat, dan kebijakan harga dasar. Penelitian Gilang (2020) dengan menggunakan data level mikro sensus pertanian 2014 yang dianalisis dengan *propensity score matching* (PSM) menyatakan bahwa subsidi input berpengaruh signifikan terhadap produktivitas padi. Subsidi input berupa benih dan pupuk akan menyebabkan perbedaan biaya produksi yang dikeluarkan oleh petani. Namun, kebijakan subsidi input ini mesti diteliti lebih lanjut terkait dengan penggunaan input subsidi yang dilakukan agar tepat sasaran sesuai target serta bagaimana efektivitas kebijakan yang dilakukan dapat diterima oleh petani.

Kemandirian

Apakah petani selalu harus disubsidi ataukah konsumen yang disubsidi? Kemandirian petani mencakup aspek kognitif, afektif, psikomotorik, aspek perilaku petani yang modern, efisien dalam bisnis pertanian dan memiliki daya saing. Kemandirian memiliki dimensi luas dengan berbagai indikator.



Gambar 4. Farmer-Entrepreneur Competencies

Petani diharapkan memiliki pengetahuan, keterampilan, sikap mental, percaya diri, komitmen dan kewirausahaan. Kapasitas petani ini diharapkan dapat mendorong kemampuan petani dalam mengambil berbagai keputusan dalam usahanya sebagai seorang *farmer-entrepreneur* guna meningkatkan produktivitas usahanya. Komponen kewirausahaan di bidang pertanian menurut Food and Agriculture Organization (FAO, 2012) terdiri atas: *Entrepreneurial qualities, Entrepreneurial competencies, managerial competencies, dan Technical Competencies.*

Peran Perguruan Tinggi Mendukung Kemandirian Petani

Fakultas Pertanian sebagai salah satu institusi yang bergerak dan berkiprah di dunia pertanian berperan penting dalam membangun sumber daya manusia yang mandiri. Pendidikan *agroentrepreneurship* menjadi upaya menumbuhkembangkan kemandirian usaha. Kurikulum Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) disusun dan diimplementasikan dengan sasaran pengembangan *hardskills dan softskills* mahasiswa. Dukungan Pendidikan wirausaha pertanian dan pendampingan generasi muda di bidang pertanian menjadi sebuah prioritas yang perlu selalu difasilitasi dan direncanakan dengan program yang tepat. Kemandirian mahasiswa untuk dapat terjun ke masyarakat dan berdaya saing menjadi sebuah tolak ukur keberhasilan Pendidikan.

Daftar Pustaka

- Arham, M.A. 2020. Does Agricultural Performance Contribute to Rural Poverty Reduction in Indonesia. *Jejak* 13(1): 69-83.
- Estelle, B., Celia, C., Jean-François, L.C. & Laurent, L. (2004). Linking small holder farmers to markets. *World Bank, Final report.*
- Food and Agriculture Organization. 2012. *Entrepreneurship in Farming.* FAO.
- Grega, L. 2003. Vertical integration as a factor of competitiveness of agriculture. *Agric. Econ-Czech* 49 (11):520-525.
- Hobbs, JE, Young, LM & Research and Analysis Directorate Strategic Policy Branch Agriculture and Agri-Food Canada 2001, *Vertical Linkages in Agri-Food Supply Chains in Canada and the United States*, Her Majesty the Queen in Right of Canada.

- Ilham, N., Siregar, H., Priyarsono, D.S. 2006. Efektivitas Kebijakan Harga Pangan terhadap Ketahanan Pangan. *Jurnal Agro Ekonomi* 24(2): 157-177.
- Listyati, D., Wahyudi, A., Hasibuan, A. M. 2014. Penguatan Kelembagaan untuk Peningkatan Posisi Tawar Petani dalam Sistem Pemasaran Kakao. *JTIDP* 1(1):15-28.
- Mariyah, Nugroho, A.E. 2022. Role of the Agriculture Sector in Poverty Reduction in East Kalimantan. *Advances in Biological Sciences Research, volume 17:86-92*.
- Mariyah, Mariati, R., Nugroho, A.E. 2020. Penyusunan Kebijakan Untuk Mendorong Motivasi Generasi Muda Berwirausaha di Bidang Pertanian. *Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan* 7(2): 95-103.
- Permadi, R., Winarti, L. 2018. The Analysis of Factors Affecting Farmers, Accesibility Towards Markets and Its Relation to Farmers' Bargaining Position. *Jurnal Manajemen dan Agribisnis* 15(1): 73-82.
- Sexton, RJ 2012, 'Market Power, Misconceptions, and Modern Agricultural Markets', *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 95, no. 2, pp. 209-19.
- Siswanto, E., Sinaga, B. M., Harianto. 2018. Dampak Kebijakan Perberasan pada Pasar Beras dan Kesejahteraan Produsen dan Konsumen Beras di Indonesia. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 23 (2): 93-100.
- Yuliana, R., Harianto, Hartoyo, S., Firadaus, M. 2018. Dampak Perubahan Harga Pangan Terhadap Tingkat Kesejahteraan Rumah tangga di Indonesia. *Jurnal Agro Ekonomi* 37(1): 25-45.

DIVERSIFIKASI USAHATANI DENGAN POLA USAHATANI TIDAK KHUSUS SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN PENDAPATAN PETANI

Mursidah dan Achmad Rifani
Jurusan/Program Studi Agribisnis

Pertanian merupakan basis ekonomi yang mencirikan wilayah pedesaan di Indonesia. Pertanian dalam arti sempit merupakan kegiatan bercocok tanam. Pertanian dalam arti luas mencakup seluruh kegiatan berupa proses produksi dengan tujuan menghasilkan bahan-bahan yang merupakan kebutuhan manusia, baik berasal dari hewan maupun tumbuhan, termasuk upaya untuk memperbanyak, memperbaharui (reproduksi) dengan mempertimbangkan faktor ekonomis (Suratiyah, 2015). Pertanian dalam arti luas ini mencakup bidang tanaman pangan, perkebunan, peternakan, perikanan, dan kehutanan.

Petani adalah orang yang menggantungkan hidupnya pada lahan pertanian sebagai mata pencarian utamanya. Secara umum petani adalah pelaku yang melakukan kegiatan dalam mengorganisasikan atau mengelola aset dan cara dalam pertanian (Bachri dkk, 2016).

Petani sebagai pelaku usahatani mereka memiliki peranan yang sangat penting dalam hal pemeliharaan tanaman yang petani tanam dan pengelolaan lahan yang mereka miliki maupun yang mereka sewa dari petani lain. Dalam hal ini petani juga berperan dalam hal pengambilan keputusan dan kebijakan yang bersangkutan dengan lahan serta tanaman sehingga dapat memberikan penghidupan dan kesejahteraan bagi keluarganya (Suratiyah, 2015).

Pada umumnya, usahatani memiliki 3 pola, yaitu:

1. Usahatani khusus, yaitu pola usahatani di mana hanya satu cabang usahatani saja yang diusahakan, contohnya adalah usahatani

- peternakan saja atau usahatani tanaman pangan saja.
2. Usahatani tidak khusus, yaitu pola usahatani yang melaksanakan beberapa cabang usahatani secara bersamaan, tetapi terdapat batas yang tegas antara cabang usahatani satu dengan yang lain, misalnya melakukan usahatani peternakan dan usahatani perkebunan.
 3. Usahatani campuran, yaitu pola usahatani yang melaksanakan beberapa cabang usahatani secara bersamaan dalam sebidang lahan, tetapi tidak memiliki batas yang tegas, misalnya tumpang sari dan mina padi (Suratiyah, 2015).

Penduduk Desa Sebakung Taka, Kecamatan Long Kali, Kabupaten Paser sebagian besar bermata pencaharian sebagai petani dengan jumlah 341 jiwa atau sebesar 73,17% dari jumlah penduduk (Pemerintah Desa Sebakung Taka, 2021). Para petani di Desa Sebakung Taka melakukan pola usahatani tidak khusus, di mana cabang usahatani yang diusahakan adalah usahatani padi sawah, perkebunan kelapa sawit, perkebunan karet dan sarang walet.

1. Usahatani Padi Sawah

Desa Sebakung Taka merupakan salah satu desa di Kecamatan Long Kali yang usahatani padinya cukup luas, yaitu seluas 750 ha dari 1.359 ha luas desa atau sebesar 55,19% (Pemerintah Desa Sebakung Taka, 2021). Adapun status petani berdasarkan pemilikan lahan garapan yang ada terdiri dari petani milik yang menggarap lahannya sendiri atau digarap oleh orang lain dan petani penggarap yang menggarap lahan orang lain baik dengan sistem sewa ataupun bagi hasil. Jumlah petani pemilik lahan garapan di Desa Sebakung Taka jumlahnya lebih banyak dibandingkan petani penggarap.



Gambar 1. Lahan Padi Sawah

Penanaman padi (*Oryza sativa* L.) dilakukan dua kali musim tanam. Musim tanam pertama dilaksanakan pada bulan November-Februari, sedangkan musim tanam kedua dilakukan pada bulan Juni-September. Tidak semua petani melakukan musim tanam kedua pada setiap tahun.

Pola tanam yang diterapkan petani pada umumnya di Desa Sebakung Taka menggunakan pola tanam monokultur (Gambar 1). Varietas padi yang ditanam beragam, diantaranya adalah IR 64, Ciherang, Cilamaya Muncul, dan Gogo.

Pada umumnya sawah yang ada di Desa Sebakung Taka merupakan sawah tadah hujan, yaitu cara pengairan sawah dengan memanfaatkan curah hujan untuk pengairan, hal dikarenakan belum maksimalnya fungsi irigasi yang ada. Pengolahan lahan dengan proses pembajakan menggunakan *handtractor* dan jonder.

Sistem panen di Desa Sebakung Taka yang biasa dilaksanakan adalah sistem gotong royong dan bawon. Sistem gotong royong adalah petani melaksanakan panen bergantian dan saling bantu antara lahan petani yang satu dengan yang lain. Sedangkan sistem bawon pemanen adalah tenaga kerja luar keluarga yang dibayar dengan sistem bagi hasil (6:1) artinya setiap 7 karung gabah kering panen, 1 karungnya menjadi balas jasa pemanen.

2. Kelapa Sawit

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan komoditas perkebunan yang paling banyak dibudidayakan di Desa Sebakung Taka. Tanaman kelapa sawit ditanam di pekarangan rumah dan di lahan milik petani yang terpisah cukup jauh dari tempat tinggal. Umur tanaman kelapa sawit yang ada berkisar antara 8-9 tahun.

Panen tandan buah segar (TBS) kelapa sawit dilakukan setiap 20 hari sekali. Hasil panen yang diperoleh sekitar 1 ton/ha. Proses pemanenan TBS bisa dilakukan oleh petani sendiri, dapat pula menggunakan jasa petugas dodos (Gambar 2) yang disediakan oleh pengepul dengan upah Rp 200,00/kg TBS.

Untuk pemasaran TBS, petani menjual TBS yang sudah dipanen kepada pengepul TBS. Harga beli TBS di tingkat petani mengikuti harga pasar yang berlaku. Petani juga dikenakan ongkos angkut TBS ke tempat pengepul sebesar Rp 100,00/kg. TBS tadi selanjutnya oleh pengepul dijual ke pabrik sawit.



Gambar 2. Kegiatan Panen TBS yang dilakukan oleh petugas dodos dari pengepul di Perkebunan Kelapa Sawit

3. Karet

Selain kelapa sawit, tanaman perkebunan lainnya yang banyak dibudidayakan di Desa Sebakung Taka adalah karet (*Hevea brasiliensis* M.). Tanaman karet ini ditanam di sekitar rumah para petani dengan luasan sekitar 0,5 ha, dengan jarak tanam 3x4 cm. Tanaman karet yang ditanam rata-rata berusia 9-10 tahun. Tanaman karet pada awalnya adalah tanaman perkebunan yang paling banyak dibudidayakan di desa ini, tetapi karena proses pemeliharaan dan penyadapan yang dianggap petani cukup rumit, maka banyak petani yang kemudian mengganti tanaman karet dengan tanaman kelapa sawit.

Penyadapan lateks oleh petani dapat dilakukan pada saat subuh dan ketika cuaca cerah. Lateks yang telah ditampung di dalam mangkuk dan dikumpulkan pada sore harinya untuk selanjutnya dibuat menjadi gumpalan-gumpalan, lalu dimasukkan ke dalam karung dan disimpan di dalam lubang dengan air yang tergenang. Nantinya setiap sekali dalam sebulan akan dibeli oleh pengepul yang berasal dari Provinsi Kalimantan Selatan, dengan harga jual rata-rata Rp 10.000,00/kg, dengan harga tertinggi mencapai Rp 15.000,00/kg.



Gambar 3. Perkebunan Karet di Desa Sebakung Taka

4. Sarang Walet

Usaha sarang walet di Desa Sebakung Taka mengalami pertumbuhan yang cepat, hal ini dapat dilihat dengan terus bertambahnya bangunan rumah walet. Biaya investasi dan luas lahan yang dimiliki oleh pelaku usaha sarang walet akan menentukan pemilihan material dan luas rumah walet. Semakin baik kualitas bahan yang digunakan, semakin panjang umur rumah walet (Mursidah dkk 2020; Nugroho dan Budiman 2013). Ukuran dan bentuk rumah walet dibuat berdasarkan pada ketersediaan dana, lahan yang dimiliki dan pengalaman para pemilik rumah walet, serta berdiskusi dengan pemilik rumah walet yang sudah sukses sebelumnya.

Sebagian besar rumah walet yang terdapat di Desa Sebakung Taka terbuat dari beton dan dibangun di sekitar lahan usahatani, terutama di sekitar lahan padi sawah (Gambar 4). Tingginya harga kayu dan kepemilikan dana yang terbatas, adalah alasan untuk memilih membuat bangunan rumah walet dari beton, sedangkan untuk papan sirip menggunakan kayu meranti atau jabon.

Faktor pendorong utama dibangunnya rumah walet ini adalah tingginya harga jual dan potensi pendapatan yang akan diperoleh jika rumah walet yang dibangun mulai menghasilkan, serta melihat besarnya keuntungan yang diperoleh pelaku usaha sarang walet yang sudah berhasil. Selain itu, proses pemeliharaan yang mudah dan biaya pemeliharaan

yang murah juga menjadi daya tarik tersendiri, karena tidak perlu menyediakan pakan, karena pakan burung walet sepenuhnya tergantung dari ketersediaannya di alam (Mursidah dkk, 2021).

Burung walet merupakan pemakan serangga. Kondisi fisik alam (tutupan lahan) mempengaruhi keragaman pakan yang tersedia secara alami (Begon dkk, 2006). Jenis serangga merupakan hewan yang memiliki sebaran habitat yang luas. Serangga dapat ditemukan di berbagai habitat mulai dari pegunungan, hutan, ladang pertanian, pemukiman manusia di perkotaan (Ayuti dkk, 2017; Taradipa dkk, 2019). Kondisi lahan di Desa Sebakung Taka yang terdiri dari lahan pertanian dan perkebunan mendukung untuk ketersediaan pakan alami bagi burung walet.



Gambar 4. Rumah Walet

Cara panen yang dilakukan pada usaha sarang walet di Desa Sebakung Taka adalah panen tetasan. Panen tetasan dilaksanakan setelah sarang digunakan untuk bertelur dan anakan burung walet telah pergi. Pola panen seperti untuk dilaksanakan dengan tujuan untuk menjaga kelestarian populasi burung walet, karena burung walet dapat berkembang biak dan terjadi regenerasi, serta burung walet akan merasa nyaman tinggal pada rumah walet tersebut. Sementara kerugiannya adalah sarang burung walet yang kotor, yang akan mengurangi harga jual (Budiman, 2019; Mursidah dkk., 2020).

Saat ini rumah walet yang ada di Desa Sebakung Taka sudah mulai menghasilkan sarang walet, walaupun jumlahnya masih sedikit, tetapi diharapkan mampu menambah pendapatan rumah tangga petani. Secara

umum, untuk rumah walet yang usianya kurang dari 5 tahun, sarang walet yang dihasilkan belum mencapai 1 kg untuk sekali panen. Sedangkan rumah walet yang berusia lebih dari 5 tahun mampu menghasilkan 1-2 kg per panen. Sarang walet yang dijual masih berupa sarang mentah atau sarang kotor. Pemasaran dilakukan melalui pengepul yang datang, dengan kisaran harga per kilogram Rp 9.000.000,00-Rp 12.000.000,00.

Produksi yang diperoleh dari usahatani dengan pola tidak khusus ini diharapkan mampu memenuhi kebutuhan pangan keluarga. Selain itu, kelebihan produksi diharapkan mampu memberikan pendapatan untuk petani. Dengan pengelolaan yang lebih baik, bahkan bisa membuat usahatani tersebut mampu mencapai swasembada keuangan.

Daftar Pustaka

- Ayuti T, Garnida D dan Asmara IY. 2016. Identifikasi Habitat dan Produksi Sarang Burung Walet (*Collocalia fuciphaga*) Di Kabupaten Lampung Timur. *Unpad Students e-Journals*, 5(4).
- Bachri MR, Lubis Y dan Harahap G. 2016. Faktor yang Mempengaruhi Adopsi Inovasi Teknologi oleh Petani Padi Sawah di Desa Kolam Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Ilmiah Pertanian (JIPERTA)*, 1(2) 2019: 175-186.
- Begon M, Townsend CR dan Harper JL. 2006. *Ecology: from individuals to ecosystems*, 4th eds. Blackwell, Oxford, UK.
- Budiman, A. 2019. 101 kiat mengatasi permasalahan budi daya walet. Agromedia, Jakarta.
- Mursidah, A. M. Lahjie, Masjaya, Y. Rayadin dan Y. Ruslim. 2020. The ecology, productivity and economic of Swiftlet (*Aerodramus fuciphagus*) farming in Kota Bangun, East Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas* 21(7): 3117-3126.
- Mursidah, A. M. Lahjie, Masjaya, Y. Rayadin, Y. Ruslim, M. B. Judinnur dan Andy. 2021. The dietary, productivity and economic value of Swiftlet (*Aerodramus fuciphagus*) farming in East Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas* 22(6): 2528-2537.
- Nugroho, H. K. dan A. Budiman. 2013. *Panduan lengkap walet*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Pemerintah Desa Sebakung Taka. 2021. *Profil Desa Sebakung Taka*. Pemerintah Desa Sebakung Taka, Kecamatan Long Kali, Kabupaten Paser.

Suratiah, K. 2015. Ilmu Usahatani. Penebar Swadaya, Jakarta.

Taradipha, M. R.R., S. B. Rushayati dan N.F. Haneda. 2019. Environmental characteristics of insect community. Journal of Natural Resources and Environmental Management 9(2): 394-404.

RISIKO HARGA DALAM PEMASARAN PRODUK PERTANIAN

Nike Widuri dan Mariyah
Jurusan/Program Studi Agribisnis

Pendahuluan

Produk pertanian pada umumnya bersifat mudah rusak (*perishable*). Produk *perishable* akan mengalami kehilangan selama siklus hidup produk sehingga akan menyebabkan nilai (*value*) produk semakin berkurang. Selain itu, produk pertanian yang bersifat komoditas mentah membutuhkan tempat yang besar dalam proses pengangkutannya. Hal ini dapat menyebabkan biaya pengangkutan menjadi lebih tinggi dan pada akhirnya akan dibebankan oleh produsen dan pedagang perantara kepada konsumen melalui harga produk yang lebih tinggi. Perbedaan harga yang diterima oleh konsumen dengan harga yang diperoleh produsen dikenal dengan istilah margin pemasaran. Konsep ini seringkali hanya diartikan sebagai perbedaan harga, namun sebenarnya terdapat komponen lain dalam margin pemasaran. Komponen tersebut adalah biaya-biaya pemasaran dan keuntungan pemasaran. Biaya-biaya pemasaran terjadi karena dilakukannya berbagai fungsi pemasaran dalam proses pemasaran produk.

Salah satu fungsi pemasaran yang perlu untuk ditingkatkan pada era ekonomi digitalisasi adalah informasi mengenai harga produk. Konsumen pada umumnya mempertimbangkan faktor harga dan kualitas produk dalam proses pengambilan keputusan pembelian. Faktor harga ini secara makro menjadi isu strategis dalam pangan kaitannya inflasi bahan pangan yang pada akhirnya akan mempengaruhi perekonomian secara makro.

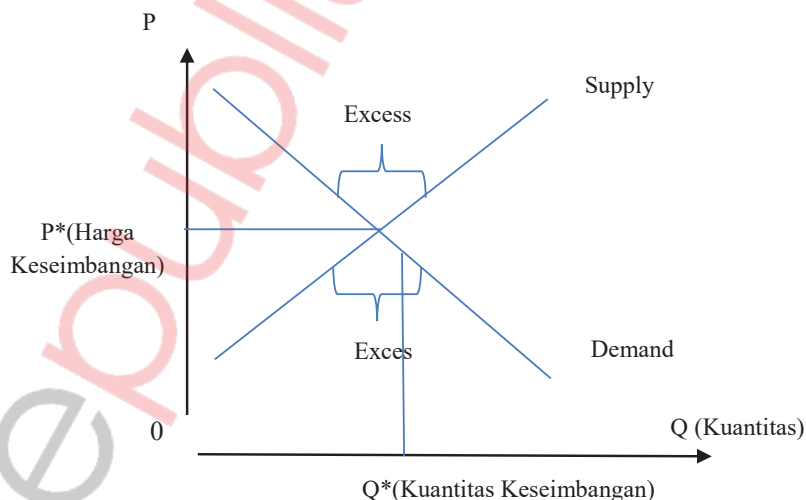
Produk-produk pertanian saat ini telah menjangkau berbagai kalangan melalui pemasaran secara *offline* dan *online*. Banyak pelaku usaha yang terlibat dalam upaya pemasaran produk pertanian secara

terintegrasi dari hulu hingga ke hilir. Beberapa contoh *start-up* yang mulai berkembang dalam pemasaran produk pertanian antara lain: TaniHub, Sayurbox, Happy Fresh, Pak Tani Digital, GoFruit.Id, Eden Farm, Cari Sayur, dan di wilayah Kota Samarinda terdapat sayuryuk.com dan Ngikan Yuk. Ketersediaan produk, distribusi, dan aksesibilitas konsumen terhadap pangan menjadi poin penting yang berusaha para pelaku usaha ini tampilkan agar mampu memberikan keuntungan maksimum.

Penawaran dan Permintaan Pangan

Penawaran dan permintaan produk pangan mempengaruhi harga keseimbangan produk dalam pasar. Ketidakmampuan produsen untuk memenuhi kebutuhan pasar yang tinggi akan menyebabkan kekurangan pasokan (*Excess Demand*) dan meningkatkan harga produk, sebaliknya berlimpahnya pasokan (*Excess Supply*) mendorong terjadinya penurunan harga. Namun, mekanisme pasar dengan sendirinya maupun dengan intervensi pemerintah akan melakukan penyesuaian harga.

Pasar produk pertanian dengan komoditas yang bervariasi namun skala pengusahaan maupun posisi tawar yang relatif rendah mendorong perlunya upaya untuk mengantisipasi perubahan yang terjadi pada permintaan dan penawaran. Kenaikan pada produk substitusi akan berdampak positif pada permintaan dan harga produk komplementer akan berdampak negatif pada permintaan produk, dan sebaliknya terhadap penawaran.



Gambar 1. Permintaan dan Penawaran Produk

Faktor lain yang dapat mempengaruhi permintaan dan penawaran adalah ekspektasi konsumen. Ekspektasi konsumen terhadap harga produk akan memberikan pengaruh positif terhadap permintaan, jika diperkirakan harga suatu produk akan mengalami kenaikan di masa depan maka permintaan terhadap produk akan mengalami peningkatan. Ekspektasi pendapatan di masa depan mengalami peningkatan, maka berdampak positif terhadap permintaan produk. Ekspektasi ketersediaan produk di masa depan yang diperkirakan akan mengalami kekurangan/ kelangkaan akan berpengaruh negatif terhadap permintaan. Ekspektasi produsen terhadap harga produk di masa depan akan berpengaruh negatif terhadap penawaran yang dilakukan oleh produsen. Kondisi perekonomian di suatu wilayah turut mempengaruhi pembentukan harga komoditas tercermin dari Indeks Harga Konsumen (IHK), inflasi, dan pengeluaran per kapita untuk konsumsi.

Pengeluaran Konsumsi Pangan Rumah Tangga

Kebutuhan penduduk terhadap produk pertanian sebagai bahan pangan menempati proporsi yang besar dalam pengeluaran rumah tangga. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik kondisi September, rata-rata pengeluaran per kapita sebulan di Indonesia sebesar Rp1.281.327,00 (Perkotaan Rp1.496.771,00 dan Perdesaan Rp 993.870,00). Proporsi pengeluaran untuk makanan sebesar 49,30%.

Rata-rata pengeluaran per kapita sebulan di Kalimantan Timur sebesar Rp1.718.610,00 (BPS Kaltim, 2021). Proporsi pengeluaran untuk kelompok makanan sebesar 42,85% dan bukan makanan sebesar 57,15%. Persentase pengeluaran untuk makanan lebih tinggi di perdesaan dibandingkan di perkotaan (40,61%). Kelompok komoditas makanan dan minuman jadi memiliki persentase tertinggi yaitu sebesar 13,31%. Rincian rata-rata pengeluaran per kapita sebulan di Kalimantan Timur disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata Pengeluaran Per Kapita Sebulan di Kalimantan Timur Menurut Kelompok Komoditas Tahun 2021

Kelompok Komoditas	Rata-rata Pengeluaran per Kapita (Rp)			Persentase Pengeluaran (%)		
	Kota	Desa	Total	Kota	Desa	Total
Makanan						
Padi-padian	65.782	77.959	69.600	3,50	5,69	4,05
Umbi-umbian	6.729	6.038	6.512	0,36	0,44	0,38
Ikan/Udang/Cumi	84.309	81.859	83.541	4,49	5,97	4,86
Daging	40.977	32.272	38.247	2,18	2,35	2,23
Telur dan Susu	49.377	43.471	47.525	2,63	3,17	2,77
Sayur-sayuran	61.020	64.520	62.117	3,25	4,71	3,61
Kacang-kacangan	14.448	14.788	14.555	0,77	1,08	0,85
Buah-buahan	36.086	24.215	32.364	1,92	1,77	1,88
Minyak dan Kelapa	16.449	17.963	16.924	0,88	1,31	0,98
Bahan Minuman	20.330	25.650	21.998	1,08	1,87	1,28
Bumbu-bumbuan	16.255	18.334	16.907	0,87	1,34	0,98
Konsumsi Lainnya	15.778	18.829	16.735	0,84	1,37	0,97
Makanan dan Minuman Jadi	260.843	158.635	228.793	13,89	11,57	13,31
Rokok	73.927	95.357	80.647	3,94	6,95	4,69
Jumlah Makanan	762.310	679.890	736.465	40,61	49,59	42,85
Bukan Makanan						
Perumahan dan Fasilitas Rumah tangga	597.054	391.893	532.721	31,80	28,58	31,00
Aneka Komoditas dan Jasa	257.748	141.687	221.354	13,73	10,33	12,88
Pakaian, alas kaki, dan tutup kepala	36.863	29.363	34.511	1,96	2,14	2,01
Barang Tahan Lama	110.619	67.050	96.957	5,89	4,89	5,64
Pajak, Pungutan, dan Asuransi	86.680	42.879	72.945	4,62	3,13	4,24
Keperluan Pesta dan Upacara	26.067	18.380	23.657	1,39	1,34	1,38
Jumlah Bukan Makanan	1.115.031	691.252	982.145	59,39	50,41	57,15
Jumlah	1.877.342	1.371.142	1.718.610	100	100	100

Sumber: BPS Kaltim, 2022.

Risiko Harga dan Pengukurannya

Perkembangan harga komoditas pertanian di Kalimantan Timur selama periode Januari-Agustus 2022 menunjukkan harga lebih tinggi dibandingkan kondisi harga nasional. Berikut data perkembangan harga komoditas strategis di Kalimantan Timur:

Tabel 2. Harga Komoditas rata-rata bulanan di Provinsi Kalimantan Timur dan Nasional Periode Januari-Agustus 2022

Provinsi	Januari	Pebruari	Maret	April	Mei/ Juni	Juli	Agustus	September
Beras								
Nasional	Rp11.750	Rp11.800	Rp11.800	Rp11.800	Rp11.750	Rp11.750	Rp11.750	Rp11.850
Kaltim	Rp12.200	Rp12.250	Rp12.300	Rp12.300	Rp12.350	Rp12.400	Rp12.400	Rp12.400
Bawang Merah								
Nasional	Rp30.750	Rp34.650	Rp36.650	Rp35.450	Rp41.400	Rp51.500	Rp61.950	Rp43.750
Kaltim	Rp30.350	Rp31.400	Rp37.000	Rp34.900	Rp35.600	Rp39.350	Rp61.650	Rp60.600
Bawang Putih								
Nasional	Rp30.350	Rp30.550	Rp31.650	Rp32.900	Rp32.250	Rp30.000	Rp29.350	Rp29.050
Kaltim	Rp30.150	Rp30.250	Rp30.650	Rp34.250	Rp31.750	Rp30.750	Rp28.400	Rp28.900
Cabai Merah								
Nasional	Rp41.300	Rp42.300	Rp53.150	Rp49.350	Rp47.550	Rp68.400	Rp80.050	Rp65.050
Kaltim	Rp66.050	Rp46.800	Rp57.300	Rp60.700	Rp55.000	Rp53.550	Rp66.900	Rp67.750
Cabai Rawit								
Nasional	Rp59.450	Rp50.750	Rp58.500	Rp50.600	Rp48.700	Rp75.650	Rp80.350	Rp61.100
Kaltim	Rp89.400	Rp48.700	Rp63.750	Rp63.950	Rp56.700	Rp58.900	Rp92.100	Rp68.750

Sumber: PIHPS, 2022.

Kondisi data perkembangan harga tersebut sejalan dengan hasil penelitian Ahmad (2018) menggunakan data bulanan harga konsumen dan harga produsen periode 2011-2016 di 33 provinsi menunjukkan bahwa harga rata-rata konsumen dan gejolak harga pada tingkat provinsi untuk komoditas pangan strategis cukup tinggi dibandingkan nasional. Fluktuasi harga dapat menimbulkan kerugian bagi produsen maupun konsumen. Fluktuasi harga akan berdampak bagi produsen dalam keputusan penetapan harga dan bagi konsumen akan menghadapi ketidakpastian harga komoditas yang dibeli.

Harga merupakan salah satu sumber risiko. Risiko merupakan suatu kejadian yang mengandung kemungkinan terjadi atau tidak terjadi dan jika terjadi dapat menimbulkan kerugian (Debertin, 1986). Risiko harga (*price risk*) mencerminkan perubahan pada harga input maupun harga output dalam produksi. Fluktuasi harga komoditas sayuran relatif lebih tinggi jika dibandingkan dengan komoditas buah-buahan, padi, dan palawija (Irawan, 2007). Analisis data yang dapat digunakan untuk pengukuran risiko harga antara lain:

1. GARCH (*Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedacity*) merupakan teknik pemodelan dengan memanfaatkan data time series yang menggunakan varian masa lalu dan dugaan varian masa lalu untuk melakukan peramalan (*forecast*) varian masa yang akan datang.
2. *Coefficient Variation* (CV) diperoleh dari standar deviasi dibagi dengan rata-rata harga. Koefisien ini menggambarkan fluktuasi harga terhadap harga rata-rata. Semakin kecil nilai koefisien variasi dapat diartikan bahwa harga relatif stabil atau memiliki fluktuasi harga yang rendah, dan sebaliknya. Harga komoditas di suatu daerah baik kota/provinsi dikatakan stabil jika koefisien variasi berkisar antara 5-9%.

Strategi Menghadapi Risiko Harga

Apa yang dilakukan oleh konsumen ketika terjadi fluktuasi harga yang meningkat? Konsumen akan memilih alternatif produk yang sifatnya substitusi jika terjadi kenaikan harga atau **bagaimana upaya produsen dalam menghadapi risiko harga?** Menurut penelitian Rahmawati (2018) beberapa strategi yang dapat dilakukan untuk menghadapi risiko harga adalah dengan melakukan (1) Pengaturan pola

tanam, (2) Melakukan integrasi vertikal dengan menjalin kemitraan, (3) Peningkatan nilai tambah dengan pengolahan, (4) Peningkatan posisi tawar, (5) Penerapan GAP (*Good Agricultural Practices*) dan GHP (*Good Handling Practices*), dan (6) Penetapan harga referensi komoditas.

Produsen perlu mempertimbangkan dengan baik pola tanam yang dilakukan agar suplai produk di pasar tidak berlebih yang dapat menyebabkan turunnya harga produk. Pengaturan pola tanam selain MENGATUR produksi juga mencegah pengendalian hama dan penyakit pada tanaman yang diusahakan. Produsen khususnya petani dapat menjalin kemitraan dengan industri pengolahan skala Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM) ataupun skala sedang dan besar agar komoditas mentah dapat diolah menjadi produk bernilai jual tinggi dan memiliki daya simpan yang lebih lama. Selain itu produsen juga dapat membentuk kelompok-kelompok usaha sehingga dapat memiliki posisi tawar yang lebih baik di pasar dan bisa memperoleh bantuan usaha dari pemerintah maupun pembinaan, pelatihan serta pendampingan usaha. Pemerintah juga berperan dapat mendorong petani/pelaku industri selaku produsen untuk menerapkan GAP dan GHP dalam proses produksi sehingga output yang dihasilkan memiliki kuantitas tinggi dan berkualitas baik sesuai standar yang dipersyaratkan. Di samping itu, pemerintah juga dapat menjamin harga komoditas melalui penetapan harga referensi. Beberapa komoditas strategis telah ditetapkan Harga Eceran Tertinggi (HET) maupun Harga Pokok Pembelian Pemerintah (HPP).

Beberapa upaya tersebut dapat dilakukan untuk mengurangi risiko pasar. Di samping itu, ketersediaan data informasi harga dan kemampuan produsen maupun konsumen untuk mengakses harga juga menjadi sesuatu yang penting. Upaya memajukan pertanian Indonesia selain dari sisi produksi dan pemasaran, dapat dilakukan dengan membangun aspek penunjang pasar yaitu *Marketing Information System* (MIS). Hal yang menjadi kendala adalah *updating* data dan akses data yang masih terbatas. MIS akan berkembang dengan baik jika didukung oleh *multistakeholder* baik pelaku usaha, pemerintah, maupun perguruan tinggi pertanian.

Daftar Pustaka

Ahmad, B. 2018. Transmisi dan Tingkat Integrasi Harga Komoditas Pangan Strategis Antar Provinsi di Indonesia. Institut Pertanian Bogor, Bogor. Disertasi.

- Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Timur. 2022. Kalimantan Timur Dalam Angka Tahun 2022. Badan Pusat Statistik Kalimantan Timur, Samarinda.
- Irawan, B. 2007. Fluktuasi Harga, Transmisi Harga dan Margin Pemasaran Sayuran dan Buah. Analisis Kebijakan Pertanian 5(4): 358-373.
- Rahmawati, A., Fariyanti, A. 2018. Analisis Risiko Harga Komoditas Sayuran Unggulan di Indonesia. Forum Agribisnis 8(1): 35-60.

PENGEMBANGAN MASYARAKAT SEBAGAI UPAYA MEWUJUDKAN JELAI SEBAGAI KOMODITAS PENYANGGA PANGAN DI KALIMANTAN TIMUR

Qurratu Aini
Jurusan/Program Studi Agribisnis

Indonesia merupakan negeri yang kaya, yang memiliki hamparan tanah yang subur dan luas. Ada banyak sekali jenis tumbuhan yang tumbuh di negara yang juga dikenal dengan sebutan negara agraris ini, terdapat beragam bahan pangan yang berpotensi untuk dikembangkan. Total luas lahan baku sawah yang ditetapkan dalam Keputusan Menteri ATR/Kepala BPN No. 686/SK-PG.03.03/XII/2019 Tanggal 17 Desember 2019 tentang Penetapan Luas Lahan Baku Sawah Nasional Tahun 2019 adalah 7.460.000 ha, akan tetapi luas lahan sawah ini semakin berkurang karena terjadinya peningkatan populasi manusia.

Provinsi Jawa Timur merupakan provinsi dengan luas lahan sawah terbesar di Indonesia, disusul oleh Provinsi Jawa Tengah dan Jawa Barat yang menempati posisi kedua dan ketiga. Luas lahan sawah yang ada di tiga provinsi tersebut memiliki gap yang sangat signifikan dengan provinsi lainnya, dengan kata lain hasil produksi beras di Indonesia sangat bergantung pada lahan sawah yang ada di Pulau Jawa.

Pertumbuhan populasi manusia yang kini melesat cepat, kebutuhan akan pangan pun semakin meningkat, sehingga makin sulit bertahan dengan satu jenis bahan pangan saja, khususnya bahan pangan pokok yang selalu dikonsumsi setiap hari oleh masyarakat, seperti halnya beras. Pemerintah harus beralih pada jenis pangan lain yang mungkin bisa tumbuh subur pada lahan kering, sehingga tidak harus bergantung pada lahan sawah yang luasnya semakin berkurang dari tahun ke tahun.

Masyarakat pun harus mulai diperkenalkan dengan ragam pangan lain, selain beras, salah satu program pemerintah yang cukup menarik adalah Program Percepatan Penganekaragaman Konsumsi Pangan (P2KP).

Terdapat beberapa upaya dalam mengatur strategi penganekaragaman pangan antara lain:

1. Penganekaragaman usaha rumah tangga melalui pengembangan usahatani terpadu yang bertujuan untuk meningkatkan pendapatan rumah tangga, terutama pada petani, peternak dan nelayan kecil.
2. Penganekaragaman usaha atau produksi pangan yang dilakukan dengan melakukan pengembangan pada usahatani terpadu di bidang perkebunan, pangan, perikanan dan peternakan.
3. Pengembangan pangan lokal yang sesuai dengan kearifan lokal daerah sebagai upaya meningkatkan penganekaragaman pangan lokal.
4. Pengembangan sumber daya manusia atau masyarakat melalui pendidikan, pelatihan dan penyuluhan secara komprehensif di bidang pangan dan gizi.

Program pemerintah menarik lainnya dalam mengupayakan keanekaragaman pangan ada banyak sekali, salah satu contohnya adalah program “*one day no rice*” yang dilakukan oleh pemerintah Kota Depok, Jawa Barat, program tersebut dinilai berhasil namun sayangnya belum dapat diterapkan di seluruh wilayah di Indonesia, karena pola konsumsi masyarakat Indonesia yang sudah sangat tergantung dengan nasi. Ketergantungan masyarakat pada satu jenis bahan pangan dapat sangat berbahaya bagi kondisi ketahanan pangan suatu negara. Kita tidak dapat memprediksi hal yang dapat terjadi di masa depan, seperti halnya kemarau panjang atau bencana alam yang akan sangat mempengaruhi ketersediaan pangan dalam negeri.

Kita bisa berkaca dari peristiwa besar yang terjadi di tahun ini yang sangat berdampak pada stabilitas ketersediaan gandum di berbagai negara di dunia, yaitu perang antara Rusia dan Ukraina. Dua negara yang merupakan pengeksport gandum terbesar di dunia berperang satu sama lain, sehingga beberapa negara dengan tingkat konsumsi roti, mie dan sereal yang cukup tinggi menjadi terancam, sementara yang bahan baku utama dari makanan-makanan tersebut adalah gandum. Ukraina mendeklarasikan bahwa kemungkinan tidak akan memanen gandum selama setahun karena adanya invasi yang dilakukan oleh Rusia. Indonesia

sendiri baiknya bersiap untuk hal seperti itu yang kemungkinan besar bisa saja terjadi. Saat ini Indonesia masih mengimpor beras dari beberapa negara tetangga untuk memenuhi persediaan konsumsi.

Keterbatasan lahan sawah di pulau lain selain Pulau Jawa seharusnya tidak menjadi kendala bagi pemerintah dalam melakukan swasembada pada jenis pangan lainnya, terutama pada jenis pangan yang bisa tumbuh di lahan kering. Jelai merupakan tanaman pangan yang tumbuh dengan baik di wilayah Provinsi Kalimantan Timur. Salah satu pengajar di Fakultas Pertanian Universitas Mulawaran, Prof. Ir. Suyadi, MS., Ph.D., merangkum potensi jelai yang dapat ditanam pada lahan kering seperti di Kalimantan Timur dalam bukunya yang berjudul "Jelai (*Coix lacryma-jobi* L) Bahan Pangan Pokok Alternatif dan Fungsional", dalam buku tersebut dijelaskan bahwa jelai merupakan tanaman yang sangat mungkin dijadikan sebagai tanaman alternatif pengganti nasi sebagai makanan pokok utama masyarakat, khususnya bagi masyarakat Kalimantan Timur.

Komoditas pangan jelai sangat menarik untuk dikembangkan karena minim biaya produksi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Dwijatenaya 2016, diketahui bahwa produksi jelai di wilayah Kutai Kartanegara Kalimantan Timur tidak dipengaruhi oleh luas lahan, tenaga kerja dan pupuk, sehingga dapat diartikan bahwa jelai memiliki *increasing return to scale*, dengan kata lain sangat layak untuk dikembangkan. Selain minim biaya produksi dalam hal pemeliharaan, jelai juga memiliki keunggulan lain yaitu kandungan gizi yang tidak kalah dengan komoditas pangan sereal lainya.

Perbandingan gizi jelai dan sereal lain, seperti beras, gandum, sorgum dan jagung sangat jauh lebih unggul (Guo et al. 2020) Jelai memiliki kandungan protein dua kali lebih besar dari pada beras dan 1.5 kali lebih besar dari pada gandum, sorgum dan jagung, rata-rata kandungan protein jelai adalah 6.35-23.4% (Wang et al. 2011). Kandungan serat jelai lebih tinggi dibandingkan jenis sereal lainya, yaitu sebesar 15.01-21.45% (Bays et al. 2011), tidak hanya itu jelai juga memiliki kandungan Vitamin E yang lebih tinggi dibandingkan gandum, yaitu sebesar 0.036 mg/100g, terakhir jelai memiliki kandungan minyak *germ* yang mengandung Vitamin D sebesar 36 mg/kg (Do et. al. 2015). Jelai memiliki potensi yang sangat baik untuk dikembangkan dan sangat menjanjikan jika dilihat dari kebermanfaatannya gizinya.

Dengan munculnya teknologi baru dan canggih, bukan hal yang tidak mungkin bagi bahan pangan lain, seperti jelai untuk dapat dikembangkan dengan baik, sebagai langkah untuk mengoptimalkan terlaksananya penganekaragaman konsumsi pangan di masyarakat. Program penganekaragaman pangan bukanlah sesuatu yang baru bagi pertanian Indonesia, pemerintah sudah lama sadar akan pola konsumsi masyarakat yang sangat bergantung pada nasi, sehingga pemerintah mulai rajin untuk mempromosikan dan memperkenalkan pangan pokok pengganti nasi pada masyarakat, seperti sagu, jagung dan umbi-umbian. Telah banyak juga penelitian yang dilakukan untuk memodifikasi bahan pangan lain agar dapat menyerupai nasi, seperti salah satu produk inovasi beras analog yang berhasil dikembangkan oleh IPB dengan bahan baku utama dari jagung yang cukup berhasil dan dipasarkan dengan baik. Jelai juga dapat menjadi suatu komoditas pangan, khususnya pangan wilayah Kalimantan Timur yang dapat diolah menjadi pangan alternatif pengganti beras dan jenis sereal lainya.

Pergeseran pola konsumsi secara tiba-tiba oleh masyarakat sangat sulit untuk dilakukan, kecuali jika dihadapkan pada kondisi khusus, seperti kondisi kesehatan yang memburuk sehingga harus mengganti pola konsumsi (penyakit diabetes atau tekanan darah tinggi) atau kondisi kelaparan berkepanjangan yang disebabkan oleh bencana alam atau musim paceklik, sehingga masyarakat mau tidak mau untuk mengonsumsi pangan yang tersedia saja.

Perubahan pola konsumsi ada baiknya dilakukan secara berangsur-angsur atau bertahap. Tahapannya dapat dimulai dengan memperkenalkan dan mempromosikan keunggulan dari bahan pangan yang ingin dijadikan sebagai alternatif pengganti nasi. Setelah dilakukan perkenalan, lalu dilakukan modifikasi atau inovasi terhadap pangan tersebut yang disesuaikan dengan permintaan masyarakat sebagai konsumen. Setelah masyarakat mulai terbiasa dan familiar dengan pangan tersebut, barulah pola konsumsi mulai bisa beralih.

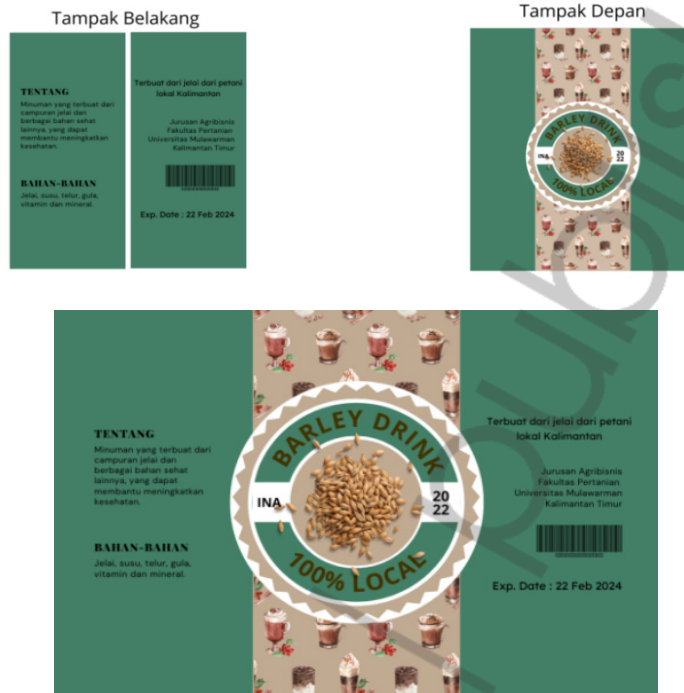
Peran masyarakat yang aktif sangat diperlukan dalam mewujudkan terlaksananya penganekaragaman konsumsi pangan. Masyarakat bertindak sebagai produsen, distributor dan konsumen pangan tersebut, sehingga keterlibatan masyarakat sangat diperlukan. Proses melibatkan masyarakat secara aktif dan berkelanjutan merupakan definisi dari pengembangan masyarakat. Pengembangan masyarakat sendiri memerlukan kerja sama

antar pihak agar dapat terlaksana dengan baik. Selain peran masyarakat itu sendiri, diperlukan pihak lain seperti pembuat kebijakan yaitu pemerintah dan inovator atau peneliti dari institusi yang melakukan edukasi dan bimbingan kepada masyarakat.

Jelai dapat diolah menjadi malt dan memiliki rasa manis yang khas, sehingga sangat cocok untuk diolah menjadi bahan baku dari minuman. Jelai sangat berpotensi dikembangkan sebagai serbuk minuman instan yang tidak kalah dengan merek komersial, sebab jelai memiliki kandungan gizi yang lebih unggul dibandingkan jenis sereal lainnya (Guo et al. 2020). Gambar 1 merupakan ilustrasi dari desain minuman instan berbahan baku jelai yang dapat ditunjukkan pada sasaran masyarakat yang akan diedukasi.

Dengan melakukan pengembangan masyarakat melalui edukasi dan promosi, jelai sangat berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut menjadi jenis makanan dengan memodifikasi bahan baku utamanya. Seperti halnya gandum, masyarakat Indonesia lebih mengenal gandum dalam bentuk produk makanan seperti roti atau mie, pendekatan yang sama seharusnya dilakukan pada jelai. Jelai harus diolah sedemikian rupa menjadi produk makanan yang disukai dan mudah dikonsumsi oleh masyarakat.

Edukasi dalam pembuatan produk makanan atau minuman yang terbuat dengan menggunakan bahan baku jelai. Mengedukasi masyarakat mengenai bagaimana cara membuat produk yang menarik perhatian konsumen, sehingga konsumen tertarik untuk membeli produk tersebut. Masyarakat terutama masyarakat petani sangat perlu diikutsertakan dalam hal melakukan pengembangan produk jelai ini, selain bertujuan untuk mengedukasi, juga dapat bersifat promosi bagi keberadaan suatu produk yang baru dan belum familiar bagi mereka.



DESAIN KEMASAN

Gambar 1. Contoh Desain Produk Minuman Instan dari Jelai.

Pemberian edukasi berupa cara membuat desain seperti yang diilustrasikan pada Gambar 1 dapat menambah nilai jual dari jelai yang dihasilkan oleh petani, sekaligus menjadi sebuah langkah kecil dalam mempromosikan suatu pangan pokok selain beras kepada masyarakat dalam bentuk yang menarik. Desain dan ide kemasan minuman instan berbahan baku jelai merupakan satu diantara seribu langkah yang dapat diambil dalam rangka menjadikan jelai sebagai komoditas penyangga pangan di Kalimantan Timur.

Daftar Pustaka

Bays, H., Frestedt, J. L., Bell, M., Williams, C., Kolberg, L., Schmelzer, W., et al. (2011). Reduced viscosity barley β -glucan versus placebo: A randomized controlled trial of the effects on insulin sensitivity for individuals at risk for diabetes mellitus. *Nutrition & Metabolism*, 8(1), 58-58

- Do, T. D. T., Cozzolino, D., Muhlhausler, B., Box, A., & Able, A. J. (2015). Antioxidant capacity and vitamin E in barley: Effect of genotype and storage. *Food Chemistry*, 187, 65–74.
- Dwijatenaya IBMG. 2016. Analisis Usaha Tani Jelai (*Coix lacryma-Jobi L.*) sebagai Sumber Pangan Alternatif di Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. *Jurnal Gerbang Etam*, 10 (1): 46-53
- Guo T, Horvath C, Chen L, Chen J, Zheng B. 2020. Understanding the nutrient composition and nutritional functions of highland barley (Qingke): A review. *Trends in Food Science and Technology*, 103: 109-117
- Rachman H.P.S dan Ariani M. 2008. Penganekaragaman Konsumsi Pangan di Indonesia: Permasalahan dan Implikasi untuk Kebijakan dan Program. *Analisis Kebijakan Pertanian Vol.6 (2)*: 140-154
- Wang, C., Pan, Z., Nima, Z., Tang, Y., Cai, P., Liang, J., et al. (2011). Starch granule associated proteins of hull-less barley (*Hordeum vulgare L.*) from the Qinghai-Tibet Plateau in China. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(4), 616–624.

MANAJEMEN KEUANGAN DALAM USAHATANI

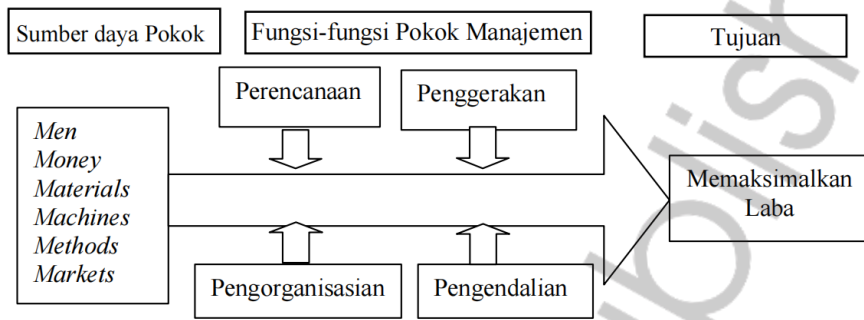
Syarifah Maryam dan Mursidah
Jurusan/Program Studi Agribisnis

Manajemen

Manusia pada setiap kegiatannya sehari-hari tidak pernah lepas dari kegiatan manajemen. Definisi manajemen menurut George R. Terry merupakan suatu proses yang terdiri dari perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), penggerakan (*actuating*) dan pengendalian (*controlling*) terhadap sumber daya dengan melibatkan orang-orang untuk mencapai tujuan perusahaan yaitu memaksimalkan keuntungan. Menurut Haiman manajemen merupakan upaya mencapai sesuatu, yaitu tujuan bersama melalui kegiatan orang lain dan mengawasi kegiatan-kegiatan individu (Manullang, 2012). Sedangkan Daft (2010) mendefinisikan manajemen sebagai pencapaian tujuan-tujuan secara efisien dan efektif melalui perencanaan, pengelolaan, kepemimpinan dan pengendalian sumber daya-sumber daya organisasi.

Unsur-Unsur Manajemen

Unsur-unsur manajemen merupakan sumber daya pokok yang diperlukan dalam mengelola suatu perusahaan. Ada 6 (enam) unsur dalam manajemen, yang dikenal dengan istilah 6M, yaitu *men* (manusia), *money* (uang), *materials* (material), *machines* (mesin), *methods* (metode) dan *market* (pasar) (Fariyanti dkk., 2014).



Gambar 1. Proses Dalam Manajemen
Sumber: Terry (1977)

1. *Men* (manusia)

Manusia memiliki peranan penting dalam kegiatan, karena selain sebagai pengelola suatu kegiatan usaha, manusia juga sebagai tenaga kerja pada usaha tersebut. Manusia merupakan penggerak aktivitas pada suatu usaha. Tujuan suatu usaha akan dapat tercapai dengan baik, jika manusia sebagai unsur manajemen mampu melakukan fungsinya secara benar. Pencapaian tujuan tersebut dapat terjadi jika setiap individu yang ada pada usaha tersebut telah melakukan perannya masing-masing pada setiap tahapan produksi dan mampu berintegrasi satu sama lain.

2. *Money* (uang)

Unsur manajemen selanjutnya adalah uang. Proses produksi atau kegiatan usaha lainnya dapat berjalan jika usaha tersebut memiliki sumber daya berupa uang untuk membiayai semua kebutuhan usaha mulai dari proses produksi sampai pemasaran produk sampai ke tangan konsumen. Sumber daya berupa uang dapat digunakan untuk membeli input-input produksi dan kegiatan pemasaran, misalnya dalam usahatani padi, uang yang dimiliki bisa untuk membeli benih, pupuk, pestisida, upah tenaga kerja, transportasi dan lain-lain.

3. *Materials* (material)

Material atau bahan-bahan kebutuhan produksi merupakan unsur manajemen yang ketiga. Kegiatan usaha atau proses produksi dapat terlaksana jika material yang dibutuhkan dalam keadaan tersedia. Material adalah bahan-bahan yang sangat dibutuhkan bagi perusahaan dalam menghasilkan barang atau jasa. Misalnya

jika ingin memproduksi tempe, maka bahan-bahan yang diperlukan untuk menghasilkan memproduksi tempe berupa kacang kedelai, ragi, gas elpiji, air dan lain-lain termasuk unsur material.

4. *Machines* (mesin)

Pada suatu usaha, terutama yang bergerak pada usaha pengolahan atau usaha manufaktur, unsur keempat yang dibutuhkan dalam manajemen adalah mesin atau peralatan. Jika mesin atau peralatan tersedia sesuai dengan kebutuhan, maka aktivitas produksi dapat berjalan lancar, efektif dan efisien. Sebaliknya, jika mesin atau peralatan tersebut tidak tersedia atau hanya tersedia dalam jumlah sedikit, maka akan mempengaruhi kegiatan usaha, karena aktivitas produksi menjadi terhambat. Contohnya penggunaan *handtractor* dalam usahatani padi.

5. *Methods* (metode)

Unsur kelima dalam manajemen adalah metode atau cara yang digunakan dalam aktivitas produksi. Tepatnya metode yang digunakan akan meningkatkan efisiensi usaha, yang tentu saja akan mempengaruhi pendapatan atau keuntungan yang diperoleh dari usaha tersebut. Pada suatu kegiatan usaha, metode merupakan cara-cara atau teknik yang digunakan dalam pelaksanaan aktivitas usaha tersebut. Misalnya pada usahatani padi sawah petani menggunakan metode jajar legowo, di daerah perkotaan di mana lahan terbatas, maka metode budi daya sayur-sayuran seperti hidroponik dan aeroponik dapat dijadikan pilihan alternatif.

6. *Markets* (pasar)

Unsur terakhir yang digunakan dalam manajemen adalah pasar. Pasar merupakan unsur penting yang harus diperhatikan oleh suatu usaha, karena pada akhirnya produk yang dihasilkan akan mampu memberikan keuntungan bagi usaha tersebut jika mampu dipasarkan dengan baik. Pasar adalah tempat atau media terjadinya transaksi antara penjual dan pembeli, sedangkan pemasaran adalah kegiatan untuk menyampaikan produk yang berasal dari produsen kepada konsumen, baik konsumen akhir maupun konsumen produktif. Para pembeli atau konsumen melakukan aktivitas konsumsi yang disebut dengan permintaan, yaitu sejumlah barang atau jasa yang diminta oleh pembeli pada harga tertentu. Sebaliknya, para penjual atau produsen akan menyediakan barang atau jasa

tersebut pada harga tertentu yang disebut dengan penawaran. Sehingga dapat disimpulkan bahwa komponen penting pada pasar adalah permintaan dan penawaran.

Modal dalam Usahatani

Modal adalah segala sesuatu yang dibutuhkan petani dalam membiayai usahatani. Modal merupakan bagian dari beberapa unsur manajemen. Ada beberapa alternatif sumber dan komposisi modal yang digunakan dalam suatu usahatani. Beberapa petani yang membiayai usahatani sepenuhnya dengan uang sendiri atau dengan modal sendiri, sebagian modal sendiri ditambah dengan modal pinjaman dan petani lainnya membiayai keseluruhan usahatani dengan pinjaman (Amir dkk., 2015).

Sebagian petani belum melakukan perencanaan, pencatatan, serta pelaporan keuangan yang rutin dan tersusun baik dari usahatani, karena petani belum/tidak mengetahui pentingnya hal tersebut dilakukan, sehingga harapannya petani mempunyai dokumen informasi kegiatan usahatani dengan baik. Kadang-kadang pencatatan yang dilakukan kerap tidak sesuai dengan kaidah-kaidah atau standar sistem pencatatan yang berlaku.

Agar usahatani dapat berlangsung dengan efisien, menguntungkan dan berkembang ke arah yang lebih baik, maka diperlukan perencanaan. Perencanaan membantu petani dalam mengambil keputusan untuk masa yang akan datang disertai dengan pertimbangan atas hasil di masa lalu.

Beberapa hal yang dapat dipertimbangkan dalam menyusun perencanaan usahatani:

1. Ketersediaan faktor-faktor produksi untuk dapat memberikan kemanfaatan sebesar-besarnya.
2. Informasi harga produk usahatani.
3. Kemampuan mendeteksi kapan menambah modal dan bagaimana menggunakan modal dengan baik.
4. Berapa biaya bunga yang harus dibayar, jika menarik modal dari luar.
5. Kapan harus mengangsur pinjaman dari luar, agar kontinuitas usahatani tidak terganggu.

Ada beberapa kriteria yang harus dipenuhi dalam perencanaan usahatani:

1. Rasional, yaitu sesuai dengan kondisi sesungguhnya.

2. Fleksibel, artinya dapat disesuaikan dengan situasi, tanpa mengubah tujuan usahatani.
3. Dapat dievaluasi, sehingga dapat dinilai dan dengan cepat diambil tindakan yang tepat (diukur dengan parameter yang dapat mudah diukur).
4. Menjamin kontinuitas/kesinambungan usahatani.

Perhitungan dan kecukupan modal harus dilakukan dengan teliti, karena akan berdampak pada kelancaran tahapan kegiatan usahatani yang dilakukan. Usahatani yang tidak memiliki kecukupan modal kerja tidak akan dapat menjalankan kegiatan usahatannya secara optimal, sehingga berpotensi kehilangan keuntungan yang seharusnya dapat diperoleh. Misalnya tidak tersedianya pupuk dalam jumlah yang cukup saat melakukan usahatani padi sawah. Sebaliknya, modal kerja berlebihan akan mengakibatkan sebagian dana yang tersedia tidak produktif lagi sehingga akan menimbulkan pemborosan, terlebih bila modal kerja tersebut ditopang oleh dana pinjaman dengan biaya bunga yang tidak murah.

Penggunaan modal dalam usahatani diantaranya digunakan untuk pembelian benih/bibit, pupuk, obat-obatan, pembelian input lainnya, pengeluaran untuk gaji, upah dan biaya operasi lainnya yang digunakan untuk menunjang tahapan usahatannya, termasuk sampai kepada kegiatan pemasaran.

Manajemen dalam Usahatani

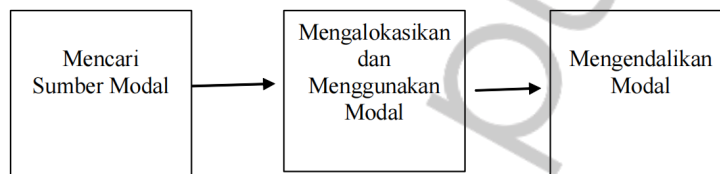
Manajemen dalam usahatani merupakan fungsi tidak langsung (*intangible*) yang berkaitan dengan aktivitas tenaga kerja, terutama petani yang berperan sebagai manajer pada usahatani yang dilakukannya. Peran tersebut berkaitan dengan hal-hal yang sifatnya teknis, komersial, finansial dan akuntansi (Suratiah, 2015).

Aktivitas petani yang bersifat teknis diantaranya adalah berkaitan dengan aspek penentuan skala usaha, jenis produk dan cara menghasilkan produk tersebut, penggunaan lahan, penggunaan tenaga kerja (terkait dengan peralatan dan teknologi yang digunakan).

Sedangkan aktivitas komersial mencakup menentukan jenis dan jumlah input yang digunakan, kemudian penentuan waktu dan sumber/asal input tersebut, memprediksi produksi/output yang akan diperoleh

dan pemasaran dari produk yang dihasilkan (termasuk penentuan calon konsumen, lokasi pemasaran, waktu pemasaran dan kualitas produk).

Petani dalam usahataniya juga melakukan aktivitas finansial. Aktivitas finansial tersebut diantaranya adalah bagaimana mencari sumber dana (bisa berasal dari modal sendiri, meminjam dari perbankan atau lembaga keuangan lainnya, baik yang formal maupun non formal), menggunakan dana untuk memperoleh keuntungan (dalam jangka pendek) dan meningkatkan nilai usaha/memajukan usaha (dalam jangka panjang), serta mengendalikan penggunaan dana yang diperoleh agar dana tersebut memang digunakan untuk kegiatan usahatani.



Gambar 2. Skema Aktivitas Finansial

Aktivitas berkaitan dengan manajemen selanjutnya adalah akuntansi. Sebaiknya setiap transaksi yang terjadi dicatat dengan tertib dan dibuat pelaporannya. Manfaat aktivitas ini dilakukan diantaranya adalah untuk mengetahui secara pasti berapa besar biaya yang dikeluarkan dan keuntungan yang diperoleh agar dapat menjadi bahan evaluasi untuk kegiatan usahatani selanjutnya. Selain itu, laporan keuangan juga diperlukan sebagai persyaratan jika petani ingin mengajukan pinjaman dari lembaga keuangan tertentu. Pinjaman yang diperoleh dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan usahataniya.

Kesimpulan

Manajemen keuangan dalam usahatani memegang peranan penting, hal ini untuk memastikan setiap tahapan kegiatan usahatani terlaksana sesuai dengan rencana dan memungkinkan untuk dilaksanakan evaluasi, sehingga tujuan dari usahatani dapat tercapai.

Daftar Pustaka

Amir, H.; Insyafiah; Nasir, M.; Setiawan, H.; Aziz, A.; Warhani, I.; Yasin, A. 2015. Program Pembiayaan Pertanian. Nagakusuma, Jakarta.

- Daft, R.L.(2010). *New Era of Management 9 th Edition*. Cengage Learning, New York.
- Fariyanti A., Feryanto, Maryono. 2014. *Manajemen Keuangan Pertanian*. Universitas Terbuka, Tangerang Selatan.
- Manullang, M. 2012. *Dasar-dasar Manajemen*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Suratiah, K. 2015. *Ilmu Usahatani*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Terry,G.R. 1977. *Principles of Management*. Richard D.Irwin Inc., Illinois.

**PEMBERDAYAAN MASYARAKAT EKONOMI
KREATIF MELALUI PENGOLAHAN
KOMODITAS BAYAM (*AMARANTHUS*)
GUNA MENINGKATKAN KESEJAHTERAAN
MASYARAKAT SERTA MENCEGAH STUNTING
PADA BALITA (STUDI KASUS DESA KARANG
TUNGGAL)**

Tetty Wijayanti
Jurusan/Program Studi Agribisnis

Desa Karang Tunggal terletak di bagian tengah Kabupaten Kutai Kartanegara dengan luas wilayah ± 1300 ha yang terdiri dari tanah pekarangan pemukiman masyarakat ± 71 ha, tanah perkebunan rakyat ± 618 ha, dan tanah persawahan rakyat ± 514 ha. Batas wilayah Desa Karang Tunggal yaitu sebelah utara terdapat Desa Manunggal Jaya Tenggarong Seberang, sebelah selatan ada Kelurahan Bukit Pinang Samarinda Ulu, sebelah timur terdapat Kelurahan Sempaja Samarinda, dan sebelah barat ada Desa Bukit Raya dan Tanjung Batu Tenggarong Seberang. Desa Karang Tunggal berjarak 17 km dari Universitas Mulawarman dengan waktu tempuh ± 28 menit dengan menggunakan kendaraan roda dua.

Desa Karang Tunggal merupakan salah satu Desa yang memiliki dataran rendah dan berbukit-bukit yang didukung oleh topografi desa. Secara umum Desa Karang Tunggal merupakan desa yang berada pada 17 meter di atas permukaan air laut dan pegunungan. Tekstur tanah di Desa Karang Tunggal berupa lampungan yang sebagian besar tanahnya berwarna abu-abu dan memiliki tingkat kemiringan tanah sebesar 45-

60 derajat. Suhu harian di Desa Karang Tunggal rata-rata 30°C dan curah hujan 1,783 mm.

Masyarakat Desa Karang Tunggal mayoritas penduduknya bermata pencaharian sebagai petani. Dari jumlah total warga desa yaitu 2.234 orang, ada sebanyak 181 orang yang bermata pencaharian sebagai petani. Komoditas pertanian yang diusahakan mulai dari padi sawah, hortikultura, hingga rumput hias. Penduduk Desa Karang Tunggal merupakan warga trans dari berbagai wilayah di Indonesia namun rasa kekerabatan dan kekeluargaan sangat erat di daerah tersebut. Mereka sangat terbuka dan menerima dengan hangat kehadiran Tim PHP2D Himagrikom Faperta Unmul dan merupakan tim yang pertama bermitra dengan Desa Karang Tunggal.

Kesadaran masyarakat akan pentingnya hidup sehat dan pertanian ramah lingkungan menjadi peluang besar usaha di bidang budi daya tanaman organik. Tim PHP2D Himpunan Mahasiswa Agribisnis dan Komunikasi Pemberdayaan Masyarakat (Himagrikom) Jurusan Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman bermitra dengan Kepala Desa dan masyarakat Desa Karang Tunggal mengembangkan budi daya sayuran organik dan pengolahan produk olahan bayam organik.

Potensi Desa Karang Tunggal sangat besar untuk dikembangkan komoditas bayam sebagai produk unggulan desa. Masih banyaknya lahan tidur dan pekarangan yang belum termanfaatkan secara optimal dapat dimanfaatkan dalam pengembangan komoditas bayam dan produk olahannya. Lahan-lahan tersebut perlu dimanfaatkan, seiring dengan pemberdayaan masyarakat desa Karang Tunggal dalam suatu aktivitas positif yang berdampak tidak hanya terhadap peningkatan ekonomi tetapi juga kesehatan masyarakatnya terutama dalam pencegahan stunting. Pemuda Karang Taruna dan Ibu-ibu PKK merupakan mitra yang sangat tepat dalam pengembangan komoditas bayam dan produk olahannya, dengan menerapkan praktik pertanian dari hulu hingga ke hilir, dari budi daya untuk menyiapkan bahan baku hingga hilirisasi produk bayam yang mengacu pada *Good Agricultural Practice (GAP)* dan *Good Handling Practice (GHP)*.

Kegiatan Tim PHP2D ini diharapkan mampu meningkatkan kesejahteraan masyarakat Desa Karang Tunggal khususnya pemuda Karang Taruna dan Ibu-ibu PKK dalam menggerakkan perekonomian desa melalui pemanfaatan lahan tidur dan pengolahan produk bayam yang

akan diolah menjadi dimsum dan cookies *Amaranthus*. Dengan kegiatan ini diharapkan Desa Karang Tunggal dapat bertransformasi menjadi desa percontohan sentra produksi dan pengolahan hasil pertanian dengan nama “Kampung Amaranthus” yang mampu mengatasi kendala budi daya melalui GAP, kendala rendahnya mutu dan kualitas hasil pertanian melalui GHP, kendala rendahnya harga jual hasil pertanian melalui teknik pengolahan produk, dan kendala rendahnya pendapatan petani melalui strategi pemasaran produk yang tepat. Kegiatan Tim PHP2D meliputi budi daya tanaman bayam, pengolahan produk bayam dan digitalisasi marketing produk olahan bayam.

Bayam (*Amaranthus*) merupakan jenis tanaman hijau yang kaya akan zat besi. Oleh karena itu, tim kami ingin mempromosikan komoditas bayam dan produk turunan untuk anak-anak yang sedang dalam fase pertumbuhan karena tanaman bayam memiliki kandungan gizi yang tinggi serta mineral yang cukup, maka bayam sering disebut sebagai raja sayuran atau *king of vegetable*.

Jenis bayam dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu bayam merah (*red Amaranthus*) dan bayam hijau (*green Amaranthus*). Jenis bayam yang kami budi dayakan di Desa Karang Tunggal adalah bayam hijau (*green Amaranthus*) karena bayam jenis ini sangat mudah dibudidayakan dan waktu panen yang terbilang cukup singkat yaitu selama 30-40 hari.

Salah satu permasalahan di Indonesia umumnya dan di Kalimantan Timur khususnya adalah stunting dan anak-anak yang tidak suka makan sayur. Menurut data yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Provinsi Kalimantan Timur jumlah balita dengan kasus stunting di Desa Karang Tunggal sebanyak 11 orang, serta prevalensi stunting di Kabupaten Kutai Kartanegara menunjukkan hasil Survei Status Gizi Balita Indonesia di tahun 2019 sebesar 36,5%. Oleh karena hal itu TIM PHP2D Himagrikom Jurusan Agribisnis Faperta Unmul berinovasi membuat produk turunan bayam yang digemari oleh anak-anak. Produk tersebut ialah cookies dan dimsum bayam. Selain itu, pengolahan produk tersebut akan dilanjutkan oleh ibu-ibu PKK Desa Karang Tunggal guna meningkatkan pendapatan masyarakat Desa Karang Tunggal.

Teknik Budi Daya Bayam

1. Pemilihan Lokasi Tanam atau kebun

Bayam dapat ditanam di dataran rendah sampai dataran tinggi karena mempunyai daya adaptasi yang baik terhadap lingkungan. Pemilihan kebun bayam harus memperhatikan persyaratan pertumbuhannya, yaitu keadaan lahan harus terbuka dan mendapat sinar matahari penuh, tanahnya subur, gembur, banyak mengandung bahan organik dan memiliki ph 6-7 serta tidak menggenang atau becek.

2. Pengolahan Lahan

a. Penggemburan tanah

Penggemburan tanah dilakukan menggunakan garpu atau cangkul untuk memudahkan akar bayam tumbuh dengan baik dan memudahkan pencabutan saat panen. Tanah dibersihkan dari rumput liar atau gulma, sisa-sisa akar tanaman lain sehingga tidak mengganggu pertumbuhan bayam.

b. Pembuatan bedengan

Bedengan dibuat membujur dari utara ke selatan agar tanaman memperoleh sinar matahari dari timur. Bedengan memiliki lebar 150 cm, tinggi 20-30 cm dan jarak antar bedengan 40-50 cm.

c. Pemupukan dasar

Setelah pembuatan bedengan selesai, pemberian pupuk dilakukan untuk memperbaiki sifat fisik dan kesuburan tanah. Pupuk dasar yang digunakan yaitu pupuk kandang dan dolomit, dosis yang digunakan: dolomit 2 kg, pupuk kandang 27 kg/bedeng ukuran 1,5x18 m (1m² = 1 kg). Waktu penaburan pupuk kandang dan dolomit dilakukan 1 minggu sebelum masa tanam dengan cara disebar secara merata di bedengan kemudian tanah digemburkan lagi dan disiram.

3. Penanaman

Benih yang akan disebar terlebih dahulu di campur dengan insektisida (sutrín) agar tidak diserang hama. Penanaman dilakukan dengan cara penaburan benih secara merata dalam bedengan dan kemudian disiram.

4. Pemeliharaan

a. Penyiangan

Penyiangan dilakukan dua minggu sekali atau tergantung kondisi lahan dan banyaknya gulma yang tumbuh.

b. Penyiraman

Penyiraman dilakukan secara rutin 2 kali sehari yaitu pagi dan sore bila kondisi kering.

c. Pemupukan

Pemupukan dilakukan 2 kali yaitu saat tanaman berumur 7 hari dan 15 hari. Pemupukan pertama umur 7 hari menggunakan pupuk urea dengan cara di tabur 1 kg per bedengan, pemupukan kedua umur 15 hari menggunakan urea dan phonska dengan jumlah 2: 1 ditabur 1 kg per bedengan. Setelah pemberian pupuk selesai dilakukan penyiraman agar daun bayam tidak terbakar.

5. Pengendalian Hama dan Penyakit

a. Hama

Hama yang sering menyerang tanaman bayam yaitu ulat perusak daun. Pengendalian secara mekanis yaitu dengan melakukan sanitasi lahan dan secara kimia yaitu dengan menggunakan insektisida berbahan aktif Deltametrin, sipermetrin seperti Decis dengan dosis 10 ml/15 liter air.

b. Penyakit

Penyakit yang sering menyerang bayam adalah (*Phytium Sp*) dengan gejala batang dan daun tanaman berwarna kuning kecokelatan sampai hitam kemudian membusuk. Dapat dikendalikan secara kimia dengan menggunakan fungisida berbahan aktif Mancozeb seperti Dithane dosis 10 s/d 20 gr/15 l air, atau Preficure N. Penyakit Embun tepung (Blorok) dengan gejala daun bintik-bintik berwarna putih kecokelatan, serangan tinggi pada musim hujan/kelembapan tinggi. Pengendalian secara kimia dengan menggunakan Fungisida berbahan aktif Mankozeb seperti Dithane. Dosis 1-2 sendok makan per 15 liter air (10-20g/15 l) secara mekanik dengan mengambil daun yang sudah terserang kemudian dimusnahkan dan pengaturan bedeng lebih tinggi agar tidak tergenang.

Setelah bayam di panen, selanjutnya diolah menjadi produk olahan cookies dan dimsum bayam. Kedua produk olahan tersebut dipilih

dikarenakan banyak anak-anak yang menyukai produk cookies maupun dimsum, sehingga bagi anak-anak yang kurang mengkonsumsi sayur bisa terpenuhi dengan mengkonsumsi kedua produk tersebut. Berikut hasil produk olahan Cookies Bayam dan Dimsum Bayam yang diberi nama *brandmark* “Yam Yam” dari Tim PHP2D dan Ibu-ibu PKK Desa Karang Tunggal.



Gambar 1. Produk Olahan Bayam

Permasalahan setelah produk jadi adalah cara memasarkan produk ke konsumen. Maka kami membantu ibu-ibu PKK untuk memasarkan produk turunan bayam menggunakan *digital marketing system*. *Digital marketing system* merupakan semua upaya pemasaran untuk menjangkau konsumen dengan memanfaatkan perangkat elektronik dan internet.

Digital marketing system merupakan pemasaran dengan pemanfaatan sistem teknologi digital. Peran sistem digital marketing menjadi hal penting sesuai perkembangan teknologi digital dan mengembangkan rencana untuk menarik pelanggan serta mengarahkannya pada perpaduan antara komunikasi elektronik maupun internet. Dengan menggunakan *digital marketing system* ini memudahkan TIM PHP2D Himagrikom Jurusan Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman untuk membantu pemasaran produk olahan bayam ke masyarakat luas. Jenis *digital marketing system* yang digunakan yaitu sosial media marketing dengan memanfaatkan berbagai platform media sosial di antaranya Youtube, Facebook, Instagram, dan WhatsApp.

Kelebihan *digital marketing system* yaitu:

1. Lebih hemat biaya, biaya lebih murah daripada menggunakan teknik pemasaran konvensional.
2. Lebih hemat SDM, tidak perlu membayar orang untuk memasarkan produk langsung ke masyarakat, cukup dengan menyebarkan promosi di media sosial.
3. Proses *branding* produk lebih mudah, proses *branding* jauh lebih mudah dan cepat dibandingkan pemasaran konvensional.

Selain dari kelebihan *digital marketing system* ada beberapa diantaranya manfaat menggunakan *digital marketing system*, yaitu:

1. Menjangkau semua wilayah, bebas mempromosikan produk ke mana saja dan kapan saja, baik dalam skala lokal, nasional maupun internasional.
2. Penjualan produk lebih cepat dan tertarget, sistem penjualan produk lebih cepat dan sesuai minat konsumen sehingga promosi akan lebih efisien.
3. Lebih mudah membangun hubungan dengan konsumen, membangun interaksi sosial dengan konsumen melalui media sosial.

Berikut contoh penggunaan media sosial dalam memasarkan produk “Yam Yam Cookies” dan “Yam Yam Dimsum” oleh “Kampung Amaranthus”.



Gambar 2. Penggunaan Media Sosial dalam Pemasaran produk

Daftar Pustaka

Dinas Pertanian dan Pangan Demak. 2022. <https://dinpertanpangan.demakkab.go.id/?p=4103>

Handayani R. 2012. Teknik Budi daya Bayam Organik Sebagai Jaminan Mutu dan Gizi Untuk Konsumen di Lembah Hijau Multifarm Dukuh Joho Lor, Triyagan, Sukoharjo Provinsi Jawa Tengah.

[https://digilib.uns.ac.id/dokumen/download/25783/NTQ3NDE=/Teknik-Budi daya-Bayam-Organik-Amarathus-Spp-Sebagai-Jaminan-Mutu-Dan-Gizi-Untuk-Konsumen-Di-Lembah-Hijau-Multifarm-Dukuh-Joho-Lor-Triyagan-Sukoharjo-Propinsi-Jawa-Tengah-abstrak.pdf](https://digilib.uns.ac.id/dokumen/download/25783/NTQ3NDE=/Teknik-Budi%20daya-Bayam-Organik-Amarathus-Spp-Sebagai-Jaminan-Mutu-Dan-Gizi-Untuk-Konsumen-Di-Lembah-Hijau-Multifarm-Dukuh-Joho-Lor-Triyagan-Sukoharjo-Propinsi-Jawa-Tengah-abstrak.pdf)

BAB III PETERNAKAN

POTENSI GENETIK AYAM LOKAL KHAS DAYAK SEBAGAI SUPPORT DEFISIT SUPPLY DAGING DAN TELUR AYAM DI KAWASAN IBU KOTA NEGARA DI KALIMANTAN TIMUR

Suhardi dan Ari Wibowo
Jurusan/Program Studi Peternakan

Indonesia sampai saat ini masih belum mampu memenuhi seluruh kebutuhan pangan sumber protein hewani, ternak unggas yang merupakan komponen terbesar dalam memenuhi kebutuhan protein hewani nasional yakni sekitar 60% kebutuhan daging nasional dicukupi oleh ternak unggas terutama ayam. Pengembangan ternak ayam lokal sebagai produk pangan komplemen dalam penyediaan daging unggas dewasa ini memiliki prospek yang cukup baik (Lestari *et al.*, 2021). Salah satu indikasinya adalah cenderung meningkatnya permintaan produk ayam lokal dari tahun ke tahun yang menunjukkan bahwa: 1) Masih tingginya preferensi masyarakat terhadap produk ayam lokal karena rasa dagingnya yang khas; 2) Potensi beralihnya pangsa konsumen tertentu dari produk daging berlemak ke produk daging yang lebih organik dan; 3) Adanya pangsa pasar ayam lokal tersendiri.

Di Indonesia terdapat berbagai jenis ayam lokal, baik yang asli maupun hasil adaptasi yang dilakukan puluhan bahkan ratusan tahun yang lalu. Ayam lokal yang tidak memiliki karakteristik khusus disebut sebagai ayam kampung (Tabel 1). Masyarakat umumnya memelihara ayam kampung untuk mendapatkan daging, telur maupun sebagai tabungan yang sewaktu-waktu dapat diuangkan. Ayam lokal dapat digolongkan sebagai tipe pedaging (pelung, nagrak, gaok, dan sedayu), petelur (kudu hitam, kudu putih, nusa penida, nunukan, merawang, wareng, dan ayam sumatera), dan dwiguna (ayam sentul, bangkalan, olagan, kampung,

ayunai, melayu, dan ayam siem). Selain itu dikenal pula ayam tipe petarung (ayam banten, ciparage, tolaki, dan bangkok) dan ternak kegemaran/hias, seperti ayam pelung, gaok, tukang, burgo, bekisar, dan walik. Ayam lokal merupakan aset yang sangat berharga dalam pembentukan bibit unggul ayam lokal yang terbukti mampu beradaptasi pada lingkungan setempat (Nataamijaya, 2010; Stadelman dan Cotterill, 1977).

Ketahanan pangan merupakan salah satu sentra dalam pembangunan. Indonesia sebenarnya memiliki potensi ketersediaan aneka ragam pangan yang sangat besar. Sumber pangan lokal yang tersedia seperti, ubi jalar, padi, jagung, dan ubi kayu dan masih banyak lagi yang mempunyai potensi produktivitas yang tinggi. Pangan mempunyai potensi diversifikasi produk yang cukup beragam hasil olahannya dan memiliki kandungan zat gizi yang beragam. Pangan memiliki potensi permintaan pasar baik lokal, regional, maupun ekspor yang terus meningkat. Pertumbuhan ekonomi dapat berpengaruh terhadap kebutuhan pangan, sesuai dengan pertambahan jumlah penduduk, per kapita dan nilai ekonomi di masyarakat yang meningkat (Suhardi, 2011; Nataamijaya dan Setioko, 2002). Di era pandemi Covid-19 menyebabkan ketidakpastian ekonomi secara global. Ketidakpastian tersebut meningkat tajam di tahun 2020. Perekonomian cenderung turun dan mengakibatkan banyak pengangguran di era ini. Sektor pertanian (termasuk peternakan) dan perikanan merasakan dampak yang sangat besar. Dengan begitu pengembangan potensi genetik ayam lokal sangat menjanjikan selain kandungan gizi ayam lokal yang cukup baik populasi ayam lokal yang ada di Indonesia juga cukup banyak yang harapannya dapat membantu perekonomian masyarakat yang terkena dampak dari pandemi saat ini (Cheng and Muir, 2007).

Ayam lokal khas Dayak merupakan plasma nutfah asli Indonesia yang berada di wilayah Kalimantan Timur. Ayam juga merupakan jenis unggas penghasil sumber protein hewani. Namun potensi pengembangan ayam buras yang biasa dilakukan oleh peternak terutama peternak kecil sering tidak optimal. Menyadari besarnya potensi beternak ayam buras di masyarakat pedesaan dalam mendukung produksi daging dan telur ayam di pasar nasional maupun internasional, maka diperlukan suatu upaya pengembangan ternak ayam buras. Data mengenai perkembangan populasi ayam dan produksi telur di wilayah Provinsi Kalimantan Timur dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3 (Warwick *et al.*, 1995).

Tabel 1. Ayam lokal Indonesia, daerah asal, dan potensi pemanfaatannya.

Nama	Daerah Asal	Potensi Pemanfaatan
Pelung	Cianjur	Daging
Sentul	Ciamis	Suara
Nagrak	Sukabumi	Dwiguna
Banten	Banten	Daging
Ciparage	Karawang	Petarung
Siem	Jawa	Petarung
Wareng	Jawa	Dwiguna
Kedu hitam	Temanggung	Petelur
Kedu putih	Temanggung	Petelur
Kedu cemani	Temanggung	Petelur
Sedayu	Magelang	Obat tradisional
Gaok	Madura	Daging
Bangkalan	Madura	Daging
Olagan	Bali	Dwiguna
Nusa penida	Bali	Dwiguna
Nunukan	Kalimantan Timur	Petelur
Ayunai	Merauke	Petelur
Tolaki	Sulawesi Selatan Kalimantan Barat	Dwiguna
Tukung	Sumatera Bagian TengahSumatera	Petarung
Sumatera	Selatan	Hias
Burgo	Sumatera Selatan	Petelur
Merawang	Sumatera Barat	Hias
Kukuak	Sumatera Utara	Suara
balenggek	Tersebar di Indonesia	Dwiguna
Melayu	Madura	Petarung
Bangkok	Tersebar di Indonesia	Suara
Bekisar	Tersebar di Indonesia	Hias
Walik/Rintit	Jawa, Bali, Sumatera	Dwiguna
Kampung	Jawa, Bali, NTB, NTT Sulawesi	Satwa langka
<i>Galus varius</i>	Tengah, Maluku	Satwa langka
<i>Galus galus</i>		Satwa langka
Maleo		

Sumber: Nataatmajaya, (2000).

Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa populasi ayam buras relatif konstan masih perlu ditingkatkan dengan memanfaatkan potensi unggas lokal. Demikian pula dengan produksi telur ayam buras setiap tahunnya semakin menurun yang mulai tergantikan dengan telur ayam ras, sementara dari substansi nutrisi telur ayam kampung jauh lebih

baik daripada telur ayam jenis lainnya. Berdasarkan karakteristik telur, beberapa ciri khas yang membedakan telur ayam kampung dan ayam ras yakni sebagai berikut: 1) Warna cangkang telur ayam kampung lebih putih, sedangkan telur ayam negeri berwarna kecokelatan; 2) Ukuran telur ayam negeri lebih besar dan punya cangkang dengan tekstur yang kasar; 3) Kuning telur ayam kampung berwarna lebih oranye, sedangkan telur ayam negeri punya warna kuning telur yang lebih cerah.

Tabel 2. Data Populasi Ayam Buras di Kalimantan Timur.

Tahun	Jumlah Populasi Ayam Buras (ekor)	Jumlah Populasi Ayam <i>Broiler</i> (ekor)	Jumlah Populasi Ayam <i>Layer</i> (ekor)
2017	5.418.086	66.268.201	822.533
2018	4.569.169	67.660.692	1.055.432
2019	4.718.962	69.316.118	1.153.550
2020	4.435.205	51.871.639	1.803.740
2021	4.268.079	53.037.149	1.949.733

Sumber: Provinsi Kalimantan Timur dalam Angka (2022).

Tabel 3. Data Produksi Telur Ayam Buras di Kalimantan Timur.

Tahun	Konsumsi Telur (kg)
2017	3.470.280
2018	2.926.550
2019	3.022.500
2020	2.840.749
2021	2.733.705

Sumber: Provinsi Kalimantan Timur dalam Angka (2022).

Berdasarkan dari data tersebut di atas, dapat terlihat bahwa pengembangan ayam kampung terutama ayam lokal khas Dayak sangat memungkinkan untuk dikembangkan untuk *men-support* kebutuhan pangan yang bersumber dari kebutuhan hewani, khususnya daging dan telur (Sulandari *et al.*, 2007). Data Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan (DPKH) Kaltim per 2021 rata-rata kebutuhan unggas per bulan di Kaltim mencapai 5.733,59 ton dan Kaltim masih minus 7,31 ton per bulan untuk kebutuhan konsumsi daging unggas, serta kebutuhan telur rata-rata 1.220,4 ton per bulan sementara sebagian besar masih di suplai dari pulau

Jawa dan Sulawesi. Ayam lokal khas Dayak yang khususnya berada di Provinsi Kalimantan Timur perlu dilakukan upaya-upaya yang terstruktur dan komprehensif bagi pengembangan dan pelestarian plasma nutfah ternak nasional.

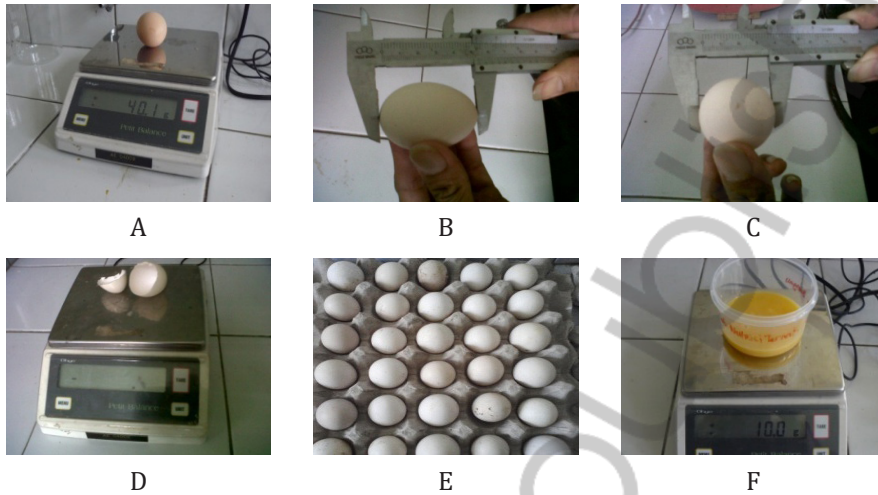
Telur Ayam Lokal

Ayam lokal atau ayam kampung/buras menghasilkan telur dengan nutrisi esensial yang lebih tinggi, bila dibandingkan dengan ayam ras. Kandungan vitamin E-nya dua kali lipat lebih banyak, dan lemak omega-3-nya 2,5 kali lebih unggul. Semua itu penting dalam meningkatkan kekebalan tubuh, fungsi penglihatan, fungsi otak, hingga kesehatan jantung kita (Kuang *et al.*, 2018).

Limpahan gizi telur ayam kampung ini sering disebut sebagai kapsul gizi, hal ini disebabkan oleh kondisi ayam yang menghasilkan telur tersebut. Selain vitamin E dan asam lemak omega-3 yang lebih banyak, telur ayam kampung juga memiliki kolesterol 1/3 lebih sedikit, lemak jenuh 1/4 lebih sedikit, vitamin A yang 2/3 lebih banyak, dan beta karoten tujuh kali lebih banyak (Fernandez, 2016). Kandungan beta karoten yang lebih banyak inilah yang menyebabkan kuning telurnya terlihat lebih gelap. Kemudian, vitamin D-nya juga tiga sampai enam kali lebih banyak. Karena vitamin E dan D, omega-3, serta setengah dari protein pada telur ini didapatkan dari kuning telurnya. Kuning telur juga mengandung lecithin, yang bersama omega-3 akan berfungsi menyeimbangkan kadar kolesterol dan lemak jenuhnya (Herman, 2000; Ruxton *et al.*, 2016)

Telur dibentuk melalui sesuatu proses yang kompleks, melibatkan beberapa organ dan dikontrol oleh aktivitas hormonal yang berlangsung selama 25-27 jam. Bermula dari lepasnya yolk dari ovarium masuk ke dalam saluran telur (oviduct) dan keluar melalui kloaka (Sumekar dan Al-Baarri, 2020).

Telur ayam lokal khas Dayak memiliki beberapa karakteristik yang spesifik dibandingkan dengan telur ayam buras lain di Indonesia. Bobot telur ayam lokal khas Dayak lebih rendah jika dibandingkan dengan hasil penelitian Sartika *et al.* (2009), yakni bobot telur ayam Nunukan 47,1 g. Namun lebih besar dibanding bobot telur ayam Kate yang bobotnya hanya 30 g.



Keterangan:

- A. Penimbangan Bobot Telur Utuh D. Penimbangan Bobot Kerabang Telur
 B. Pengukuran Panjang Telur E. Warna Kerabang Telur
 C. Pengukuran Lebar Telur F. Penimbangan Bobot Kuning Telur

Gambar 1. Observasi Telur Ayam Lokal Khas Dayak

Tabel 4. Rataan Bobot Komponen Telur Ayam Lokal Khas Dayak.

Parameter	Rataan bobot (g)
Kuning telur	11,7±2,42
Putih telur	14,78±2,39
Kerabang telur	5,24±0,98
Total (Telur Utuh)	34,49±4,17

Panjang dan Lebar Telur Ayam Lokal Khas Dayak

Dari hasil pengukuran panjang telur ayam Dayak menunjukkan bahwa maksimal panjang telur adalah 52,80 mm dan minimal panjang telur adalah 37,30 mm dengan rata-rata panjang telur adalah 46,86±2,41 mm. Ukuran lebar telur ayam menunjukkan bahwa maksimal lebar telur adalah 45,30 mm dan minimal lebar telur adalah 31,30 mm dengan rata-rata lebar telur adalah 34,99±2,03 mm.

Indeks telur ayam lokal khas Dayak

Indeks telur diperoleh dari perbandingan lebar telur dengan panjang telur, oleh karena itu indeks telur dipengaruhi oleh panjang dan lebar telur untuk mengetahui bentuk telur. Maksimal indeks telur ayam lokal Dayak adalah 1,46 dan minimal indeks telur adalah 1,04 dengan rata-rata indeks telur $1,34 \pm 2,65$.

Kerabang Telur Ayam Lokal Khas Dayak

Dari hasil penelitian menunjukkan rata-rata berat kerabang telur ayam lokal khas Dayak adalah $5,24 \pm 0,98$ g. Warna kerabang telur yang telah diteliti menunjukkan semua warna pada kerabang telur berwarna putih krem. Persentase rata-rata kerabang telur ayam lokal khas Dayak adalah $15,20 \pm 2,41$ %.

Kuning Telur Ayam Lokal Khas Dayak

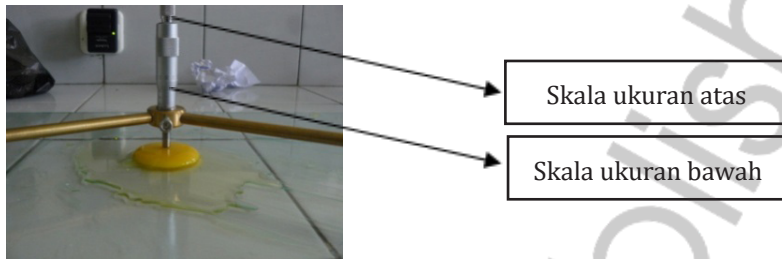
Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata bobot kuning telur yang diamati adalah $11,7 \pm 2,42$ g lebih rendah dari hasil penelitian ayam Nunukan yang dilakukan oleh Wafiatiningsih *et al.*, yaitu $17,431 \pm 1,288$ g dengan rata-rata persentase $32,25 \pm 4,84$ %.

Warna Kuning Telur Ayam Lokal Khas Dayak

Warna telur yang telah diteliti menunjukkan semua warna pada kuning telur adalah kuning pekat. Penentuan warna kuning telur menggunakan *yolk colour fan*. Standar warna kuning telur pada kuning pekat dengan Grade/USDA Score berada diantara No. 08 sampai dengan No.12.

Tinggi Kuning Telur Ayam Lokal Khas Dayak

Hasil penelitian menunjukkan bahwa paling tinggi kuning telur adalah 21,90 mm dan paling rendah adalah 17,11 mm dengan rata-rata tinggi adalah $19,71 \pm 1,19$ mm.



Gambar 2. Pengukuran Tinggi Kuning Telur Menggunakan *Depth Mikrometer*.

Persentase Kuning Telur Ayam Lokal Khas Dayak

Persentase rata-rata bobot kuning telur ayam Dayak lebih rendah di banding ayam Nunukan dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Wafiatiningsih *et al.*, (2005), yaitu $42,81 \pm 4,22$ %.

Grade/USA Score Ayam lokal khas Dayak

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kuning telur ayam Dayak memiliki kualitas yang baik karena score berada pada No. 08-12 sesuai dengan pendapat Dvofiaák (2007), rata-rata warna kuning telur yang beredar di pasaran adalah skala 8.



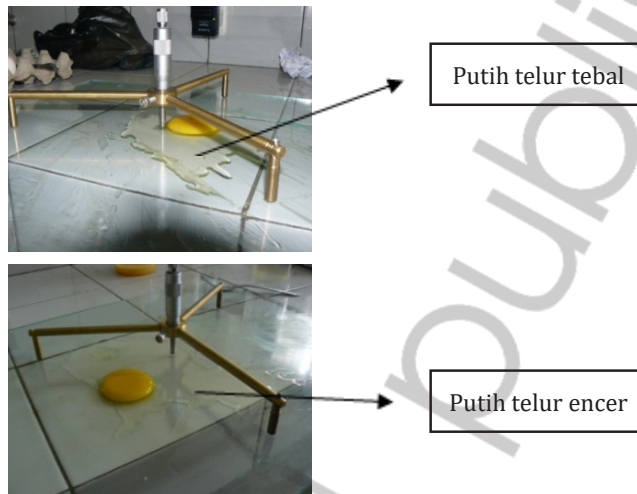
Gambar 3. Penentuan warna dan Score kuning telur berdasarkan *yolk colour fan*.

Putih Telur Ayam Lokal Khas Dayak

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata bobot putih telur adalah $14,78 \pm 2,39$ g, atau sekitar 42,85 % dalam sebutir telur. Bobot putih telur ayam Dayak lebih rendah dari hasil penelitian ayam Nunukan yang dilakukan oleh Wafiatiningsih *et al.*, (2005) yaitu $23,465 \pm 3,245$ g.

Tinggi Putih Telur Tebal Ayam Lokal Khas Dayak

Pengukuran tinggi putih telur tebal menggunakan *Depth Mikrometer*. Namun penempatan pengukurannya ditempatkan pada putih telur tebal.



Gambar 4. Pengukuran Tinggi Putih Telur Menggunakan *Depth Mikrometer*.

Tinggi Putih Telur Encer Ayam Lokal Khas Dayak

Pengukuran tinggi putih telur encer menggunakan *Depth Mikrometer*. Putih telur encer (*watery whites*) terlihat bila telur dipecah dan dituangkan pada permukaan yang rata tampak encer seperti air dan menyebar (Dvofiaák, 2007).

Hough Unit Ayam Lokal Khas Dayak

Hough Unit merupakan satuan untuk mengetahui kesegaran isi telur, terutama bagian putih telur. Untuk mengukurnya, telur harus dipecah lalu ketebalan putih telur diukur dengan alat *Depth Mikrometer*. *Hough Unit* (HU) yang telah dianalisis menunjukkan bahwa paling tinggi HU adalah 110 dan paling rendah adalah 89,22 dengan rata-rata 98,17 dengan 4,64. Pada rata-rata HU telur ayam dayak didapatkan kualitas hasil yang sangat baik yang ditunjukkan dengan nilai HU di atas 72.

Daya Tetas Telur Ayam Lokal Khas Dayak

Daya tetas telur ayam lokal khas Dayak sebesar 80 %. Telur ayam lokal khas Dayak menetas pada minggu ke 3 yaitu pada hari ke 22. Daya tetas telur ayam lokal khas Dayak tergolong tinggi.

Fertilitas Ayam Lokal Khas Dayak

Fertilitas telur ayam lokal khas Dayak dalam penelitian ini mencapai 100 % di mana keseluruhan telur yang digunakan dalam penelitian ini telah dibuahi oleh induk ayam jantan. Setelah dilakukan peneropongan pada hari ke tujuh setelah telur masuk ke dalam mesin tetas. Dari hasil pengamatan yang dilakukan, telur yang mengalami perkembangan embrio berjumlah 50 butir dari total 50 butir telur ayam lokal khas dayak yang ditetaskan di mesin tetas. Tingginya angka persentase telur yang fertil kemungkinan disebabkan oleh pemerataan induk ayam jantan dalam membuahi sel telur, serta kualitas semen dari induk ayam jantan.

Karakter Fenotipe Kuantitatif Ayam Lokal Khas Dayak

Ukuran Tubuh Bagian Kepala

Berdasarkan rata-rata kuantitatif diperoleh panjang paruh jantan $32,96 \pm 0.06$ mm dan betina $29,3 \pm 0.06$ mm, lebar paruh jantan $16,5 \pm 1.50$ mm dan betina $16,3 \pm 1.30$ mm, tebal paruh jantan $12,1 \pm 1.50$ mm dan betina $13,1 \pm 2.90$ mm, panjang kepala jantan $44,6 \pm 3.90$ mm dan betina $43,7 \pm 4.80$ mm, lebar kepala jantan $30,2 \pm 2.00$ mm dan betina 27 ± 5.30 mm, tinggi jengger jantan $59,1 \pm 15.80$ mm dan betina $17,6 \pm 10.40$ mm, lebar jengger jantan $99,5 \pm 32.10$ mm dan betina $29,7 \pm 12.70$ mm, tebal jengger jantan $16,6 \pm 12.70$ mm dan betina $6,6 \pm 2.00$ mm.



Gambar 6. Karakteristik Morfologi Ayam Lokal Khas Dayak.

Ukuran Tubuh Bagian Badan

Bobot badan jantan $2074,46 \pm 412.28$ g dan betina $1179,44 \pm 183.03$ g, panjang badan jantan $45,1 \pm 1.19$ cm dan betina $37,86 \pm 0.78$ cm, lingkaran badan jantan $35,79 \pm 1.77$ cm dan betina $30,72 \pm 2.26$ cm, panjang punggung jantan $23,21 \pm 1.83$ cm dan betina $19,47 \pm 1.48$ cm, panjang sayap jantan $24,44 \pm 1.04$ cm dan betina $21,05 \pm 1.28$ cm, panjang leher jantan $17,91 \pm 1.90$ cm dan betina $15,21 \pm 2.49$ cm, lebar *pelvis* jantan $1,82 \pm 0.30$ cm dan betina $2,95 \pm 0.50$ cm.



Gambar 7. Pengukuran Bagian Tubuh Ayam Lokal Khas Dayak

Ukuran Tubuh Bagian Kaki

Panjang *femur*/paha atas jantan $12,55 \pm 0,99$ cm dan betina $10,67 \pm 0,64$ cm, panjang *tibia*/paha bawah jantan $15,88 \pm 1,43$ cm dan betina $12,85 \pm 1,06$ cm, panjang ceker jantan $18,08 \pm 1,30$ cm dan betina $14,86 \pm 0,81$ cm, lingkaran *shank* jantan $4,63 \pm 0,23$ cm dan betina $3,69 \pm 0,25$ cm, panjang taji jantan $37,8 \pm 15,40$ mm, lingkaran taji jantan $16 \pm 8,00$ mm.



Gambar 8. Ukuran Tubuh Bagian Kaki Ayam Lokal Khas Dayak

Hasil pengamatan sifat kuantitatif ayam lokal khas Dayak jantan dan betina dalam hal ini meliputi bobot badan dan ukuran-ukuran tubuhnya yang dikelompokkan ke dalam ukuran-ukuran bagian kepala, tubuh dan kaki disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Bobot Badan dan Ukuran Tubuh Ayam Lokal Khas Dayak Jantan dan Betina Dewasa.

Parameters	Jantan		Betina	
	Rataan	std*	Rataan	std*
Panjang Paruh (mm)	32,96	0,06	29,30	0,06
Lebar Paruh (mm)	16,50	1,50	16,30	1,30
Tebal Paruh (mm)	12,10	1,50	13,10	2,90

Parameters	Jantan		Betina	
	Rataan	std*	Rataan	std*
Panjang Kepala (mm)	44,60	3,90	43,7	4,80
Lebar Kepala (mm)	30,20	20,00	27,00	5,30
Tinggi Jengger (mm)	59,10	15,80	17,6	10,4
Lebar Jengger (mm)	99,50	32,10	29,7	12,7
Tebal Jengger (mm)	16,60	5,00	6,60	2,00
Bobot Badan (g)	2.074,46	412,28	1.179,44	183,03
Panjang Badan (cm)	45,10	1,19	37,86	0,78
Lingkar Badan (cm)	35,79	1,77	30,72	2,26
Panjang Punggung (cm)	23,21	1,83	19,47	1,48
Panjang Sayap (cm)	24,44	1,04	21,05	1,28
Panjang Leher (cm)	17,91	1,90	15,21	2,49
Lebar <i>Pelvis</i> (cm)	1,82	0,30	2,95	0,50
Panjang <i>Femur</i> (cm)	12,55	0,99	10,67	0,64
Panjang <i>Tibia</i> (cm)	15,88	1,43	12,85	1,06
Panjang Ceker (cm)	18,08	1,30	14,86	0,81
Lingkar <i>Shank</i> (cm)	4,63	0,23	3,69	0,25
Panjang Taji (mm)	37,80	15,40	-	-
Lingkar Taji (mm)	16,00	8,00	-	-

*std = standar deviasi

Karakter Fenotipe Kualitatif Ayam Lokal Khas Dayak

Karakteristik sifat kualitatif sebagai identitas ayam lokal khas Dayak jantan dan betina yang diperoleh dari hasil penelitian ini disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Karakteristik Sifat Kualitatif Ayam Lokal Khas Dayak.

Sifat Kualitatif	Jantan		Betina	
	Jumlah (ekor)	%	Jumlah (ekor)	%
Warna kulit tubuh	4	80		
Putih	1	20	2	13
Kuning			13	87

Sifat Kualitatif	Jantan		Betina	
	Jumlah (ekor)	%	Jumlah (ekor)	%
Warna bulu				
Hitam, merah, kuning emas, krem	1	20	1	7
Hitam, putih, krem	2	40	1	7
Merah, kuning, abu-abu	1	20	1	7
Merah, putih, hitam	1	20	4	20
Kuning, abu-abu	-	-	1	7
Hitam, cokelat kekuningan	-	-	1	7
Cokelat kekuningan	-	-	1	7
Bintik abu-abu hitam	-	-	2	17
Hitam, putih, kuning	-	-	1	7
Kuning, merah	-	-	1	7
Cokelat	-	-	1	7
Warna jengger				
Merah	5	100	13	87
Merah muda	-	-	2	13
Warna paruh				
Kuning	2	40	9	60
Hitam	2	40	6	40
Putih	1	20	-	-
Warna lidah				
Putih	1	20	-	-
Merah muda	3	60	11	70
Merah	1	20	4	30
Warna langit-langit mulut				
Merah muda	1	20	2	13
Merah	4	80	13	87
Warna ceker				
Kuning	4	80	9	60
Hitam	1	20	6	40
Sifat kanibal				
	-	-	-	-
Umur ternak				
8 bulan	5	100	15	100

Warna kulit yang diamati sebagian besar adalah putih yaitu pada jantan 80% dan betina 90% yaitu jantan dan betina, dan hanya sedikit saja

ayam lokal khas Dayak yang berkulit merah putih dan kuning yaitu pada jantan 20% dan betina 10%. Warna bulu ayam lokal khas Dayak bervariasi dari warna hitam merah kuning emas krem, hitam putih krem, merah kuning abu-abu, merah putih hitam, merah cokelat hitam putih, hitam kuning emas, putih, putih hitam, kuning abu-abu, hitam cokelat kekuningan, cokelat kekuningan, bintik abu-abu hitam, hitam putih kuning, kuning merah dan cokelat. Warna bulu yang bervariasi ini tidak dapat digunakan sebagai identitas ataupun ciri khas dari ayam lokal khas Dayak tersebut. Jengger ayam lokal khas Dayak hampir 100% berwarna merah dengan bentuk jengger tunggal (*single*) baik jantan maupun betina. Warna jengger ayam Dayak yang berwarna merah ini dapat dijadikan sebagai salah satu ciri atau identitasnya. Warna paruh ayam lokal khas Dayak sebagian besar adalah hitam dan kuning yaitu masing-masing 30% dan 70% pada ayam betina dan 40% dan 40% pada ayam jantan, sedangkan sebagian kecil berwarna putih 20% untuk jantan. Warna lidah ayam lokal khas Dayak adalah berwarna merah dan merah muda yaitu masing-masing 82% dan 18% pada ayam betina dan 20% dan 60% pada ayam jantan, sedangkan yang berwarna putih sekitar 20% untuk jantan. Warna langit-langit mulut ayam lokal khas Dayak berwarna merah dan merah muda yaitu masing-masing 20% dan 80% pada ayam betina dan 80% dan 20% pada ayam jantan. Warna ceker ayam Dayak yang didominasi hitam, dan kuning yaitu 30% dan 50% pada ayam betina, 20% dan 80% pada ayam jantan. Hanya sebagian kecil saja ayam lokal khas Dayak yang memiliki warna ceker hijau lumut, yaitu 20% pada ayam betina.

Kesimpulan

Karakteristik bobot badan dan ukuran-ukuran tubuh ayam lokal khas Dayak lebih besar dibandingkan dengan ayam Katai. Ayam lokal khas Dayak dikategorikan sebagai ayam tipe besar karena bobot badan ayam jantan dewasa mencapai 2 kg/ekor, namun lebih kecil dari ayam Nunukan dan lebih besar dari ayam Katai (*dwarf*). Bobot badan rata-rata ayam lokal khas Dayak jantan adalah 2.074,46 gr dan 1.179,44 g pada betina. Warna bulu ayam lokal khas Dayak bervariasi dari warna hitam merah kuning emas krem, hitam putih krem, merah kuning abu-abu, merah putih hitam, merah cokelat hitam putih, hitam kuning emas, putih, putih hitam, kuning abu-abu, hitam cokelat kekuningan, cokelat kekuningan, bintik abu-abu hitam, hitam putih kuning, kuning merah dan cokelat. Warna bulu yang

bervariasi ini tidak dapat digunakan sebagai identitas ataupun ciri khas dari ayam lokal khas Dayak tersebut. Bentuk jengger sebagai salah satu petunjuk identitas ayam lokal khas Dayak adalah tunggal (*single*).

Daftar Pustaka

- Cheng H.W., and W.M Muir. 2007. Mechanism of aggression and production in chicken: genetic variations in the functions of serotonin, catecholamine, and corticosterone. *J.World's Poult. Sci.* Vol. 63: 233-254.
- Dvofiaák P., E. Straková, J. Kunová, V. Kunová: Egg Yolk Colour Dependis upon the Composition of the Feeding Mixture for Laying Hens. 2007. *Acta Vet Brno.* 76: 121-127.
- Fernandez, M. L. 2016. Eggs and Health Special Issue. *Nutrients.* Vol 8. 784; doi:10.3390/nu8120784.
- Herman, A. 2000. Pengaruh Bobot dan Indeks Telur Terhadap Jenis Kelamin Anak Ayam Kampung Pada Saat menetas. Institut Pertanian Bogor. (Skripsi)
- Iskandar, S. 2004. Respons Pertumbuhan dan Perkembangan Alat Pencernaan Ayam Anak Silangan Pelung X Kampung Terhadap Kandungan Protein Ransum. *JITV* Vol. 9 No.4 Th 2004. Balai Penelitian Ternak, Bogor.
- Kuang H, Yang F, Zhang Y, Wang T, Chen G. 2018. The Impact of Egg Nutrient Composition and Its Consumption on Cholesterol Homeostasis. *Cholesterol.* Volume 2018, Article ID 6303810, Page 22. <https://doi.org/10.1155/2018/6303810>.
- Lestari, D., Harini, N. V. A dan Lase, J. A. 2021. Strategi dan prospek pengembangan agribisnis ayam lokal Indonesia. *Jurnal Peternakan.* Volume 05. No. 01. 2599-1736. E-ISSN.
- Nataamijaya, A.G. 2000. The native chickens of Indonesia. *Bul. Plasma Nutfah* 6(1): 1-6.
- Nataamijaya, A.G. 2010. Pengembangan potensi ayam lokal untuk menunjang peningkatan kesejahteraan petani. *Jurnal Litbang Pertanian*, 29(4),
- Nataamijaya, A.G. dan A.R. Setioko. 2002. Koleksi Ayam Lokal Secara Ex-situ Dengan Memanfaatkan Informasi Bioteknis Dalam Kondisi *In situ*. Badan Litbang Pertanian, Jakarta.

- Provinsi Kalimantan Timur dalam Angka. 2022. Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Timur. (<https://kaltim.bps.go.id>)
- Ruxton, C.H.S., E. Derbyshire and S. Gibson. 2016. The nutritional properties and health benefits of eggs. *Nutrition & Food Science*. Vol. 40 No. 3, 2010. pp. 263-279.
- Sartika, T., S. Iskandar, D. Zainuddin, S. Sopiyan, B. Wibowo dan A. Udjiyanto. 2009. Seleksi dan "Open Nucleus" Ayam KUB (Kampung Unggul Balitnak). Laporan Penelitian No: NR/G-01/Breed/APBN 2009.
- Stadelman, W. J. dan O. J. Cotterill. 1977. *Egg Science and Technology*. 2nd ED. AV Publising CO., Inc., Westport.
- Suhardi, 2011. Karakterisasi Ex Situ Ayam Lokal Khas Dayak bagi Pengembangan Plasmanutfeh Ternak Unggas Nasional. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol. 7 No 1. Universitas Mulawarman, Samarinda.
- Sulandari S, M. S. Zein, S. Paryanti, T. Sartika. 2007. Taksonomi dan Asal Usul Ayam Domestikasi. Hlm. 5-25. Dalam K. Diwyanto Dan S.N. Prijono (Ed.). *Keanekaragaman Sumber Daya Hayati Ayam Lokal Indonesia: Manfaat dan Potensi*. Bogor: Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Sumekar, W and A. N. Al-Baarri, 2020. Study in Agroindustry of Salted Egg: Length of Salting Process and Marketing Reach Aspects. *Journal of Applied Food Technology*, vol. 7, no. 1, pp. 25-28. <https://doi.org/10.17728/jaft.7427>.
- Wafiatiningsih., S. Imam dan A. S. Ratna. 2005. Performens dan Karakteristik Ayam Nunukan. Lokakarya Nasional Inovasi Teknologi Pengembangan Ayam Lokal, Kalimantan Timur.
- Warwick, E.J., J. M. Astuti dan W. Hardjosubroto. 1995. *Pemuliaan Ternak*. Edisi Kelima. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

PROSPEK SORGUM SEBAGAI SUMBER HIJAUAN MAKANAN TERNAK DI KALIMANTAN TIMUR

Apdila Safitri
Jurusan/Program Studi Peternakan

Latar Belakang

Upaya penyediaan sumber hijauan makanan ternak yang unggul merupakan permasalahan klasik yang terjadi dalam bidang peternakan. Peningkatan produksi hijauan untuk memenuhi kebutuhan ternak sering dihadapkan pada kendala kuantitas, kualitas dan kontinuitas yang dipengaruhi oleh faktor musim dan rendahnya ketersediaan lahan subur (Sriagtula, *et al.* 2017). Beberapa faktor lainnya yang mempengaruhi produktivitas hijauan seperti benih unggul, alih guna lahan, lingkungan, teknologi penyimpanan, transportasi dan pasca panen. Penyediaan benih unggul terus dilakukan dengan pengembangan varietas tanaman yang memiliki daya adaptasi dan produksi tinggi. Teknologi rekayasa genetika telah dilakukan untuk menghasilkan varietas-varietas tanaman hijauan makanan ternak unggul seperti penyinaran gamma pada sorgum dan rumput gajah yang menghasilkan varietas mutan. Dengan perkembangan varietas baru ini diharapkan dapat meningkatkan produksi hijauan di berbagai kondisi lahan marginal.

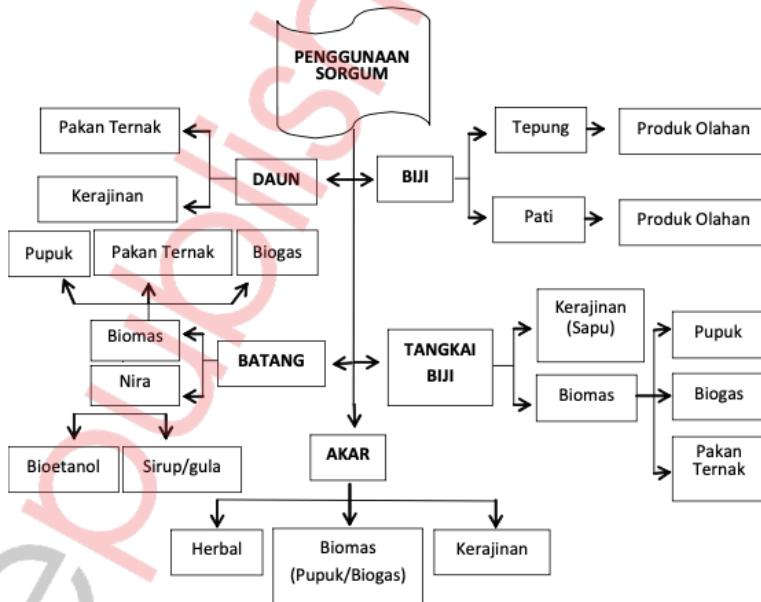
Keterbatasan lahan yang subur untuk menanam hijauan makanan ternak yang disebabkan oleh persaingan penggunaan lahan menyebabkan penanaman dilakukan pada lahan marginal dengan tingkat kesuburan rendah. Lahan marginal memiliki keterbatasan dalam sifat fisik dan kimia tanah. Lahan rentan akan kekeringan dan rendahnya unsur hara. Sebagian besar kondisi tanah di Kalimantan Timur termasuk jenis podsolik merah kuning dengan tingkat keasaman tinggi dan rendahnya kandungan bahan

organik tanah. Tanah podsolik merah kuning memiliki sifat kimia dengan pH sekitar 4-5,5 yang termasuk tanah masam, kadar Al yang tinggi, kandungan unsur hara N, P, K dan Ca umumnya rendah, dan memiliki kejenuhan basa < 35%, sehingga tanah ini membutuhkan pemupukan dan pengapuran serta pengelolaan di mana pemberian pupuk SP36 dan mikoriza dapat meningkatkan efisiensi penyerapan pupuk fosfor, pertumbuhan dan produksi tanaman (Octivia T, dkk. 2001). Sebagian besar lahan di Kalimantan Timur diperuntukkan usaha pertambangan, perkebunan kelapa sawit, pertanian, dan kehutanan.

Pengembangan hijauan tanaman pakan telah diarahkan ke lahan marginal seperti reklamasi lahan pasca tambang, terintegrasi dengan kebun kelapa sawit, lahan sawah, dan hutan untuk menghindari persaingan penggunaan lahan produktif untuk tanaman pangan dan kebutuhan primer lainnya. Produksi rumput lapang di lahan reklamasi pasca tambang tergolong rendah sebanyak 73445,29 kg ha⁻¹ dengan kapasitas tampung ternak 0,52 ST ha⁻¹ tahun⁻¹ (Dwi S.A., dkk. 2019). Kandungan logam berat pada tanaman yang dibudidayakan di lahan pasca tambang menjadi perhatian sebelum diberikan pada ternak tetapi didapati bahwa logam berat masih dalam kategori rendah yang berarti aman untuk dikonsumsi ternak. Sedangkan luasan perkebunan kelapa sawit yang terus mengalami penambahan tiap tahun yang saat ini mencapai sekitar 1,4 juta hektare yang berpotensi untuk menghasilkan hijauan di bawah tegakannya (BPS, 2022). Permasalahan rendahnya produksi dan kualitas nutrisi rumput serta terbatasnya informasi mengenai jenis tanaman yang tahan akan naungan di bawah pokok kelapa sawit (Martaguri, dkk. 2015). Jenis hijauan unggul yang dikembangkan terbatas pada rumput gajah, rumput odot, rumput pakchong. Dengan kondisi lahan di Kalimantan Timur dibutuhkan tanaman yang mampu berproduksi tinggi dengan tanah miskin hara. Perkembangan hijauan dengan diluncurkannya berbagai varietas mutan hasil persilangan ataupun rekayasa genetika contohnya sorgum mutan khusus pakan. Rumput ini tergolong rumput potong dengan kemampuan adaptasi yang luas pada berbagai kondisi lahan yang miskin unsur hara dan tahan terhadap kekeringan (Sriagtula, R., dan S. Sowmen. 2018). Informasi produksi sorgum pada lahan di Kalimantan Timur masih sedikit dan belum dikenal luas oleh peternak.

Perkembangan Sorgum di Indonesia

Sorgum telah dikenal semenjak masa orde baru sebagai tanaman pangan tetapi program saat itu berfokus pada peningkatan produksi padi sebagai pangan utama masyarakat Indonesia sehingga petani hanya membudidayakan sorgum sebagai tanaman sela untuk menghadapi musim kering atau paceklik. Sorgum adalah tanaman famili *Gramineae* termasuk sereal seperti padi, jagung, gandum yang penting untuk pangan, pakan, dan bioetanol (Sri Hery Susilowati dan Handewi P. Saliem, 2013) Bagian tanaman sorgum yang dimanfaatkan mulai dari biji, biomasa batang dan daun, dan nira sehingga sorgum dikenal sebagai tanaman multiguna. Pemanfaatan bagian biji untuk bahan baku pangan dibuat menjadi tepung untuk substitusi tepung gandum. Tepung sorgum memiliki nilai tambah kandungan mineral sorgum khususnya unsur Fe cukup memadai 4-5,5 mg/100 g (Balitsereal, 2020). Bagian daun dimanfaatkan untuk pakan sumber hijauan makanan ternak ruminansia. Kemudian bagian batang dan nira dari jenis sorgum manis biasanya digunakan untuk membuat sirup atau gula semut dan pembuatan bioethanol. Ada pula jenis sorgum untuk sapu dan kerajinan yang diekspor ke beberapa negara eropa. Penggunaan bagian-bagian tanaman sorgum dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Penggunaan bagian tanaman sorgum (Herman Subagio dan Suryawati, 2013)

Produksi sorgum di Indonesia mengalami fluktuasi luasan tanam dan produksi bijinya baru mencapai 60% dari potensinya (Tabel 1) (Direktorat Budi daya Serealia, 2013). Peningkatan produksi masih terbuka dengan menggunakan benih unggul dan pemeliharaan optimal. Berbagai lembaga penelitian mulai mengembangkan varietas sorgum unggul untuk pangan dengan perbaikan genetik dari benih terdahulu.

Tabel 1. Keragaan Luas Panen dan Produksi Sorgum di Indonesia.

Tahun	Luas Panen (ha)	Produktivitas (ku/ha)	Produksi (ton)
2005	3.659	16,7	6.114
2006	2.944	18,3	5.399
2007	2.373	17,9	4.241
2008	2.419	18,8	4.553
2009	2.264	27,3	6.172
2010	2.974	19,2	5.723
2011	3.607	21,3	7.695

Sumber: Direktorat Budi daya Serealia, Ditjen Tanaman Pangan, 2012

Penggunaan benih varietas unggul memberikan perkembangan positif bagi sorgum dengan varietas pangan yang telah dirilis oleh Balitsereal seperti Numbu, Kawali, Citayam, Super 1, Super 2, Super 3 Agritan, Super 4 Agritan, dan Soper 6. Sedangkan untuk sorgum diperuntukan bagi pakan dan bioethanol pun mengalami perkembangan dengan dirilis beberapa varietas sorgum oleh BATAN seperti varietas untuk pangan ada Pahat, Samurai 1 dan Samurai 2, untuk pakan terdapat galur mutan G5 dan G8 (Wahyono, T. 2015). Sorgum untuk pakan memiliki karakteristik rendah lignin tetapi memiliki biomassa hijauan tinggi dengan daya adaptasi lingkungan yang luas sehingga mampu ditanam pada lahan marginal.

Dalam menghadapi krisis energi dan berkurangnya cadangan energi dari fosil mengharuskan inovasi dalam penyediaan energi berasal dari bioethanol dengan memanfaatkan kelebihan produksi biomassa dari sorgum yang tinggi dan nira pada batangnya sehingga dilakukan perakitan varietas sorgum manis dengan produksi nira lebih tinggi. Perakitan varietas sorgum manis pun dilakukan untuk menyaingi produksi biomassa tebu yang selama ini digunakan. Varietas sorgum yang digunakan untuk bioethanol di Indonesia seperti Watar Hammu Putih, 4-183A, 5-193c,

15011A, 15011B, dan 15021A dengan produksi etanol 3000-4000 l/ha. Kemudian pada tahun 2013 dilakukan pelepasan untuk galur Watar Hammu Putih dan 15021A dengan nama varietas Super 1 dan Super 2 (Pabendon, M.B, dkk. 2012).

Keunggulan Sorgum

Budi daya sorgum hampir di seluruh belahan dunia pada negara-negara yang memiliki lahan kering atau beriklim semi-arid dan relatif mudah untuk digunakan sebagai pakan, pangan dan bahan industri (Yulita, R dan Risda, 2006). Sorgum telah banyak dikembangkan oleh negara di Afrika, Asia dan Amerika. Tanaman ini memiliki keunggulan daya adaptasi luas, toleran terhadap kekeringan dan genangan air, dapat berproduksi pada lahan marginal, serta relatif tahan terhadap gangguan hama atau penyakit (Sirappa MP, 2003; Godoy and Tesso, 2013). Kandungan nutrisi pada sorgum cukup tinggi dengan karbohidrat biji sorgum relatif sama dengan beras, bahkan kadar protein, kalsium, besi, dan fosfor lebih tinggi. Biji sorgum mengandung 73% karbohidrat, 11% protein, 28 mg/100 g kalsium, 4,4 mg/100 g besi, dan 287 mg/100 g fosfor (Léder, I. 2004; Dicko, *et al.* 2006). Menurut Subagio dan Suryawati (2013) bahwa sorgum memiliki keunggulan dalam hal:

1. Adaptasi cukup luas
Sorgum cocok dibudidayakan di lahan kering karena kebutuhan airnya sedikit, dapat tumbuh pada lahan marginal dan toleran terhadap cekaman lingkungan. Adanya lignin pada batang sorgum membuat sorgum dapat toleran genangan air, kadar garam tinggi, dan keracunan aluminium.
2. Keragaman genetik tinggi
Kemudahan dalam merakit varietas tanaman sorgum untuk berbagai kebutuhan sehingga berkembang varietas baru dengan penampilan fenotipik tanaman berupa umur, tinggi tanaman, warna biji, rasa biji, kandungan lignin rendah, kandungan nira tinggi, dan produksi biomassa tinggi.
3. Budi daya mudah
Benih sorgum mampu beradaptasi untuk tumbuh pada kondisi kekeringan. Secara fisiologis, permukaan daun sorgum yang mengandung lapisan lilin dan sistem perakaran yang ekstensif,

fibrous, dan dalam cenderung membuat tanaman lebih efisien dalam absorpsi dan pemanfaatan air (laju evapotranspirasi sangat rendah).

4. Risiko gagal panen kecil

Sorgum tahan terhadap serangan hama dan penyakit dibandingkan dengan tanaman pangan lain. Kemampuan ratun pada sorgum dapat menghemat biaya.

Aspek Agronomi Sorgum

Tanaman sorgum dalam taksonomi termasuk pada keluarga *Poaceae* atau *Graminae* (rumput) telah dikenal luas sebagai tanaman multiguna yang dimanfaatkan sebagai bahan baku pangan, pakan dan produksi energi. Keunggulan sorgum dapat tumbuh di lahan marginal, toleran terhadap kekeringan, dan produktivitas tinggi. Tanaman sorgum di Indonesia sebagian besar dapat ditemui pada daerah-daerah dengan lahan relatif kering, lahan marginal, lahan kosong, atau lahan non produktif. Tanaman sorgum dapat mencapai tinggi 2-4 meter dengan produksi biji sorgum manis dapat mencapai 3,45-6,34 ton ha⁻¹. Perkembangan varietas unggul terbukti dapat memperbaiki aspek agronomi dan produksi dari sorgum yang terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perkembangan aspek agronomi pada varietas unggul sorgum untuk pangan.

Varietas	Tahun dilepas	Potensi hasil (t/ha)	Umur panen (hari)	Tinggi tanaman (cm)	Panjang malai (cm)	Bentuk malai
No. 6C	1970	4,6-6	96-106	165-238	19-20	Ellips
UPCA-S2	1972	4,0-4,9	105-110	180-210	22-26	Pyramid
KD4	1973	4,0	90-100	140-180	20-24	Ellips
Keris	1983	2,5	70-80	80-125	19-20	Ellips
UPCA-S1	1985	4,0	90-100	140-160	20-22	Ellips
Badik	1986	3,0-3,5	80-85	145	20-21	Ellips
Hegari Genjah	1986	3,0-4,0	81	145	19	Ellips
Mandau	1991	4,0-5,0	91	153	23	Pyramid
Sangkur	1991	3,6-4,0	82-96	150-180	20-25	Ellips
Numbu	2001	4,0-5,0	100-105	187,00	22-23	Ellips

Varietas	Tahun dilepas	Potensi hasil (t/ha)	Umur panen (hari)	Tinggi tanaman (cm)	Panjang malai (cm)	Bentuk malai
Kawali	2001	4,0-5,0	100-110	135,00	28-29	Ellips
Super 1	2013	5,75	105-110	216,50	26,67	Ellips
Super 2	2013	6,33	115-120	229,71	26,38	Simetris

Sumber: Aqil *et al.*, 2013

Potensi Sorgum sebagai Hijauan Makanan Ternak

Selama ini sorgum yang tersebar di masyarakat merupakan jenis sorgum manis yang diperuntukkan untuk pangan. Pemanfaatan sorgum manis sebagai sumber hijauan dibatasi oleh kandungan lignin yang tinggi sehingga sulit dicerna oleh ternak. Adanya teknologi mutasi maupun persilangan diperoleh beberapa galur sorgum yang didesain untuk pakan, yaitu sorgum dengan kandungan lignin lebih rendah dan kandungan nutrisi lebih tinggi yaitu varietas sorgum *brown midrib* (Dann *et al.*, 2008). Jenis *bmr* diaplikasikan pada hijauan sorgum, sudan grass, dan jagung (Miller dan Stroup, 2003). Sorgum *bmr* merupakan salah satu hasil pemuliaan sorgum yang difokuskan pemanfaatannya untuk pakan ternak. Banyak penelitian melaporkan bahwa sorgum *bmr* memiliki kandungan lignin lebih rendah, kandungan nutrisi yang lebih tinggi, dan produksi biomasa 12% lebih rendah dibandingkan dengan sorgum konvensional (Mustafa *et al.*, 2004; Oliver *et al.*, 2004). Produksi yang tinggi umumnya diperoleh dari varietas berumur dalam (> 95 hari) dan cocok untuk digunakan sebagai pakan (forage sorghum). Beberapa penelitian di bidang peternakan, sorgum umumnya digunakan untuk menyubstitusi jagung dalam ransum. Biji sorgum pada umumnya mengandung energi metabolisme sebesar 3288 kkal/kg, hampir sama dengan jagung yang memiliki kandungan energi sebesar 3330 kkal/kg. Selain biji, bagian lain dari tanaman sorgum sebenarnya cukup berpotensi jika digunakan sebagai pakan ternak, di beberapa negara maju hijauan dari tanaman sorgum sudah mulai digunakan sebagai pakan ternak. Umumnya hijauan dari sorgum diolah menjadi silase.

Perbedaan antara sorgum pangan dan pakan terdapat pada karakteristik nutrien dan pencernaan (Singh *et al.*, 2017). Produksi sorgum pakan varietas mutan pada tanah ultisol di musim kering menghasilkan biomassa segar 19,89 ton ha⁻¹ pada biji sorgum fase *soft dough* sedangkan

untuk produksi berat kering paling baik pada fase *hard dough* sebanyak 8,89 ton ha⁻¹ perbedaan waktu pemanenan akan berpengaruh pada produksi biomassa sorgum (R. Sriagtula dan S. Sowmen, 2018). Sedangkan kecernaan sorgum mutan galur G5 dan G8 untuk persentase *in vitro* true digestibility (IVTD) 54,48 dan 54,61% paling tinggi pada fase *hard dough* dengan perbedaan fase generative juga mempengaruhi tingkat kecernaan dari sorgum (Wahyono, dkk. 2019). Pada pengamatan sorgum mutan G5 dan G8 yang ditanam pada tanah podsolik Kalimantan Timur dengan perbedaan level pupuk kandang didapatkan rata-rata tinggi sorgum 236.20 cm (Safitri *et al.*, 2021). Hal ini memperlihatkan bahwa sorgum dapat tumbuh dengan baik pada tanah podsolik yang cenderung miskin hara dan keasaman tinggi.

Kesimpulan

Sorgum memiliki potensi yang tinggi untuk dibudidayakan sebagai hijauan makanan ternak didasarkan pada daya adaptasi luas dan kandungan nutrisinya. Sorgum sebagai tanaman multiguna yang memiliki kemampuan toleran terhadap kekeringan, lahan marginal dan tahan terhadap serangan hama dan penyakit akan memberikan keuntungan lebih mudah dibudidayakan oleh peternak. Penggunaan varietas unggul sorgum mutan dapat meningkatkan kemampuan tanaman ini dalam produksi biomassa dan kecernaan. Sorgum dengan keunggulan yang dimiliki akan menjadi tanaman yang bisa diperhitungkan dalam pengembangan ke depan yang dapat beradaptasi dengan kondisi tanah di Kalimantan Timur yang termasuk dalam lahan marginal.

Daftar Pustaka

- Aqil, M., Zubachtirodin, dan C. Rapar. 2013b. Deskripsi varietas unggul jagung, sorgum, dan gandum, Edisi 2013. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros.
- Balitsereal. 2020. Dukung Pangan Lokal, Balitsereal Tawarkan Sorgum Kaya Zat Besi (Fe). <http://balitsereal.litbang.pertanian.go.id/dukung-pangan-lokal-balitsereal-tawarkan-sorgum-kaya-zat-besi-fe/>. [diakses 30 Agustus 2022].
- BPS. 2022. Provinsi Kalimantan Timur Dalam Angka 2022.
- Dann HM, Grant RJ, Cotanch KW, Thomas ED, Ballard CS, Rice R. 2008. Comparison of brown midrib sorghum-sudanggrass with corn

- silage on lactational performances and nutrient digestibility in Holstein dairy cows. *J Dairy Sci.* 91: 663-672.
- Dicko, M.H., H. Gruppen, A.S. Traoré, W.J.H van Berkel, and A.G.J Voragen. 2006. Sorghum grain as human food in Africa: relevance of content of starch and amylase activities. *African Journal of Biotechnology* 5 (5): 384-395.
- Direktorat Budi daya Serealia. 2013. Kebijakan Direktorat Jenderal Tanaman Pangan dalam Pengembangan Komoditas Jagung, Sorgum dan Gandum. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. Kementan RI. Jakarta.
- Dwi Sinyin Andini, Taufan P. Daru, Apdilla Safitri, dan Fikri Ardhani. 2019. Potensi Rumput Lapang Di lahan Reklamasi Pasca Tambang sebagai Sumber Hijauan Pakan Ternak. *Jurnal Peternakan Lingkungan Tropis*, VOL. 2(2): 7-11.
- Godoy JGV, Tesso TT. 2013. Analysis of juice yield, sugar content, and biomass accumulation in sorghum. *J Crop Sci.* 53(4): 1288-1297.
- Herman Subagio dan Suryawati. 2013. Wilayah Penghasil dan Ragam Penggunaan Sorgum di Indonesia. *Sorghum: Inovasi Teknologi dan Pengembangan*. IAARD Press. Jakarta.
- Léder, I. 2004. Sorghum and millets, in cultivated plants, primarily as food sources, [Ed. György Füleký], in *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*, Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, UK, [<http://www.eolss.net>]. 18p.
- Martaguri, Imana., L. Abdullah, P.D.M.H Karti, I.K.G. Wiryawan, R. Dianita. 2015. Simpanan Karbon dan Kandungan Nutrisi Beberapa Spesies Rumput Tropis Asal Perkebunan Kelapa Sawit Rakyat di Kabupaten Sarolangun Propinsi Jambi. *Pastura*. Vol. 4 (2): 66-69.
- Miller FR, Stroup JA. 2003. Brown midrib forage sorghum, sudanggrass and corn: what is the potential? *California Alfalfa Symposium Proceeding*. University of California Alfalfa and Forage.
- Mustafa AF, Hassanat F, Seguin P. 2004. Chemical composition and in situ ruminal nutrient degradability of normal and brown midrib forage pearl millet grown in southwestern Quebec, *Can. J. Anim. Sci.* 84 (2004) 737- 740.
- Octivia Trisilawati, Titin Supriatun dan Ida Indrawati. 2001. Pengaruh Mikoriza Arbuskula dan Pupuk Fosfat Terhadap Pertumbuhan

- Jambu Mente pada Tanah Podsolik Merah Kuning. *J. Biol. Indon.* Vol. III, No. 2: 91-98.
- Oliver AL, Grant RJ, Pedersen JF, O'Rear J. 2004. Comparison of brown midrib-6 and-18 forage sorghum with conventional sorghum and corn silage in diets of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87 (2004) 637-644.
- Pabendon, M.B., M. Aqil, dan S. Masud. 2012. Kajian Sumber Bahan Bakar Nabati Berbasis Sorgum Manis. *Buletin Iptek Tanaman Pangan* 7(2):123-129.
- R. Sriagtula, S. Sowmen. 2018. Evaluasi Pertumbuhan dan Produktivitas Sorgum Mutan Brown Midrib (*sorghum bicolor* l. moench) Fase Pertumbuhan Berbeda Sebagai Pakan Hijauan Pada Musim Kemarau di Tanah Ultisol, in: *Jurnal Peternakan Indonesia*, Vol. 2(2), pp. 130-144.
- Safitri, A., Taufan P. Daru, Teguh Wahyono, and Ardiansyah. 2021. Growth evaluation of mutant lines sorghum as forage with different fertilizer levels on Podzolic Soil. *Proceeding of The 3rd ITAPS Conference 2021*. Atlantis Press.
- Singh S, Bhat BV, Shukla GP, Gaharana D, Anele UY. 2017. Nutritional evaluation of different varieties of sorghum stovers in sheep. *Anim. Feed Sci. Tech.* 227: 42-51. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.03.011>.
- Sirappa MP. 2003. Prospek pengembangan sorgum di Indonesia sebagai komoditas alternatif untuk pangan, pakan dan industri. *Jurnal Litbang Pertanian* 22(4).
- Sri Hery Susilowati dan Handewi P. Saliem. 2013. *Perdagangan Sorgum di Pasar Dunia dan Asia serta Prospek Pengembangannya di Indonesia. Sorgum: Inovasi Teknologi dan Pengembangan*. IAARD Press. Jakarta. Hal.: 7-23.
- Sriagtula, R., dan S. Sowmen. 2018. Evaluasi Pertumbuhan dan Produktivitas Sorgum Mutan Brown Midrib (*Sorghum bicolor* L. Moench) Fase Pertumbuhan Berbeda sebagai Pakan Hijauan pada Musim Kemarau di Tanah Ultisol. *Jurnal Peternakan Indonesia*. Vol. 20 (2): 130-144.
- Sriagtula, R., Karti, PDMH, Abdullah L, Supriyanto, Astuti DA. 2017. Nutrient changes and in vitro digestibility in generative stage of M10-BMR sorghum mutant lines. *Med. Pet.* Vol. 40(2): 111-117.

- Wahyono, T. 2015. Evaluasi fermentabilitas ransum kerbau yang mengandung sorgum dengan pendekatan in sacco, in vitro dan RUSITEC. Bogor Agricultural University, Indonesia (Thesis).
- Wahyono, T., I. Sugoro, A. Jayanegara, K.G. Wiryawan, D.A. Astuti. 2019. Nutrient profile and in vitro degradability of new promising mutant lines sorghum as forage in Indonesia. in Adv. Anim. Vet. Sci.Vol.7(9):810-818. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.aavs/2019/7.9.810.81>.
- Yulita, R. dan Risda. 2006. Pengembangan sorgum di Indonesia. Direktorat Budi daya Serealia. Ditjen Tanaman Pangan, Jakarta.

SILASE SORGUM DAN KONSENTRAT HIJAU UNTUK PENGEMBANGAN PETERNAKAN RUMINANSIA DI LAHAN PASCA TAMBANG

Ardiansyah

Jurusan/Program Studi Peternakan

Pengembangan Peternakan Ruminansia di Lahan Pasca Tambang

Jumlah pertambangan di Indonesia sangat banyak dari sektor migas dan batu alam, karena SDA Indonesia yang sangat melimpah. Untuk pertambangan batu bara saja, data statistik provinsi Kalimantan Timur tahun 2021 tercatat terdapat 1403 izin tambang batu bara yang masih aktif memproduksi batu bara dengan jumlah 300 juta ton. Sistem pertambangan batu bara di Indonesia pada umumnya *open mining*, pertambangan terbuka dengan mengeruk tanah hingga bahan tambang bisa diambil. Lahan pertambangan yang telah habis hasil tambangnya akan menjadi lahan yang tidak produktif lagi, sehingga banyak lahan pasca tambang yang tidak termanfaatkan dan membutuhkan proses perbaikan lahan yang sangat lama. Sebab dari pertambangan ini, mengubah struktur dan sifat tanah menjadi lahan dengan kemampuan produktivitas yang rendah (lahan marginal).

Sesuai dengan AMDAL, setelah proses penambangan wajib melestarikan lingkungan dengan reklamasi sehingga mengurangi dampak kerusakan yang dihasilkan. Lahan pasca tambang ini membutuhkan proses reklamasi yang sangat lama, dari pengembalian *top soil*, revegetasi dengan tanaman yang cepat tumbuh, hingga penanaman pohon dengan perawatan intensif. Revegetasi yang mampu tumbuh lebih awal adalah hijauan rumput dan legume sebagai pakan ternak.

Lahan pasca tambang yang sangat luas ini, didukung dengan vegetasi awal berupa hijauan pakan ternak sangat cocok dengan sektor pe-

ternakan ruminansia seperti sapi dan kambing. Berdasarkan kategorinya, setiap perusahaan tambang membagi lahan reklamasi menjadi beberapa zona. Zona untuk dikembalikan kembali menjadi hutan, zona penyanggah hutan lindung, dan zona pemanfaatan yang dapat digunakan menjadi lahan pengembangan agribisnis seperti peternakan ruminansia.

Peternakan ruminansia ini bisa menjadi usaha utama ketika penutupan tambang. Peternakan ruminansia ini akan menyerap banyak masyarakat melalui usaha agribisnis pertanian. Usaha peternakan khususnya ruminansia, merupakan salah satu bidang yang sangat strategis karena beberapa alasan berikut:

1. Ternak ruminansia merupakan sumber daya yang dapat diperbarui kembali (*renewable*) sehingga dapat dijamin dari sisi suistainabilitasnya.
2. Ternak ruminansia telah terbukti sangat berperan sebagai instrumen dalam upaya peningkatan pendapatan masyarakat kecil serta mengurangi kesenjangan pendapatan.
3. Bisnis ruminansia cukup prospektif dan menjanjikan karena tren permintaan yang terus meningkat. Hal ini dapat mendorong investasi baik bagi pengusaha besar maupun peternak rakyat.
4. Dukungan kebijakan cukup besar karena visi swasembada daging yang dicanangkan pemerintah.

Permasalahan Pakan dalam Pengembangan Peternakan Ruminansia di Lahan Pasca Tambang

Manajemen peternakan harus mampu menetapkan dan menyediakan kebutuhan sumber protein bagi ternak dengan benar karena merupakan komponen paling penting dan mahal dalam pakan. Sumber protein yang sering digunakan pada peternakan ruminansia adalah konsentrat hasil samping produk pertanian dan perkebunan. Namun di Kalimantan Timur, terdapat daerah dengan ketersediaan konsentrat yang terbatas, sehingga dibutuhkan biaya yang sangat besar dalam penyediaan konsentrat. Ketersediaan pakan konsentrat yang tidak kontinyu, harga yang sangat mahal, kualitas yang kurang baik, dan banyak dipalsukan menjadi permasalahan yang ada daerah Kalimantan Timur saat ini dalam pengembangan peternakan ruminansia.

Penggunaan konsentrat hijau adalah salah satu solusi yang dapat dilakukan. Konsentrat hijau memiliki kandungan protein kasar yang tinggi

sebesar 20-30% dan sangat baik dijadikan pakan ternak ruminansia. Sorgum potensial untuk dibudidayakan dan dikembangkan di daerah marginal dan kering di Indonesia sesuai dengan kriteria lahan pasca tambang batu bara. Silase adalah metode pengawetan hijauan berdasar pada fermentasi asam laktat di bawah kondisi anaerob. Penggantian konsentrat dengan konsentrat hijau dan penyediaan silase sorgum varietas unggul pada umur panen yang tepat diharapkan dapat menjadi suatu alternatif permasalahan pengembangan peternakan ruminansia pada lahan pasca tambang. Silase sorgum dan konsentrat hijau yang ada dapat meningkatkan status nutrisi ternak ruminansia.

Konsentrat Hijau

Konsentrat hijau merupakan konsentrat tepung dari campuran beberapa legum. Legum yang digunakan dengan ketersediaan dan produktivitas yang tinggi seperti lamtoro, gamal, dan indigofera. Legum merupakan hijauan makanan ternak yang memiliki kandungan protein kasar yang tinggi sebesar 20-30% (McDonald *et al.*, 2010), Abdullah dan Suharlina (2010) (*Indigofera sp.*), Anthraper and Dubois (2003) (lamtoro), dan Winarti *et al.*, (2022) (gamal) menyatakan bahwa legum tersebut memiliki nilai nutrisi yang baik untuk ruminansia.

Daun lamtoro (*Leucaena leucocephala*) dapat dijadikan sebagai sumber protein dapat meningkatkan konsumsi pakan, pencernaan nutrisi, dan fermentasi dalam rumen kerbau rawa pada pakan berbasis jerami padi amoniasi (Kang *et al.* 2012). Lamtoro digunakan pada pakan komplet tanpa mempengaruhi secara serius karakteristik fermentasi dalam rumen (Hess *et al.*, 2008). Gamal (*Gliricidia sepium*) memiliki potensi yang dapat dimanfaatkan sebagai suplemen pakan ternak ruminansia selama musim kering (Anele *et al.*, 2009). Gamal memiliki protein kasar yang tinggi 23.2% dapat diberikan pada sapi sebagai suplemen nitrogen mampu meningkatkan performa laktasi (Juma *et al.*, 2006). *Indigofera zollingeriana* (Abdullah & Suharlina, 2010) memiliki pencernaan nutrisi yang baik untuk ruminansia, Indigofera memiliki protein kasar dan pencernaan bahan kering *in vitro* berturut-turut sebesar 27.68%, 75.44% tanpa pemupukan dan 31.31%, 85.50% dengan pemupukan (Abdullah, 2010). Hasil penelitian Ardiansyah *et al.*, (2016), substitusi penggunaan konsentrat dengan konsentrat hijau tidak mempengaruhi fermentabilitas, populasi mikroba dan pencernaan dalam rumen sapi.

Hijauan Sorgum di lahan Pasca Tambang

Sorgum (*Sorghum bicolor* L.) merupakan tumbuhan jenis serealia yang potensial untuk dibudidayakan, dikembangkan, dan memiliki keunggulan dalam adaptasi pada daerah-daerah marginal dan kering (lahan pasca tambang batu bara). Pemilihan sorgum sebagai pakan utama pada lahan pasca tambang merupakan solusi terbaik dalam penyediaan hijauan bagi ternak ruminansia. Sorgum terdiri dari bagian hijauan dan bagian biji yang mempunyai potensi untuk dijadikan pakan ternak ruminansia karena memiliki kualitas nutrisi yang baik. Sorgum bisa diratun yaitu mampu hidup kembali setelah dipotong pada masa panen sehingga bisa dipanen 4 kali dalam setahun (Setyowati, 2005). Sorgum mempunyai daerah adaptasi yang luas, yaitu toleran terhadap kekeringan dan genangan air, dapat berproduksi pada lahan marginal, serta relatif tahan terhadap gangguan hama atau penyakit (Sirappa, 2003). Sorgum juga memiliki biomassa yang lebih besar dibandingkan dengan jagung (Rocateli *et al.*, 2012). Safitri *et al.*, (2022) menyatakan pemberian pupuk organik 10 ton/Ha pada sorgum memiliki pertumbuhan tanaman yang baik pada tanah podzolic.

Silase Sorgum sebagai Metode Sederhana dalam Pengawetan Hijauan

Penyediaan hijauan yang berkualitas dalam jumlah yang cukup sepanjang tahun merupakan strategi manajemen pakan yang harus dilakukan peternakan ruminansia. Adanya faktor produksi hijauan yang berfluktuasi, sehingga diperlukan metode pengelolaan, pengolahan, dan penyimpanan hijauan. Persyaratan penyimpanan hijauan makanan ternak menjamin tingkat palatabilitas, minimalisasi kerusakan fisik, dan mencegah penurunan kualitas hijauan.

Melimpahnya produksi sorgum saat panen sehingga dibutuhkan metode pengawetan agar menjamin ketersediaan hijauan pakan secara kontinuitas. Silase adalah metode pengawetan hijauan berdasar pada fermentasi asam laktat di bawah kondisi anaerob. Teknik silase dapat meminimalkan kehilangan nutrisi dari pemanenan hingga penyimpanan. Bakteri asam laktat (BAL) yang terdapat pada hijauan terlibat dalam fermentasi karbohidrat larut air menjadi asam laktat dan asam asetat. Sebagai hasilnya level pH silase menurun sehingga aktivitas mikroba pembusuk silase dapat dihambat. Hal ini akan menjaga silase tetap awet dalam jangka waktu yang lama.

Kualitas silase secara umum terbagi 3, yaitu kualitas silase berdasarkan fisik, kimiawi, dan biologi. Kualitas berdasarkan fisik meliputi warna, bau, tekstur, suhu dan keberadaan jamur. McDonald *et al.* (2010) menyatakan tampilan visual yang baik, bau dan warna khas asam silase, dan pH rendah (3.9-4.1) mengindikasikan silase terfermentasi dengan baik. Kualitas kimiawi meliputi kandungan nutrisi berdasarkan analisis proksimat, nilai pH, *volatile fatty acid* (VFA), perombakan protein (N-NH₃), kandungan gula, serta perhitungan kualitas berdasarkan nilai *fleigh*. Ozturk, (2005) mengklasifikasikan kualitas silase berdasarkan nilai *fleigh*. Silase dengan nilai *fleigh* lebih dari 85 dikategorikan silase berkualitas sangat baik sedangkan silase dengan nilai *fleigh* 60-80 dikategorikan silase berkualitas baik. Kualitas biologis meliputi pencernaan silase yang dapat diukur berdasarkan metode *In Vitro* atau *In Vivo*. Menurut McDonald *et al.*, (2010), zat aditif yang dapat ditambahkan dalam silase terdiri atas 2 klasifikasi yaitu stimulan fermentasi seperti sumber gula, inokulan, dan enzim yang dapat mendorong pertumbuhan bakteri asam laktat dan inhibitor fermentasi seperti asam dan formalin yang dapat menghambat sebagian atau seluruh pertumbuhan mikroba. Silase sorgum galur BMR 3.6 pada umur panen 105 hari memiliki kualitas yang sangat baik, SK lebih rendah, TDN dan PK yang lebih tinggi dibandingkan dengan silase sorgum Citayam (Ardiansyah *et al.*, (2016).

Proses Pembuatan Silase Sorgum dan Konsentrat Hijau

Pembuatan silase yang efektif bergantung pada dua komponen utama yaitu, sumber hijauan yang ditanam sesuai dengan lahan dan memiliki produktivitas tinggi, waktu panen yang tepat sehingga menjamin proses penyimpanan yang lebih efektif. Sorgum untuk silase dapat dipotong atau dicacah dan disimpan dalam lubang, bunker, silo, atau dibungkus dengan plastik kedap udara. Pada proses pembuatan silase sorgum, hal yang perlu diperhatikan adalah tingkat ukuran partikel potongan dan kandungan air. Ukuran partikel akan mempengaruhi kapasitas pemadatan silase, menjaga kondisi anaerob sehingga menjamin terjadi fermentasi yang efektif. Hal ini juga akan mempengaruhi kecepatan dari pencernaan ternak ruminansia. Kandungan air yang tinggi pada hijauan saat pembuatan silase akan menurunkan kualitas fermentasi silase, pembusukan, kehilangan bahan kering, dan tidak disukai oleh ternak ruminansia, sehingga pada saat pembuatan silase diperlukan waktu untuk mengurangi kelembapan

potongan hijauan. Silase harus ditutup sehingga tidak terdapat udara yang masuk agar mencegah pembusukan aerobik. Proses ensiling terjadi selama 4 hari setelah pembuatan silase dan berlanjut hingga stabil pada hari ke 21-28. Silase yang berkualitas baik dapat disimpan dalam periode waktu yang lama.

Pembuatan konsentrat hijau dengan memanen bagian edible dari beberapa legum seperti batang muda, daun, dan pucuk. Kemudian legum dijemur hingga kering. Proses pengeringan dapat menggunakan cahaya matahari di lahan terbuka dan pengeringan di rumah kaca dengan proses penganginan. Legum yang kering kemudian digiling menggunakan mesin giling hingga dihasilkan tepung legum sebagai Konsentrat Hijau.

Formulasi Pakan Komplet dengan Silase Sorgum dan Konsentrat Hijau

Tabel 1. Komposisi dan kandungan nutrisi silase sorgum dan konsentrat hijau.

Formula	1	2	3
Persentase Penggunaan (%)			
Silase Sorgum	70	60	60
Lamtoro	10	15	10
Indigofera	10	15	20
Gamal	10	10	10
Premix	0.5	0.5	0.5
Komposisi Nutrien (%)			
Bahan Kering (BK)	90.3	90.5	90.1
Protein Kasar (PK)	12.4	13.5	14.4
Serat Kasar (SK)	26.7	26.6	24.4
Lemak Kasar (LK)	1.9	1.5	1.8
Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN)	52.9	51.8	53.4
Total Digestible Nutrient (TDN)	62.5	61.9	63.1
Ca	0.6	0.7	0.7
P	0.5	0.5	0.5
Abu	6.1	6.6	6.0

Pada tabel 1, terdapat beberapa formulasi pakan ruminansia menggunakan silase sorgum dan konsentrat hijau. Berdasarkan SNI

pakan ruminansia terutama pada sapi dan kambing, formulasi 1, 2 dan 3 memenuhi kecukupan nutrisi minimal untuk pertumbuhan dan produksi ruminansia. Kandungan PK pada pakan minimal 12% dan TDN minimal 60%. Penggunaan silase sorgum diantara 60-70% dan untuk konsentrat hijau dari campuran legum lamtoro, gamal dan Indigofera dalam rentang 30-40%. Persentase penggunaan dapat disesuaikan dengan ketersediaan dari bahan pakan yang ada.

Daftar Pustaka

- Abdullah L. 2010. Herbage production and quality of shrub indigofera treated by different concentration of foliar fertilizer. *Met Pet.* 33(3): 169-175
- Abdullah L, Suharlina. 2010. Herbage yield and quality of two vegetative parts of indigofera at different times of first regrowth defoliation. *Med Pet.* 33(1): 44-49.
- Anele UY, Arigbede OM, Südekum KH, Oni AO, Jolaosho AO, Olanite JA, Adeosun AI, Dele PA, Ike KA, Akinola OB. 2009. Seasonal chemical composition, in vitro fermentation and in Sacco dry matter degradation of four indigenous multipurpose tree species in Nigeria. *J Anim Feed Sci Technol.* 154: 47-57.
- Anthraper A, Dubois JD. 2003. The Effect of NaCl On Growth, N₂ Fixation (Acetylene Reduction), And Percentage Total Nitrogen In *Leucaena Leucocephala* (Leguminosae) Var. K-81. *J American Botany.* 90(5): 683-692.
- Ardiansyah, Wiryawan, KG, Karti, PDMH. 2016. Silage Quality of Sorghum Harvested at Different Times and Its Combination with Mixed Legumes or Concentrate Evaluated in Vitro. *Media Peternakan*, 39 (53-60). <https://doi.org/10.5398/medpet.2016.39.1.53>.
- Hess HD, Mera ML, Tiemann TT, Lascano CE, Kreuzer M. 2008. In vitro assessment of the suitability of replacing the low-tannin legume *Vigna unguiculata* with the tanniniferous legumes *Leucaena leucocephala*, *Flemingia macrophylla* or *Calliandra calothyrsus* in a tropical grass diet. *J Anim Feed Sci Technol.* 147: 105-115.
- Juma HK, Abdulrazak SA, Muinga RW, Ambula MK. 2006. Evaluation of *Clitoria*, *Gliricidia* and *Mucuna* as nitrogen supplements to Napier grass basal diet in relation to the performance of lactating Jersey cows. *Livest Sci.* 103: 23-29.

- Kang S, Wanapat M, Pakdee P, Pilajun R, Cherdthong A. 2012. Effects of energy level and *Leucaena leucocephala* leaf meal as a protein source on rumen fermentation efficiency and digestibility in swamp buffalo. *J Anim Feed Sci Technol*. 174: 131-139.
- McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD, Morgan CA, Sinclair LA, Wilkinson RG. 2010. *Animal Nutrition*. 7th Ed. London (UK): Prentice Hall.
- Ozturk D, Kizilsimsek M, Kamalak A, Canbolat O, Ozkan CO. 2005. Effects of ensiling alfalfa with whole-crop maize on the chemical composition and nutritive value of silage mixtures. Kahramanmaras (TR): Kahramanmaras Sutcu Imam University.
- Rocateli AC, Raper R, Balkcom KS, Arriaga FJ, Bransby DI. 2012. Biomass sorghum production and components under different irrigation/tillage systems for the southeastern U.S. *J Ind Crop Prod*. 36: 589-598
- Safitri, A., Taufan P. Daru, Teguh Wahyono, Sihono, Ardiansyah. 2022. Growth Evaluation of Mutant Lines Sorghum as Forage with Different Fertilizer Levels on Podzolic Soil. *Advances in Biological Sciences Research*, Vol 2.
- Setyowati M, Hadiatmi, Sutoro. 2005. Evaluasi Pertumbuhan dan Hasil Plasma Nutfah Sorgum (*Sorghum vulgare* (L) Moench.) dari Tanaman Induk dan Ratoon. *Buletin Plasma Nutfah*. 11(2): 41-49.
- Sirappa MP. 2003. Prospek pengembangan sorgum di Indonesia sebagai komoditas alternatif untuk pangan, pakan, dan industri. *Jurnal Litbang Pertanian*. 22: 133-140.
- Winarti, E., Gunawan, A. Sofyan, C.A. Wirasti, C.T. Noviandi, Panjono, A. Agus, K.J. Harper, D.P. Poppi. 2022. Improving live weight gain in Ongole crossbred bulls through processing of *Gliricidia sepium* leaf meal and cassava in a supplement concentrate. *Anim Feed Sci & Tech*, 292. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2022.115401>.

PENERAPAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA PADA TANAMAN PAKAN DI LAHAN PASCA TAMBANG BATUBARA

Taufan Purwokusumaning Daru
Jurusan/Program Studi Peternakan

Latar Belakang

Dewasa ini lahan reklamasi pasca tambang batubara sering dimanfaatkan sebagai lahan untuk penggembalaan sapi potong. Lahan tersebut umumnya ditumbuhi oleh tanaman pakan alami yang memiliki kuantitas dan kualitas yang relatif rendah (Daru, dkk. 2016). Kondisi ini tidak terlepas dari kualitas tanah sebagai penutup lahan reklamasi, meskipun beberapa perusahaan pertambangan juga sudah melakukan upaya penanaman tanaman penutup tanah yang berkualitas (Daru *et al.*, 2012).

Pada umumnya, lahan akibat galian penambangan batubara, dicirikan oleh rendahnya hara tanah, rendahnya bahan organik tanah, toksisitas mineral, buruknya tekstur tanah, dan rendahnya aktivitas mikroorganisme tanah (Setiadi, 2003). Selain itu, Pada kondisi pH tanah yang rendah memungkinkan terbentuknya kandungan Fe, Al, Mn, dan Cu yang tinggi dan dapat mengganggu kebutuhan Mg, Ca, dan P bagi tanaman (Jha dan Singh, 1995). Pada kondisi ini, mikroorganisme tanah yang sangat membantu dalam stabilisasi struktur tanah dan sumbangannya terhadap mineral-mineral inorganik, ataupun sumbangannya dalam zat pengatur pertumbuhan juga sangat rendah (Hetrick *et al.*, 1994). Dengan demikian, produktivitas tanaman penutup tanah yang dihasilkan juga menjadi rendah yang selanjutnya mempengaruhi jumlah ternak yang digembalakan.

Upaya dalam memperbaiki kondisi tanah ini dapat dilakukan melalui amendasi fungi mikoriza arbuskula (FMA). FMA merupakan agen

biologis yang penting dalam memperbaiki pertumbuhan tanaman melalui penyediaan air maupun hara yang lebih baik (Mansur, dkk. 2002), terutama P, Cu, dan Zn (Mukerji *et al.*, 1991), sehingga pada tanah yang miskin akan bahan organik, FMA ini dapat menyediakan hara sekaligus menstabilkan agregat tanah (Smith dan Read, 1997). Pada lahan pasca penambangan, FMA mampu menstimulasi revegetasi melalui penambahan kapasitas penyerapan hara pada sistem perakaran sehingga dapat memperbaiki daya hidup dan pertumbuhan tanaman [9]. Hasil penelitian Karti (2003) pada rumput *Chloris gayana* yang diamendasi dengan FMA menunjukkan berat kering tajuk yang jauh lebih tinggi dibandingkan yang tidak diamendasi dengan FMA. Begitu pula hasil penelitian Lukiwati (1996) yang melakukan percobaan pada tanaman sentro (*Centrosema pubescens*) dan puero (*Pueraria phaseoloides*) bermikoriza menunjukkan produksi bahan kering hijauan yang jauh lebih tinggi dibandingkan tanaman yang tidak bermikoriza.

Penelitian-penelitian di rumah kaca telah memberikan hasil yang cukup signifikan pada produksi hijauan pakan antara yang diberi dan yang tidak diberi FMA. Namun, dalam pelaksanaan di lapangan, khususnya di daerah reklamasi, teknik aplikasi FMA ini perlu dikaji lebih mendalam terutama bentuk inokulum yang dapat diaplikasikan pada lahan seluas puluhan hektare bahkan ratusan hektare. Biasanya dalam menggunakan sumber inokulum jadi (misalnya Mycofer), dianjurkan 20 g per lubang tanam. Berarti memerlukan sumber inokulum yang cukup banyak. Pada kondisi yang demikian perlu adanya inovasi teknologi yang mengarah kepada efisiensi dan efektivitas penggunaan FMA di lapangan.

Diketahui bahwa kolonisasi akar oleh FMA dapat berasal dari tiga sumber inokulum, yaitu spora, potongan akar yang terinfeksi, dan hifa; yang secara keseluruhan disebut propagul (Smith dan Read, 1997). Di dalam tanah populasi spora terdapat dalam berbagai ukuran, umur, serta persistensinya. Potongan akar yang terinfeksi oleh FMA, baik yang masih aktif maupun yang sudah mati juga terdapat dalam populasi rhizosfer. Sementara itu, akar tanaman yang nyata terkolonisasi oleh FMA, setelah dilakukan *staining*, memiliki kemampuan yang besar dalam mengkolonisasi akar tanaman. Berarti, akar tanaman yang terinfeksi oleh FMA dapat digunakan sebagai sumber inokulum. Kecepatan infeksiya juga diduga lebih cepat bila dibandingkan yang berasal dari spora, karena hifa akan berkembang menjadi hifa baru dan membentuk vesikel atau arbuskula.

Sedangkan yang berasal dari spora, akan berkembang menjadi individu baru, kemudian membentuk miselium, dan berkembang membentuk vesikel atau arbuskula. Dengan demikian prosesnya lebih panjang.

Akar tanaman yang telah terinfeksi oleh hifa bila dipotong halus membentuk suspensi, diduga memiliki potensi yang lebih baik bila dibandingkan dengan menggunakan sumber inokulum yang berasal dari propagul atau spora. Dalam aplikasinya juga relatif lebih mudah dan tidak diperlukan dalam jumlah yang besar, sehingga bisa lebih efisien. Namun demikian, teknologi ini belum banyak dilaporkan. Oleh karena itu, dalam rangka meningkatkan kecepatan penutupan lahan oleh tanaman penutup atau meningkatkan produksi hijauan pakan sebagai makanan ternak yang terdapat di lahan reklamasi pasca penambangan dapat dilakukan melalui teknologi ini.

Fungi Mikoriza Arbuskula

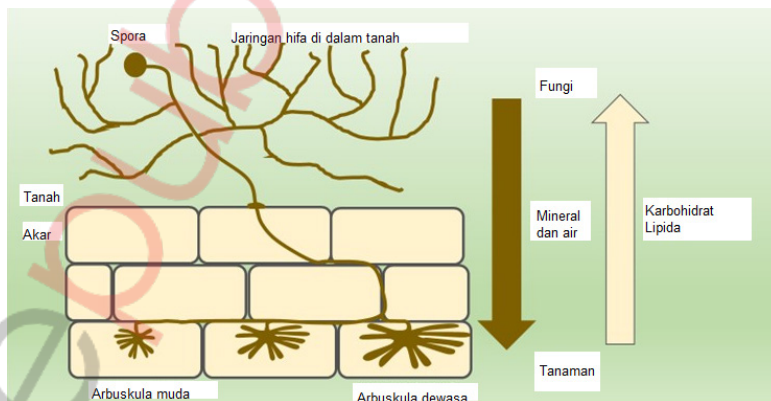
Mikoriza adalah suatu asosiasi atau simbiosis antara tanaman dengan fungi dengan cara mengkolonisasi akar tanaman selama tanaman tersebut hidup. Hubungan simbiosis secara *bidirectional* ini dicirikan oleh aliran karbon yang dihasilkan tanaman kepada fungi, dan sebaliknya fungi memberikan hara yang diperlukan bagi tanaman.

Berdasarkan asosiasinya dengan tanaman inang serta pembentukan *septate* dan *aseptate* pada fungi, maka fungi dikelompokkan menjadi enam tipe, yaitu (1) *vesicular arbuscular mycorrhiza* (VAM) atau fungi mikoriza arbuskula (FMA), dikenal juga sebagai endomikoriza yang dicirikan oleh terbentuknya arbuskula dan vesikel yang dapat menembus jaringan korteks akar tanaman; (2) ektomikroriza, dicirikan oleh terbentuknya struktur *mantle* yang menyelimuti akar tanaman, dan membentuk jalinan hipa yang disebut *hartig net*; (3) ektendomikoriza, dicirikan oleh tidak adanya *mantle*, namun *hartignet*-nya berkembang cukup baik dan dapat mempenetrasi ke dalam sel tanaman; (4) arbutoid mikoriza, suatu jenis fungi yang memiliki *mantle*, *hartig net* dan hifa eksternal yang berkembang secara ekstensif membentuk koil di dalam sel tanaman; (5) erikoid, tidak memiliki *mantle* tetapi terbentuk hifa yang secara ekstensif dapat menembus sel tanaman; dan (6) orchidacheae, suatu jenis fungi yang hanya bersimbiosis pada inang aklorofil dengan membentuk hifa berbentuk koil di dalam sel tanaman (Smith dan Read, 1997).

FMA dapat berasosiasi dengan jenis tanaman pada kisaran yang cukup luas, termasuk Bryophyta, Pteridophyta, Gymnospermae, dan Angiospermae, sementara fungi lainnya terbatas hanya pada taksa tertentu saja. Misalnya ektomikoriza hanya bisa berasosiasi dengan Gymno- dan Angiospermae saja, arbutoid hanya dengan Ericales saja. Oleh karena itu, banyak penelitian-penelitian yang mengarah kepada eksplorasi dan pemanfaatan FMA.

FMA memiliki kemampuan dalam memacu pertumbuhan tanaman inang serta kesehatannya. Hifa FMA dapat menerobos masuk ke dalam partikel-partikel tanah yang tidak dapat ditembus oleh sistem perakaran tanaman dan menghubungkannya ke dalam sel-sel korteks akar tanaman. Hifa-hifa tersebut secara efektif meyerap elemen-elemen yang kurang bergerak, seperti P, Cu, dan Zn, kemudian mentransportasikannya ke dalam sel-sel akar tanaman. Melalui cara ini, FMA dapat memperluas sistem perakaran tanaman inang (Mukerji *et al.*, 1991) (Gambar 1).

Keberadaan simbiosis mikoriza sering dikaitkan dengan ketersediaan fosfor (Pi) bagi tanaman (Smith dan Read, 1997). Tambahan fosfor bagi tanaman merupakan hasil dari kolonisasi FMA yang berasal dari (1) pembesaran eksplorasi volume tanah; (2) pembesaran pergerakan Pi ke dalam hifa FMA akibat oleh tingginya efisiensi penyerapan Pi di dalam sistem hifa, lebih efektif daripada mikroba tanah, serta terbentuknya polifosfat di dalam hifa; dan (3) pelarutan fosfat tidak tersedia melalui modifikasi rhizosphere (Bolan, 1991). Kondisi ini dapat dipenuhi selama kandungan Pi tanah rendah. Pada kondisi Pi tersedia bagi tanaman, maka FMA menjadi tidak efektif (Mukerji *et al.*, 1991).



Gambar 1. Asosiasi mutualisme antara FAM dan akar tanaman (Snyder, 2001)

Dalam kaitannya dengan pengkayaan mikroorganisme tanah, terdapat hubungan yang sinergis antara keberadaan FMA dan mikroba tanah dalam rhizosphere. Andrade *et al.* (1997), melaporkan bahwa akar tanaman shorgum yang ditanam pada tanah yang mengandung FMA lebih banyak mengandung berbagai jenis bakteri tanah dibandingkan yang ditanam pada tanah yang tidak mengandung FMA. Interaksi antara FMA dan bakteri rhizosphere dapat dimediasi oleh faktor-faktor kelarutan atau oleh adanya kontak fisik. Peran FMA dalam hal ini adalah sebagai kendaraan untuk terjadinya kolonisasi akar tanaman oleh rhizobakteri tanah (Bianciotto *et al.*, 1997). Ames *et al.* (1984), melaporkan bahwa jumlah CFU (colony-forming unit) per gram rhizosphere tanah dari suatu spesies bakteri meningkat sangat tajam oleh hadirnya FMA. Keadaan ini memberikan dampak positif bagi ketahanan tanaman terhadap penyakit akar, misalnya fluorescent *Pseudomonas spp.* yang dapat mengendalikan *Rhizoctonia* dan *Phytium* pada tanaman kapas atau *Fusarium* pada pembusukan tanaman ketimun. Hal ini karena *Pseudomonas spp.* dapat menghasilkan antibiotik (Paulitz *et al.*, 1989).

Di sebagian besar lahan pasca tambang, pada umumnya terdapat vegetasi yang dominan. Kemampuan adaptasi spesies dominan ini dapat dikaitkan dengan keberadaan FMA yang mengkolonisasi spesies tersebut. Sebagai contoh, rumput bromsedge (*Andropogon virginicus* L) adalah rumput yang dominan di lahan pasca tambang batubara West Virginia, USA. Padahal kondisi lahan ini dicirikan oleh rendahnya pH dan hara tanah serta tingginya kandungan Al. Keberadaan kolonisasi FMA, terutama *Glomus clarum* dan *Gigaspora gigantea*, dapat menjelaskan dominasi bromsedge di lahan pasca tambang tersebut. Karakteristik tanah yang demikian, memberikan efektifitas yang tinggi terhadap hubungan simbiosis akar bromsedge dengan FMA melalui pemeliharaan homeostasis, yaitu dengan cara mengubah sifat-sifat fisiologisnya, termasuk pengambilan hara, alokasi, dan penggunaannya. Melalui hubungan inilah bromsedge berkembang dan menjadi dominan di lahan pasca tambang batubara (Ning dan Cumming, 2001). Kemungkinan besar hal ini dapat terjadi juga di lahan pasca tambang lainnya.

Pembuatan Benih Pakan Ternak Bermikoriza

Secara skematis pembuatan benih pakan ternak bermikoriza disajikan pada Gambar 2. Pada gambar tersebut dijelaskan tahapan cara

pembuatannya.

1. **Menyiapkan benih sorghum dan FMA.** Langkah pertama yang dilakukan adalah menyiapkan benih sorghum dan FMA, misalnya Mycofer. Mycofer merupakan campuran dari *Glomus manihotis*, *Glomus etinucatum*, *Gigaspora margarita* dan *Acaulospora tuberculatus* yang diproduksi oleh Laboratorium Bioteknologi Hutan dan Lingkungan, Pusat Penelitian Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor. Sorghum tersebut ditumbuhkan sampai umur 28 hari.
2. **Membuat semaian tanaman bermikoriza.** Tanah pucuk dicampur dengan pasir pada imbang 3: 1 (W/W), kemudian dimasukkan ke dalam kotak kayu ukuran 70 cm x 45 cm x 10 cm. Mycofer seberat 1 kg per kotak kayu dihamparkan di permukaan tanah pucuk dan disiram dengan air hingga merata. Selanjutnya 200 g benih *Sorghum* sp. per kotak kayu disebar di permukaan mycofer dan ditutup tipis dengan tanah pucuk. Penyiraman dilakukan setiap 3 hari. Setelah tanaman berumur 4 minggu, dilakukan pemeriksaan terhadap persentase kolonisasi akar oleh FMA. Hasil kolonisasi akar sebaiknya diperoleh di atas 90%, sehingga dapat digunakan sebagai sumber inokulan dalam bentuk suspensi.
3. **Membuat suspensi akar bermikoriza.** Akar tanaman yang telah diuji persentase kolonisasi FMA, dipotong bagian tajuknya hingga leher akar, kemudian akar tanaman dikumpulkan dan dibersihkan dengan cara membasahinya dengan air mengalir di atas saringan hingga benar-benar bersih dari kotoran. Akar tanaman dirajang dengan ukuran sekitar 2 cm kemudian dibuat suspensi di dalam tabung blender dengan menambahkan air sebanyak 5 kali berat potongan akar dan diblender selama 30 detik. Setelah selesai suspensi dipindahkan ke dalam *beaker glass* dan tambahkan *soil fix* sebanyak 1% dari berat suspensi kemudian aduk hingga merata. *Soil fix* adalah Poly-acryl amide-PAM, suatu bahan perekat berbentuk bubuk apabila dicampur dengan air akan mengental dan di permukaan tanah akan mengering dan merekat benih agar tidak terbawa arus air ketika hujan, terutama sering digunakan pada penanaman benih di tanah miring.
4. **Membuat benih bermikoriza.** Benih rumput atau legum pakan ternak yang akan dilapisi FMA direndam dalam larutan desinfektan (bayclin) 3% (V/V) selama 3 menit. Cuci dengan air mengalir hingga

benar-benar bersih, dan bau bayclin tidak tercium lagi. Benih dimasukkan ke dalam suspensi bermikoriza dan diaduk selama beberapa saat hingga suspensi benar-benar menempel pada benih. Benih dikeringkan pada suhu ruang selama 2 hari. Setelah kering, di mana benih telah terlapisi oleh suspensi FMA, benih siap untuk ditanam.



Gambar 2. Cara pembuatan benih tanaman pakan bermikoriza

Hasil Pengujian

Benih tanaman pakan yang diuji dalam hal ini adalah benih rumput signal (*Brachiaria decumbens*) dan benih legume puero (*Pueraria phaseoloides*). Percobaan dilaksanakan di dalam *polycone* yang berisi 100 g tanah pucuk per *polycone* dan ditempatkan dalam rumah kaca. Setiap *Polycone* terdiri atas 4 tanaman., yaitu: M0 = Tanpa inokulasi FMA (kontrol) dan M1 = Benih tanaman pakan bermikoriza. Setelah tanaman uji berumur 35 hari, maka diukur dalam hal berat kering tajuk, berat kering akar, kolonisasi FMA, dan MIE Tabel 1).

Tabel 1. Berat kering tajuk, berat kering akar, dan persentase kolonisasi FMA pada signal dan puero umur 35 hari setelah tanam dengan sumber inokulasi FMA yang berbeda.

Komponen yang diukur	Perlakuan	
	M0	M1
Rumput signal		
Berat kering tajuk (g)	0,07	0,18
Berat kering akar (g)	0,04	0,09
Kolonisasi FMA (%)	29,38	77,14
Mycorrhizal inoculation effect (MIE) (%)	0	62,30
Legum puero		
Berat kering tajuk (g)	0,29	0,64
Berat kering akar (g)	0,11	0,24
Kolonisasi FMA (%)	23,96	63,52
Mycorrhizal inoculation effect (MIE) (%)	0	54,90

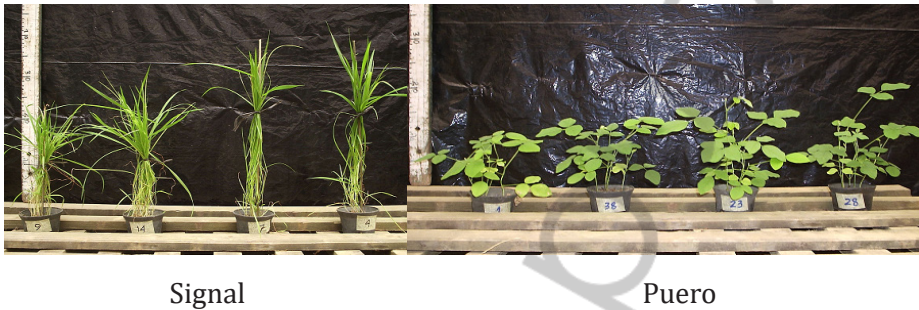
Keterangan:

M0 = Tanpa inokulasi FMA (kontrol); M1 = Benih tanaman pakan bermikoriza.

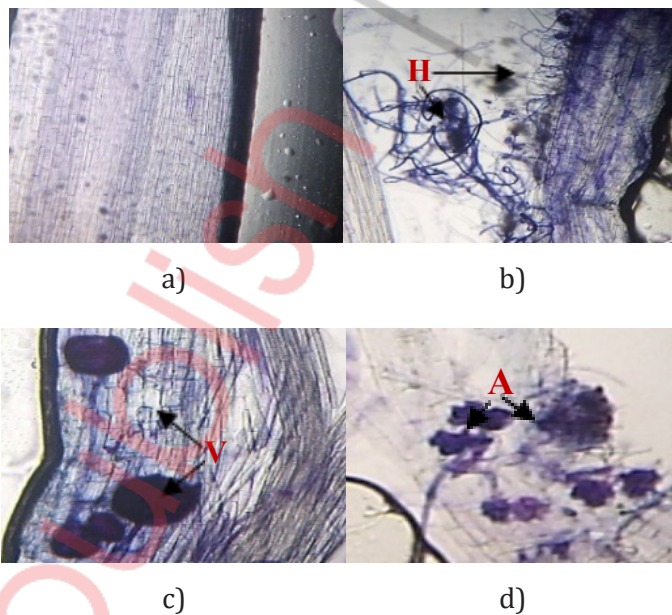
Sumber: Daru, 2009

Keragaan tanaman dapat dilihat pada gambar 3, 4, dan 5. Tinggi atau rendahnya efektifitas FMA dalam memberikan keuntungan bagi tanaman, dalam hal ini berat kering tajuk, tampaknya dipengaruhi oleh kecepatan FMA dalam kolonisasi akar tanaman inang. Kolonisasi akar oleh FMA diawali saat hifa memfiksasi akar melalui apresoria. Tahapan ini diikuti oleh kolonisasi hifa secara *internal*, baik interseluler maupun intraseluler, yang dalam perkembangannya akan membentuk vesikel dan arbuskula (Sieverding, 1991; Barker *et al.*, 1998). Sebelum terjadinya fiksasi hifa ke dalam akar tanaman, perlu adanya *signaling* yang membantu pengenalan hifa terhadap akar yang akan diinfeksi. Sinyal ini berasal dari eksudat akar, berupa *metabolit* yang diperlukan untuk menggertak pertumbuhan dan perkembangan FMA. Tahapan ini merupakan prasyarat agar terjadi kolonisasi pada akar tanaman inang. Menurut Buee *et al.* (2000) eksudat akar tanaman inang mengandung beberapa senyawa lipolitik yang disebut *branching factor*, memiliki aktivitas dalam proliferasi sel FMA. *Branching faktor* inilah yang kemudian menjadi sinyal yang diperlukan dalam menggertak perkembangan FMA sebelum terjadinya kolonisasi. Selain itu, fitohormon juga berperan penting selaku molekul sinyal selama

pembentukan simbiosis FMA dengan tanaman inang (Barker dan Tagu, 2000). Hasil percobaan Fitze *et al.* (2005) menunjukkan bahwa auxin bebas maupun yang terkonjugasi, secara lokal dan sistematis menginduksi tahap awal pembentukan simbiosis FMA dengan tanaman. Fitohormon ini dapat berasal dari eksudat akar tanaman atau dari bakteri *Paenibacillus validus* (Hildebrandt *et al.*, 2002).



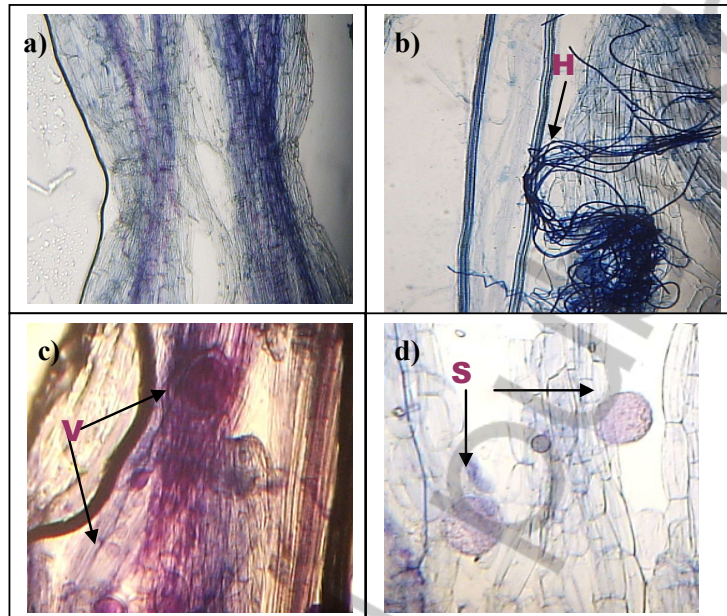
Gambar 3. Keragaan tanaman pakan tanpa bermikoriza dan bermikoriza.



Keterangan: a) tidak terkolonisasi oleh FMA, b) kolonisasi oleh hifa (H), c) kolonisasi oleh vesikel (V), dan d) kolonisasi oleh auxiliary cell (A).

Sumber: Daru, 2009

Gambar 4. Akar rumput signal (*Brachiaria decumbens*) umur 35 hari pada pembesaran 100 x



Keterangan: a) tidak terkolonisasi oleh FMA, b) kolonisasi oleh hifa (H), c) kolonisasi oleh vesikel (V), dan d) kolonisasi oleh spora (S).

Sumber: Daru, 2009

Gambar 5. Akar legume puero (*Pueraria phaseoloides*) umur 35 hari pada pembesaran 100 x.

Benih tanaman pakan bermikoriza nampaknya memiliki kemampuan yang lebih baik dalam kolonisasi akar maupun efektifitasnya. Selanjutnya kolonisasi terjadi seiring dengan kecepatan pertumbuhan akar (Silvia, 1992), yang dalam perkembangannya membentuk vesikel. Dengan ditemukannya vesikel dan sel-sel auxilliary pada hari ke-35, menunjukkan adanya perluasan kontak antara tanaman dan FMA sekaligus menggambarkan adanya perkembangan FMA untuk membentuk spora (Smith dan Read, 1997).

Kesimpulan

Inokulasi FMA pada tanaman pakan yang dimanfaatkan sebagai tanaman penutup tanah pada lahan reklamasi pasca tambang batubara merupakan hal penting yang perlu menjadi perhatian. Hal ini akan membantu mempercepat penutupan lahan serta menghasilkan biomasa

yang lebih banyak. Namun, yang perlu menjadi perhatian adalah cara penerapan FMA pada tanaman pakan. Hasil percobaan telah membuktikan bahwa benih tanaman pakan bermikoriza, yaitu melalui penyelubungan oleh suspensi akar bermikoriza telah menghasilkan bahan kering tajuk dan akar yang tinggi akibat kolonisasi FMA yang tinggi. Dengan demikian, penerapan benih tanaman pakan bermikoriza melalui cara ini dapat direkomendasikan.

Daftar Pustaka

- Ames, R.N, Reid, C.P.P., Ingham, E.R. 1984. Rhizosphere bacterial population responses to root colonization by a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus. *New Phytology* 96: 555-563.
- Andrade, G., Mihara, K.L, Linderman, R.G., Bethlenfalvay, G.J. 1997. Bacteria from rhizosphere soils of different arbuscular-mycorrhizal fungi. *Plant and Soil* 192:71-79.
- Barker SJ, Tagu D. 2000. The roles of auxin and cytokinins in mycorrhizal symbioses. *Journal of Plant Regulator* 19: 144-154.
- Barker, S.J, Tagu, D., Delp, G. 1998. Regulation of root and fungal morphogenesis in mycorrhizal symbioses. *Plant Physiology* 116: 1201-1207.
- Bianciotto, V., Minerdi, D., Perotto, S., Bonfante, P. 1996. Cellular interaction between arbuscular mycorrhizal fungi and rhizosphere bacteria. *Protoplasma* 193: 123-131.
- Bolan, N.S. 1991. A critical review on the role of mycorrhizal fungi on the uptake of phosphorus by plants. *Plant and Soil* 134: 189-207.
- Buee, M., Rossignol, M., Jauneau, A., Ranjeva, R., Bécard, G. 2000. The pre-symbiotic growth of arbuscular mycorrhizal fungi is induced by branching factor partially purified from plant root exudates. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 13: 693-698.
- Daru, T.P. 2009. *Teknik Pengembangan Tanaman Penutup Tanah Pada Lahan Reklamasi Tambang Batubara Sebagai Pastura*. Disertasi. Bogor: Sekolah Pascasarjana IPB.
- Daru, T.P., Pagoray, H., Suhardi. 2016. Pemanfaatan lahan pasca tambang batubara sebagai usaha peternakan sapi potong berkelanjutan. *Ziraa'ah* 41 (3): 382-392

- Daru, TP., Hardjosoewignjo, S., Abdullah, L., Setiadi, Y., Riyanto. 2012. Grazing Pressure of Cattle on Mixed Pastures at Coal Mine Land Reclamation. *Media Peternakan*, 35 (1): 54-59.
- Fitze, D., Wiepning, A., Kaldorf, M., Ludwig-Müller, J. 2005. Auxins in the development of an arbuscular mycorrhizal symbiosis in maize. *Journal of plant physiology* 162: 1210-1219.
- Hetrick, B.A.D., Wilson, G.W.T., Figge, D.A.H. 1994. The influence of mycorrhizal symbiosis and fertilizer amendments on establishment of vegetation in heavy metal mine spoil. *Environmental Pollution* 86:171-179.
- Hildebrandt, U., Janetta, K., Bothe, H. 2002. Towards growth of arbuscular mycorrhizal fungi independent of a plant test. *Applied Environmental Microbiology* 68: 1919-1924.
- Jha, A.K, Singh, J.S. 1995. Rehabilitation of mine spoils with particular reference to multipurpose trees. Di dalam: Singh P, Pathak PS, Roy MM, editor. *Agroforestry Systems for Sustainable Land Use*. Libanon: Science Publishers, Inc.
- Karti, P.D.M.H. 2003. Respons morfofisiologi rumput toleran dan peka aluminium terhadap penambahan mikroorganisme dan pembenah tanah [disertasi]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Lukiwati, D.R. 1996. Peningkatan produksi dan nilai nutrisi legume pakan dengan pemupukan batuan fosfat dan inokulasi mikoriza vesicular-arbuskular [disertasi]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Mansur, I, Setiadi, Y, Primaturi, R. 2002. Status of research on mycorrhiza arbuscula associated with tropical tree species. Paper presented at the Fourth International Wood science Symposium (4th IWSS) LIPI-JSPS Core University Program in the Field of Wood Science; Serpong, 2-3 Sep. 2002.
- Mukerji, K.G, Jagpal, R., Bali, M., Rani, R. 1991. The importance of mycorrhiza roots. In: McMichael, B.L, Person, H, editors. *Plant Roots and Their Environment*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, BV.
- Ning, J., Cumming, J.R. 2001. Arbuscular mycorrhizal fungi alter phosphorus relation of broomsedge (*Andropogon virginicus* L) plants. *Journal of Experimental Botany* 52(362): 1883-1891.

- Paulitz, T.C., Linderman, R.G. 1989. Interaction between fluorescent pseudomonads and VA mycorrhizal fungi. *New Phytology* 113:37-45.
- Setiadi, Y. 2003. Rehabilitation of degraded mine land. Di dalam: Forum Bioremediasi Institut Pertanian Bogor, editor. *Prosiding Seminar Bioremediasi dan Rehabilitasi Lahan Sekitar Perminyakan dan Pertambangan*, Institut Pertanian Bogor, 20 Pebruari 2003. Bogor: Pusat Kajian Sumber daya Pesisir dan Lautan.
- Shetty, K.G., Hetrick, B.A.D., Figge, D.A.H., Schwab, A.P. 1994. Effects of mycorrhizae and other soil microbes on revegetation of heavy metal contaminated mine spoil. *Environmental Pollution* 86:181-188.
- Sieverding, E. 1991. Vesicular-arbuscular mycorrhizas management in tropical agrosystem. Eschborn: Deutsche Gessellschaft für technische Zusammenarbeit (GTZ).
- Smith, S.E, Read, D.J. 1997. *Mycorrhizal symbiosis*. San Diego: Academic Press.
- Snyder, R. 2021. *Cooperative Connection: Turf and Mycorrhizae Fungi. Harells better world*
- Sylvia, D.M. 1992. Quantification of external hyphae of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Di dalam: Norris JR, Read DJ, Varma AK, editor. *Methods in microbiology volume ke-24, techniques for the study of mycorrhiza*. London: Academic press.

HERBAL POTENSIAL ASAL KALIMANTAN TIMUR DAN POTENSINYA DALAM MENGATASI MASTITIS SUBKLINIS PADA TERNAK PERAH

Fandini Meilia Anjani
Jurusan/Program Studi Peternakan

Latar Belakang

Mastitis merupakan salah satu penyakit yang banyak menyerang ternak perah di Indonesia. Iklim tropis di Indonesia yang juga diiringi dengan kurang baiknya manajemen pemeliharaan ternak di peternakan rakyat terutama pada bagian kesehatan hewan menjadi faktor utama penyebab tingginya prevalensi mastitis di Indonesia. Penyakit ini disebabkan oleh infeksi bakteri yang menyerang ambing, sehingga ambing akan mengalami peradangan yang berdampak pada terganggunya produksi susu ternak yang mengalaminya. Mastitis dikelompokkan menjadi dua jenis berdasarkan gejala yang ditunjukkannya, yaitu mastitis klinis dan mastitis subklinis. Mastitis klinis merupakan jenis mastitis yang menunjukkan gejala fisik secara langsung meliputi pembengkakan ambing, pengerasan ambing dan kemerahan yang secara langsung akan menyebabkan perubahan kondisi fisik ambing dan fungsi ambing, sedangkan mastitis subklinis adalah jenis mastitis tanpa adanya gejala yang ditunjukkan pada ternak dan tidak adanya pengaruh terhadap kondisi fisik ambing. Jenis mastitis subklinis ini lah yang sulit terdeteksi oleh peternak dan lebih umum terjadi dibandingkan mastitis klinis (Andersen *et al.*, 2010). Infeksi mastitis yang menyerang ternak dapat menurunkan produksi susu mulai dari 25% hingga 53% dari total produksi susu (Shearer dan Harris, 1992; Surjowardojo, 2011).

Mastitis subklinis dapat dideteksi melalui perhitungan jumlah sel somatis pada susu. Prevalensi mastitis di Indonesia misalnya pada sapi perah berkisar 60-90%, adapun 58-65% diantaranya merupakan mastitis subklinis (Nurdin dan Mihrani, 2006; Zalizar *et al.*, 2018; Wicaksono dan Sudarwanto, 2016). Penyebab mastitis diketahui disebabkan oleh adanya infeksi bakteri patogen. Jenis bakteri patogen yang utama penyebab mastitis diantaranya *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus* dan *Staphylococcus epidermidis* (Supar dan Aryanti 2008). Tingkat infeksi *Staphylococcus aureus* mencapai 91.6% pada ternak yang diindikasikan terinfeksi mastitis subklinis, hal tersebut juga sejalan dengan hasil penelitian lain yang menunjukkan bahwa infeksi *S. aureus* mendominasi pada susu kambing PE yang mengalami mastitis, yaitu mencapai angka 55% (Manu *et al.*, 2019; Suwito *et al.*, 2013). Selain penurunan produksi, mastitis juga menyebabkan terjadinya penurunan kualitas susu akibat perubahan komposisi susu, seperti terjadinya penurunan produksi laktosa dan asam lemak, peningkatan globulin dan penurunan kadar kasein susu (Isae dan Kurtu 2018).

Pengobatan mastitis umumnya dilakukan dengan menggunakan bahan kimia sintesis, seperti antiseptik dan antibiotik seperti biomycin, beta-lactams (pennicillin G) dan macrolide (*erythromycin*). Hal ini jika digunakan terus-menerus dapat berakibat pada terjadinya resistensi dan terdapat residu kimia pada produk susu yang dihasilkan. Pemanfaatan herbal sebagai bahan baku obat mastitis dapat dilakukan karena adanya senyawa fitokimia pada herbal yang mampu dalam membunuh bakteri penyebab mastitis. Indonesia memiliki sekitar 7500 jenis tanaman biofarmaka yang tumbuh subur dan menyebar di setiap provinsi. Kalimantan Timur sebagai salah satu kawasan paru-paru dunia memiliki potensi besar dalam pengembangan herbal. Potensi antibakteri yang ditunjukkan oleh senyawa fitokimia yang terkandung dalam herbal mampu dimanfaatkan guna memperbaiki kesehatan ternak perah dengan lebih alami dan tidak menghasilkan efek resistensi dan residu.

Potensi Herbal Terhadap Mastitis Subklinis

Indonesia memiliki keberagaman jenis tanaman herbal yang belum secara optimal dimanfaatkan. Penggunaan herbal saat ini kian diminati oleh pangsa pasar global. Hal ini terlihat dari penggunaan tanaman herbal sebagai turunan dalam pembuatan obat-obatan farmasetikal, setidaknya

lebih dari 50% dari obat yang beredar secara global saat ini menggunakan tanaman herbal sebagai bahan bakunya (Bareetseng 2022). Perkembangan pasar global produk herbal diketahui memiliki *rate* perkembangan tahunan sebesar 6.5% dan diprediksi pada tahun 2026 pangsa pasar ini dapat menghasilkan sebesar 104.78 juta dolar yang nilai tersebut meningkat sebesar 76% dibandingkan tahun 2017 (Lawson 2017). Oleh karena itu, optimalisasi herbal asal Indonesia perlu lebih diperhatikan.

Tabel 1. Pasar global obat herbal dan obat farmasi asal tanaman (Bareetseng 2022).

Kategori	Tahun (juta USD)			
	2016	2017	2022	%CAGR 2017-2022
Obat farmasi asal tanaman	27	29	39	6
Obat herbal	60	57	425	50

Keterangan: CAGR (Compound Annual Growth Rate) atau tingkat pertumbuhan tahunan gabungan.

Prospek pengembangan herbal di Indonesia akan semakin meningkat yang mana hal ini berkaitan dengan keberagaman jenis herbal yang ada di Indonesia. Kalimantan sebagai salah satu pulau terbesar yang memiliki potensi untuk pengembangan herbal. Data dari BPS (2021) menunjukkan Kalimantan memiliki setidaknya 7.208.424 m² lahan panen tanaman biofarmaka yang di dalamnya hanya meliputi beberapa jenis tanaman saja seperti dlingo, jahe, kapulaga, keji beling, kencur, kunyit, lengkuas, lempuyang, lidah buaya, mahkota dewa, mengkudu, sambiloto, temuireng, temukunci dan temulawak. Kalimantan Timur merupakan satu provinsi terbesar di Indonesia dan terbesar ketiga di Pulau Kalimantan memiliki luas wilayah kurang lebih 129 km² dengan luas panen tanaman obat sebesar 905.833 m² atau sekitar 12.5% dari keseluruhan luasan lahan panen di Kalimantan.

Eksplorasi pengembangan komoditas herbal di Kalimantan lebih jauh dapat dilakukan dengan menilik pada jenis tanaman khas asal daerah tertentu yang banyak tersebar dan sudah cukup lama digunakan sebagai obat alami oleh masyarakatnya. Komoditas khas Kalimantan Timur yang diindikasikan memiliki potensi untuk dapat dikembangkan sebagai obat herbal alami guna mengatasi mastitis, diantaranya meliputi Tahongai

(*Kleinhovia hospita* L), Pasak Bumi (*Eurycoma longifolia*) dan Bawang Tiwai (*Eleutherine palmifolia* L. Merr). Ketiganya merupakan tanaman khas asal Kalimantan Timur dan banyak ditemukan di Kalimantan Timur, adapun pemanfaatannya sebagai tanaman farmaseutikal dapat dilakukan dengan memanfaatkan beberapa bagian dari tanaman, seperti akar, batang, daun dan umbi. Pengaruh farmaseutikal yang dikaitkan dengan perbaikan kesehatan dipengaruhi oleh adanya senyawa aktif yang terkandung dalam tanaman. Senyawa aktif tersebut mampu memberikan efek seperti antibakteri, antioksidan dan sebagai immunomodulator.

1. Daun Tahongai (*Kleinhovia hospita* L)

Tahongan merupakan salah satu tanaman obat asal Kalimantan Timur yang habitatnya banyak ditemukan di daerah pinggiran sungai Mahakam. Umumnya tanaman ini dimanfaatkan daunnya oleh masyarakat Dayak sebagai obat penguat hati karena mampu memberikan efek detoksifikasi melalui mekanisme pengeluaran racun. Selain itu, tanaman ini juga diketahui berperan sebagai antioksidan alami (Paramita 2016). Hal ini dipengaruhi oleh kandungan fenolik pada daun Tahongai yang mampu mengikat oksigen dan juga berperan sebagai katalis reaksi oksidasi (Khatun *et al.* 2006)

Tahongai termasuk ke dalam famili *Sterculiaceae*, adapun tanaman ini termasuk ke dalam jenis pohon dengan ukuran pendek hingga sedang, yaitu berkisar 5-20 meter (USDA 2016). Tanaman ini juga banyak tersebar di beberapa wilayah di Indonesia, salah satunya Sulawesi yang mengenal tanaman ini dengan sebutan Paliasa. Solihah *et al.* (2018) menjelaskan bahwa daun Tahongai diketahui mengandung beberapa senyawa aktif seperti alkaloid, flavonoid, tanin, saponin dan steroid.

Tabel 2. Kandungan fitokimia daun dan kulit batang Tahongai.

Senyawa aktif	Daun Tahongai ¹	Kulit batang Tahongai ²
Terpenoid (Streoid)	+	-
Flavonoid	+	-
Alkaloid	+	+
Fenolik	-	
Saponin	+	-
Tanin	+	+

Keterangan: Ada (+) tidak ada (-); 1 (Solihah *et al.*, 2018; 2 Clara dan Alfarabi, 2018)

Kandungan terpenoid dan saponin pada daun Tahongai seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2 mampu berperan dalam membantu flavonoid untuk merusak permeabilitas dinding sel bakteri, sehingga mengganggu proses pembentukan membran dan dinding sel yang kemudian akan berdampak pada terganggunya pertumbuhan bakteri.

2. Pasak Bumi (*Eurycoma longifolia*)

Pasak bumi merupakan salah satu tanaman herbal yang tergolong ke dalam tanaman semak yang berasal dari Asia Tenggara, adapun tanaman ini banyak dapat ditemui di Kalimantan. Pasak Bumi sudah sejak lama dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai obat herbal untuk mengatasi infertilitas dan masalah kesehatan lain. Bagian Pasak Bumi yang dapat dimanfaatkan sebagai herbal diantaranya daun, akar dan batang. Konsumsi Pasak Bumi dilakukan dengan mencampurkannya ke dalam makanan atau minuman seperti teh atau kopi. Halim (2018) menunjukkan bahwa ekstrak batang Pasak Bumi mampu menghasilkan aktivitas antibakteri pada bakteri patogen *Escherichia coli*, hal ini dipengaruhi oleh adanya senyawa bioaktif bersifat antibakteri seperti flavonoid, alkaloid dan terpenoid yang terkandung di dalamnya.

Tabel 3. Kandungan senyawa aktif daun dan akar Pasak Bumi.

Senyawa aktif	Daun Pasak Bumi	Akar Pasak Bumi
Terpenoid (Streoid)	+++	+++
Flavonoid	-	+
Alkaloid	++	++
Fenolik	+	+++
Saponin	-	++

Keterangan: kuat (+++), sedang (++), lemah (+), tidak ditemukan (-)
(Zulfahmi, 2018)

Kandungan senyawa fitokomia ditunjukkan lebih banyak pada akar Pasak Bumi dibandingkan daunnya (Tabel 3). Farouk dan Benafri (2016), menunjukkan terdapat adanya pengaruh dari ekstrak daun dan batang Pasak Bumi terhadap bakteri gram positif dan gram negatif, adapun ekstrak daun menunjukkan aktivitas daya hambat yang lebih kuat dibandingkan ekstrak batang.

3. Bawang Tiwai (*Eleutherine palmifolia* L. Merr)

Bawang Tiwai atau dikenal juga dengan sebutan bawang Dayak merupakan tanaman khas Kalimantan Timur. Bawang ini termasuk ke dalam famili *Iridiceae* dan telah banyak dimanfaatkan sebagai tanaman obat oleh masyarakat Dayak. Bagian dari bawang Tiwai yang dimanfaatkan sebagai obat adalah umbinya. Bawang Tiwai tergolong mudah untuk dibudidayakan dan dapat dipanen setelah 2-3 bulan masa tanam (Prayitno *et al.*, 2018). Bawang Tiwai umumnya lebih banyak dimanfaatkan sebagai obat tradisional dibandingkan sebagai bahan untuk memasak. Hal ini dipengaruhi oleh rasa dari bawang yang cenderung pahit, sehingga tidak palatable untuk dijadikan bumbu dapur. Penggunaan Bawang Tiwai sebagai obat tradisional dipengaruhi oleh kandungan antibakteri, antioksidan serta kemampuannya sebagai immunomodulator. Bawang ini mampu melawan radikal bebas dan sebagai antiinflamasi.

Tabel 4. Kandungan senyawa aktif pada Bawang Tiwai.

Parameter	Ekstrak bawang	Pati bawang	Ampas bawang
Senyawa aktif			
Terpenoid (Streoid)	-	-	-
Flavonoid	+	+	+
Alkaloid	+	-	-
Fenolik	+	+	+
Saponin	-	-	-
Fitokimia secara kuantitatif ($\mu\text{g/mL}$)			
Total polifenol	455.27	194.06	159.52
Total flavonoid	228.58	310.82	290.06

Keterangan: Ada (+) tidak ada (-)
(Saputra *et al.*, 2020)

Berdasarkan hasil pengujian fitokimia oleh Saputra *et al.* (2020) Bawang Tiwai diketahui mengandung senyawa bioaktif utama berupa flavonoid dan fenolik, adapun ekstraksi terhadap bawang mampu memunculkan senyawa alkaloid pada bawang. Selain itu, kandungan senyawa bioaktif diketahui akan semakin tinggi ketika dilakukan ekstraksi terlebih dahulu. Ampas bawang juga menunjukkan nilai yang masih tergolong tinggi pada kedua senyawa. Ampas bawang menunjukkan

perbedaan sebesar 22% dibandingkan pati bawang terhadap senyawa polifenol, sedangkan hanya terdapat perbedaan sekitar 7% untuk kandungan flavonoid ampas bawang dibandingkan pati bawang. Hal ini menunjukkan pemanfaatan Bawang Tiwai dapat pula dilakukan dengan memanfaatkan ampasnya, tentunya hal tersebut dapat lebih memberikan dampak secara ekonomis bagi peternak karena dapat memanfaatkan limbah dari produk utama bawang yang juga sekaligus merupakan sebuah mekanisme optimalisasi terhadap pemanfaatan Bawang Tiwai.

Kandungan senyawa polifenol ini dapat memberikan antibakteri dan antioksidan. Bawang Tiwai diketahui menunjukkan aktivitas terhadap bakteri gram positif salah satunya adalah terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus* (Ieyama *et al.*, 2011). Senyawa bioaktif lain yang terkandung dalam bawang Tiwai meliputi alkaloid, kuinon, tanin, steroid dan monoterpenoid (Puspawati *et al.*, 2013). Senyawa tersebut erat kaitannya sebagai antibakteri.

Mekanisme Pengaruh Senyawa Fitokimia Terhadap Mastitis Subklinis

Senyawa fitokimia seperti alkaloid, flavonoid, triterpenoid, fenolik dan saponin berperan sebagai antibakteri, adapun senyawa metabolit ini diketahui ditemukan pada Tahongai, Pasak Bumi dan Bawang Tiwai. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga tanaman ini berpotensi untuk dapat dimanfaatkan lebih jauh sebagai sumber alami dalam pengobatan mastitis subklinis pada ternak. Senyawa fitokimia yang terdapat pada ketiga tanaman potensial yang telah di jelaskan di atas memiliki mekanisme dalam melawan bakteri patogen penyebab mastitis. Bakteri utama penyebab mastitis umumnya tergolong ke dalam bakteri gram positif, seperti *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus* dan *Staphylococcus epidermidis*.

Pemanfaatan senyawa bioaktif yang terkandung pada herbal telah terbukti mampu digunakan sebagai antibakteri dalam melawan mastitis subklinis. Hal ini ditunjukkan dengan adanya penurunan jumlah sel somatis pada susu setelah diberi perlakuan herbal. Pengaruh senyawa bioaktif berupa terpenoid, flavonoid, fenolhidrokuinon dan triterpenoid yang terkandung dalam ekstrak ampas mengkudu yang juga tergolong sebagai tanaman herbal menunjukkan adanya pengaruh antibakteri. Hal ini terlihat dari zona bening dari uji *in vitro* yang dihasilkan dan termasuk ke dalam kelompok antibakteri asal tanaman dengan efektivitas sedang, lebih lanjut

pengaruh antibakteri ini terlihat ketika penggunaan ampas mengkudu diberikan ke kambing perah secara langsung yang menunjukkan adanya penurunan jumlah sel somatis tertinggi dengan adanya ampas mengkudu dibandingkan dengan kontrol sampai dengan 62% (Wicaksono, 2017; Hilal, 2018; Anjani, 2019).

Efektivitas tanaman herbal ini dipengaruhi oleh senyawa bioaktif yang terkandung di dalamnya. Bakteri utama penyebab mastitis tergolong ke dalam kelompok gram positif memiliki tingkat kerentanan yang lebih tinggi terhadap senyawa triterpenoid dan flavonoid yang diekstraksi dari tanaman (Rios dan Recio, 2005). Alkaloid yang terkandung pada Bawang Tiwai menghasilkan sebuah mekanisme penghambatan terhadap komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri patogen yang menyebabkan dinding sel akan rusak dan membuat sel mati (Kurniawan dan Aryana, 2015). Selain itu, kandungan flavonoid yang ditemukan pada ketiga herbal tersebut mampu menyerang bakteri melalui mekanisme pengikatan protein pada membran plasma dan kemudian membentuk suatu senyawa kompleks, sehingga menyebabkan membran plasma bocor dan komponen sel bakteri terurai keluar dan membuat bakteri mati (Hendra *et al.*, 2011). Senyawa triterpenoid pada Daun Tahongai diketahui mampu berperan sebagai antikanker dan antitumor melalui mekanisme penghambatan sel leukimia dan antiproliferasi pada sel karsinoma kolorektal dan karsinoma gaster (Paramita, 2016). Selain itu, efektivitas antibakteri pada daun ini menunjukkan adanya pengaruh bakteriostatik dalam menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* yang merupakan salah satu bakteri utama penyebab mastitis subklinis (Rusli *et al.*, 2018). Hal serupa juga dijelaskan oleh Maghvirah *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa ekstrak etanol daun Tahongai pada konsentrasi 100 g/L menunjukkan kemampuan dalam menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* secara signifikan.

Efektivitas antibakteri pada Pasak Bumi sangat memengaruhi aktivitas terhadap bakteri gram positif dibanding gram negatif (Khanam *et al.*, 2015). Hal ini dipengaruhi oleh struktur dinding sel pada bakteri. Bakteri gram positif tersusun atas peptidoglikan yang lebih tebal dibandingkan bakteri gram negatif yang lebih banyak tersusun atas lipoposakarida yang tebal (Cokrodiyanto, 2014). Kandungan senyawa kimia yang terdapat pada ketiga bahan sumber herbal dapat dioptimalkan untuk dapat digunakan sebagai antibakteri dengan proses ekstraksi atau digunakan secara

langsung sebagai bahan untuk *teat dipping* sebelum pemerahan. Selain itu, bahan tersebut juga dapat digunakan sebagai aditif atau substitusi pakan ternak pernah dengan memerhatikan kandungan serat dan antinutrisinya. Pengembangan lebih lanjut dari Tahongai, Pasak Bumi dan Bawang Tiwai dapat dikembangkan menjadi sebuah produk fitobiotik yang lebih aman penggunaannya bagi ternak pernah dalam meminimalisir tingkat prevalensi mastitis.

Daftar Pustaka

- Andersen S, Dohoo I, Olde RR, Stryhn H. 2010. Diagnosing intramammary infections: Evaluating expert opinions on the definition of 421 intramammary infection using conjoint analysis. *J. Dairy Sci.* 93: 2966-2975.
- Anjani FM. 2019. Manfaat berbagai formula ransum yang mengandung ampas mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) dan Indigofera terhadap performa dan jumlah sel somatis pada kambing perah laktasi [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Baretseng S. 2022. The worldwide herbal market: Trends and opportunities. *J. Biomed Res Environ Sci.* 3(5): 575-584.
- Clara TG, Alfarabi M. 2019. Toksisitas ekstrak daun dan kulit batang Tahongai (*Kleinhovia hospita* L.) menggunakan metode Brine Shrimpt Lethality test (BSLT). Jakarta: Universitas Kristen Indonesia.
- Cokrodianto P. 2014. Perbedaan Kadar Procalcitonin antara Anak Sepsis Bakteri Gram Positif dan Gram Negatif [tesis]. Surakarta (ID): Universitas Sebelas Maret.
- Farouk A, Benafri A. 2016. Antibacterial activity of *Eurycoma longifolia* Jack. *Saudi Med J.* 28(9): 1422-1424
- Halim AG. 2018. Aktivitas Daya Hambat Ekstrak Batang Pasak Bumi (*Eurycoma longifolia* Jack) terhadap *Escherichia coli* ATCC 25922 In Vitro [skripsi]. Banjarmasin (ID): Universitas Lambung Mangkurat.
- Hilal M. 2018. Evaluasi in vitro ampas jus mengkudu (*Morinda citrifolia*) terhadap beberapa bakteri penyebab mastitis subklinis [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Ieyama T, Guanawan-Puteri MDPT, Kawabata J.. 2011. α -Glucosidase inhibitors from the bulb of *Eleutherine americana*. *Food Chem.* 128(2): 308-311.

- Isae AA, Kurtu MY. 2018. Mastitis and its effect on chemical composition of milk in and around Worabe Town, Siltie Zone, Ethiopia. *ASRJETS*. 42(1): 210-220.
- Khatun M, Eguchi S, Yamaguchi T, Takamura H, Matoba T. 2006. Effect of thermal treatment on radical-scavenging activity of some spices. *Food Sci Technol Res*. 12(3): 178-185.
- Kurniawan B, Aryana WF. 2015. Binahong (*Cassia alata* L) as inhibitor of *Escherichia coli* growth. *J. MAJORITY*. 4(4): 100-104.
- Lawson K. 2017. *Botanical and Plant-derived Drugs: Global Markets*. Bristol: PCC Publishing.
- Maghvira T, Marwati, Ardhani F. 2019. Uji daya hambat bakteri *Staphylococcus aureus* menggunakan ekstrak Daun Tahongai (*Kleinhovia hospita* L.). *Jurnal Peternakan Lingkungan Tropis*. 2(2): 41-50.
- Manu KR, Tangkonda E, Gelolodo MA. 2019. Isolasi dan identifikasi terhadap bakteri penyebab mastitis pada sapi perah di Desa Benlutu Kecamatan Batu Putih Kabupaten Timor Tengah Selatan. *Jurnal Veteriner Nusantara*. 2(2): 10-19.
- Paramita S. 2016. Tahongai (*Kleinhovia hospita* L.): Review sebuah tumbuhan obat dari Kalimantan Timur. *The Journal of Indonesian Medical Plant*. 9(1): 29-36.
- Prayitno B, Mukti BH, Lagiono. 2018. Optimasi potensi bawang dayak (*Eleutherine* sp.) Sebagai bahan obat alternatif. *Jurnal Pendidikan Hayati*. 4(3): 149-158.
- Puspawati R, Adirestuti P, Menawati R. 2013. Khasiat umbi bawang dayak (*Eleutherine palmifolia* (L.) Merr. sebagai herbal antimikroba kulit. *Kartika J Ilm Farm*. 1(1):31-37
- Rusli R, Hafid M, Badjadi NN. 2018. Uji efektivitas antibakteri kombinasi ekstrak Daun Paliasa (*Kleinhovia hospita* L) varietas bunga putih dan bunga ungu terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Media Farmasi*. 14(1): 8-13.
- Saputra SH, Sampepana E, Yustini PE. 2020. Proses ekstraksi Bawang Tiwai terhadap kandungan fitokimia dan aktivitas antioksidan. *JRTI*. 14(1): 97-104.
- Shearer JK, Harris Jr B. 1992. *Mastitis in Dairy Goats*. Gainesville (USA): University of Florida Cooperative Extension Service.

- Solihah I, Mardiyanto, Fertilita S, Herlina, Charmila O. 2018. The standardization of ethanolic extract of Tahongai leaves (*Kleinhovia hospita* L.). *Sci Technol Indonesia*. 3(1): 14-18.
- Supar, Aryati T. 2008. Kajian Pengendalian Mastitis Subklinis pada Sapi Perah. *Prosiding Prospek Industri Sapi Perah menuju Perdagangan Bebas 2020 diselenggarakan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Badan Litbang Pertanian*. Ciwai, Bogor, Indonesia.
- Surjowardojo P. 2018. Tingkat kejadian mastitis dengan Whiteside Test dan produksi susu sapi perah Friesien Holstein. *J. Ternak Tropika*. 12 (1): 46-55.
- Suwito W, Wahyuni AETH, Nugroho WS, Sumiarto B. 2013. Isolasi dan identifikasi bakteri mastitis klinis pada kambing Peranakan Ettawah. *Jurnal Sain Veteriner*. 31 (1): 49-54.
- Wicaksono A, Sudarwanto M. 2016. Prevalensi mastitis subklinis dan evaluasi mikrobiologis susu peternakan rakyat di Boyolali. *Acta Veterina Indonesiana*. 4(2): 51-56.
- Wicaksono MA. 2017. Potensi ampas mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) sebagai anthelmintika alami terhadap *Haemonchus contortus* melalui pengujian *in vitro* [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Zalizar L, Sujono, Indratami D, Soedarsono YA. 2018. Kasus mastitis subklinis pada sapi perah laktasi di Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*. 28 (1): 35-41.
- Zulfahmi. 2018. *Perbandingan Kandungan dan Konsentrasi Bahan Aktif Aktif Akar dan Daun Pasak Bumi*. Kampar (ID): Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat UIN Sultan Syarif Kasim Riau.

PENGENDALIAN PENGGUNAAN *ANTIBIOTIC GROWTH PROMOTERS* (AGP) DAN ALTERNATIF PENGGANTINYA UNTUK MENDUKUNG KEAMANAN PANGAN ASAL TERNAK UNGGAS

Nurul Fajrih H
Jurusan/Program Studi Peternakan

Latar Belakang

Pelarangan penggunaan *Antibiotic Growth Promoter* (AGP) sudah bergulir sejak Januari Tahun 2018. Larangan tersebut tertuang pada Undang-Undang Peternakan dan Kesehatan Hewan No 18 pasal 22 ayat 4c Tahun 2009 dan Undang-Undang Nomor 41 Tahun 2014 bahwa setiap orang dilarang menggunakan bahan pakan yang ditambahkan suplemen baik berupa hormon tertentu ataupun antibiotik. Kebijakan ini dilakukan pemerintah mengingat dampak negatif penggunaan AGP yaitu berisiko menimbulkan residu terhadap produk hasil ternak dan dapat menyebabkan resistensi bakteri sehingga dikhawatirkan dapat membahayakan kesehatan konsumen. Dampak pelarangan AGP mengakibatkan produktivitas ternak ayam menurun sehingga menyebabkan kerugian bagi peternak. Pemberlakuan larangan penggunaan AGP seharusnya diikuti dengan ketersediaan alternatif penggantinya. Berdasarkan hal tersebut sehingga banyak penelitian yang telah dilakukan untuk mencari alternatif yang dapat menggantikan fungsi AGP.

Tinjauan Umum *Antibiotic Growth Promoter*

Antibiotic Growth Promoter (AGP) merupakan antibiotik dengan dosis kecil yang digunakan sebagai suplemen dalam pakan ternak. AGP

bekerja dengan menekan stres, mengurangi infeksi, mengoptimalkan penyerapan nutrisi dari pakan ke dinding usus. AGP sebagai imbuhan pakan diproduksi oleh perusahaan pakan broiler untuk meningkatkan laju pertumbuhan dan telah lama digunakan sebagai imbuhan pakan dengan tujuan untuk mencegah penyakit dan membunuh bakteri merugikan yang terdapat pada saluran pencernaan agar mencapai bobot badan dan rasio konversi pakan yang lebih baik.

Penggunaan antibiotik pada ternak dapat mengakibatkan residu antibiotik pada bahan makanan seperti daging, susu, dan telur. Residu ini dapat menyebabkan berbagai efek samping seperti transfer bakteri resistan antibiotik ke manusia. Perpindahan bakteri resistan antibiotik dapat menyebar dari manusia ke manusia atau antara manusia dan ternak, termasuk dari makanan yang berasal dari ternak. Oleh karena itu, penggunaan antibiotik sebagai pemacu pertumbuhan telah dilarang oleh sebagian besar negara di dunia. Menurut World Organization for Animal Health (OIE) bahwa sekitar 51% negara-negara anggota OIE telah melarang penggunaan AGP, sekitar 19% melarang secara parsial, dan hanya 30% negara-negara anggota OIE sama sekali belum melarang penggunaan AGP (Sinurat *et al.*, 2018).

Faktor keuntungan menjadi salah satu alasan bagi peternak untuk menggunakan antibiotik. Pemakaian antibiotik sebagai obat atau sebagai imbuhan pakan dapat meningkatkan produktivitas ternak, sehingga menghasilkan keuntungan bagi peternak. Broiler yang diberi imbuhan pakan antibiotik memiliki pertambahan berat badan yang lebih tinggi dan konversi pakan yang lebih baik daripada yang tidak diberi imbuhan pakan antibiotik pada pakan, dan penghentian imbuhan pakan dapat meningkatkan biaya produksi. Jenis-jenis antibiotik yang biasanya digunakan dalam pakan unggas yakni *Avilamisin*, *Bacitracin*, *Methylen Disalisilat (BMD)*, *Zinc Bacitracin (ZB)*, *Colistin*, *Enramisin*, *Kitasamisin*, *Lincomycin (HCl)*, *Tiamulin*, *Tylosin*, *Virginiamisin*, *Tylvalosin*, *Lasalocid*, *Maduramisin*, *Monesin*, *Narasin*, *Salinomisin* atau *Semduramisin*.

Dampak Penggunaan AGP

Penggunaan antibiotik memiliki dampak buruk bagi ternak karena dapat menimbulkan resistensi bakteri terhadap antibiotik. Bakteri yang resisten tersebut dapat menginfeksi manusia melalui rantai pangan asal ternak. Hal tersebut terjadi karena dalam praktiknya penggunaan antibiotik

terhadap ternak dapat menimbulkan residu dalam jaringan jika tidak cukup waktu jeda (*withdrawal time*) yang mengakibatkan kontaminasi melalui rantai pangan (Sinurat *et al.*, 2018). Penggunaan antibiotik yang tidak memperhatikan masa henti obat dapat menyebabkan adanya residu pada daging. Semakin lama penghentian pemberian antibiotik jenis zinc bacitracin, akan terjadi penurunan jumlah residu yang tertinggal di dalam daging, hati dan ginjal broiler.

Hasil penelitian Herawati *et al.* (2020) menemukan bahwa broiler yang diberikan AGP berupa colistin menunjukkan peningkatan ketahanan bakteri terhadap antibiotik chlorampenicol secara signifikan. Fakta lainnya adalah broiler yang diberi colistin sulfat dengan dosis 80.000 iu/kg BB selama tiga hari berturut-turut pada umur 1-3 hari menyebabkan bakteri *E. coli* menjadi resistan terhadap colistin (Palupi *et al.*, 2018). Berdasarkan penelitian Niasono *et al.* (2019) kejadian resistansi juga dapat terjadi akibat terjadinya perpindahan materi resistan dari lingkungan luar kandang ke dalam lingkungan kandang. Lingkungan sekitar kandang dapat menyimpan berbagai materi resistan yang dapat berpindah antar bakteri. Lingkungan merupakan sumber utama bakteri resistan akibat dari penggunaan antibiotik di hewan maupun manusia. Bakteri resistan yang mencemari lingkungan peternakan dan mentransfer gen resistansi ke bakteri lain, memberikan peluang untuk bertahan yang berpotensi membahayakan kemampuan antimikroba (Mughini-Gras *et al.*, 2022).

Penggunaan antibiotik dan obat-obatan yang tidak tepat dan tidak bijaksana akan menghasilkan akumulasi residu beracun dan berbahaya dalam daging dan telur unggas yang dapat mempengaruhi kesehatan konsumen. Dampak negatif yang dapat terjadi berupa memicu reaksi alergi dan menularkan mikroba yang resistan terhadap antibiotik. Bakteri resistan terhadap beberapa antibiotik memberikan efek jangka panjang yaitu meningkatkan kejadian efek samping obat, dan biaya pelayanan kesehatan menjadi tinggi (Riswanto *et al.*, 2017). Penggunaan obat-obatan yang tidak bijaksana atau kadang-kadang dosis yang tidak lengkap menyebabkan mikroba yang resistan dapat bertahan hidup. Kelangsungan hidup bakteri, dan bakteri menjadi resistan terhadap antibiotik dapat terjadi karena dosis obat yang tidak mematikan. Hal tersebut adalah penyebab utama resistansi yang diinduksi oleh obat. Bakteri resistan masuk ke dalam tubuh manusia melalui makanan, air yang terkontaminasi

kotoran hewan dan dari lingkungan tempat pembuangan kotoran hewan yang disembelih (Ahmad dan Khan, 2019).

Alternatif Pengganti AGP

Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengatasi dampak negatif adanya pelarangan penggunaan AGP, diantaranya digantikan dengan *natural growth promoter*. Penggunaannya telah diidentifikasi mempunyai khasiat dan aman untuk menggantikan fungsi antibiotik pemacu pertumbuhan. Alternatif *growth promoter* tersebut diantaranya adalah probiotik, prebiotik, sinbiotik, enzim, asam organik dan fitobiotik. Selain penggunaan alternatif pengganti AGP upaya yang dapat dilakukan untuk memacu pertumbuhan yaitu dengan mengoptimalkan manajemen biosekuriti di lingkungan farm.

1. Probiotik

Cara kerja probiotik pada unggas, yaitu mempertahankan mikroflora usus dan bersifat antagonis terhadap bakteri patogen, patogen berkurang sehingga pencernaan didominasi oleh bakteri yang menguntungkan seperti bakteri asam laktat (BAL). BAL tersebut menghasilkan asam laktat yang dapat menurunkan pH usus sehingga tercipta suasana asam yang akhirnya dapat menghambat bakteri patogen. Selain itu dapat meningkatkan aktivitas enzim pencernaan dan menurunkan aktivitas enzim bakteri serta produksi ammonia, meningkatkan asupan pakan, serta merangsang sistem kekebalan tubuh.

Beberapa mikroba yang digunakan sebagai probiotik adalah *L. bulgaricus*, *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. helveticus*, *L. lactis*, *L. salivarius*, *L. plantarum*, *S. thermophiles*, *E. faecium*, *E. faecalis*, dan *Bifidobacterium sp.* yang termasuk kelompok bakteri asam laktat, serta *S. cerevisiae*, *A. niger*, dan *R. oryzae* yang berasal dari spesies kapang dan jamur. Probiotik dapat diberikan melalui campuran pakan, air minum, maupun *force feeding*. Probiotik yang diberi melalui pakan atau minum, efektif menggantikan AGP pada ayam broiler. Berikut adalah penelitian berbagai jenis probiotik dan pengaruhnya pada unggas.

Tabel 1. Pengaruh suplementasi probiotik terhadap ternak unggas.

Jenis Probiotik	Level penggunaan	Manfaat	Sumber
Probiotik cair yang mengandung bakteri <i>Lactobacillus sp</i>	komposisi 1,4x10 ¹⁰ cfu/ml	menurunkan konsumsi pakan, konsumsi protein, konversi pakan, mortalitas dan meningkatkan pertambahan berat badan, berat dan presentase karkas ayam pedaging	Astuti <i>et al.</i> , 2015
Probiotik <i>L. casei</i> dan <i>L. rhamnosus</i>	0.05 gram/kg pakan,	dapat menurunkan total kolesterol dan LDL serta meningkatkan kadar HDL ayam broiler.	Andriani <i>et al.</i> , 2020
Probiotik <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	0,2%.	menurunkan konversi ransum dan meningkatkan nilai Income Over Feed Cost pada ayam broiler	Nurhayatin, 2016

2. Prebiotik

Prebiotik merupakan karbohidrat jenis oligosakarida yang tidak dapat dicerna dan diserap oleh usus halus unggas. Prebiotik bekerja dengan cara difermentasi oleh BAL menghasilkan asam laktat dan asam lemak rantai pendek (SCFA) yang menyebabkan suasana dalam usus menjadi asam (Prasetyo *et al.*, 2017). Oligosakarida secara alami dapat ditemukan dalam jumlah sedikit pada biji-bijian, umbi-umbian, buah-buahan, sayuran dan tanaman lainnya. Oligosakarida yang tidak dapat dicerna terdiri dari beberapa macam, diantaranya yaitu *frukto-oligosakarida* (FOS), *galakto-oligosakarida* (GOS), *isomalto-oligosakarida* dan *mannooligosakarida* (MOS). Penambahan prebiotik dalam ransum memberikan pengaruh pada aktivitas bakteri baik karena menjadi “sumber makanan” sehingga dapat menekan pertumbuhan bakteri patogen dan meningkatkan kesehatan dan performa seperti yang diuraikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Berbagai jenis prebiotik dan manfaatnya terhadap ternak unggas.

Jenis Prebiotik	Level penggunaan	Manfaat	Sumber
Inulin dari umbi dahlia	1,2%/kg pakan	Meningkatkan performa pertumbuhan dan kesehatan ayam kampung	Fajrih <i>et al.</i> , (2014)
Oligofruktosa dan inulin dari akar <i>chicory</i>	1% dalam ransum	Dapat meningkatkan produksi telur dan efisiensi pakan serta menurunkan kolesterol kuning telur.	Chen <i>et al.</i> , (2005)
XOS (<i>Xilooligosakarida</i>) dari kulit jagung	0,5%	Menstimulasi pertumbuhan bifidobakteri disertai dengan penurunan populasi <i>Streptococci</i> dan <i>E. coli</i> di dalam sekum ayam broiler.	Samanta <i>et al.</i> , 2013
MOS (<i>Mannooligosakarida</i>)	0,3%-0,5%	meningkatkan berat badan, respons imun, profil hematologi dan biokimia darah broiler, serta menurunkan kadar kortikosteron serum selama musim panas	Khalaji <i>et al.</i> , 2011

3. Sinbiotik

Sinbiotik merupakan kombinasi campuran probiotik dan prebiotik yang dapat memperbaiki ketahanan hidup dan kultivasi pada saluran cerna dari suplemen pakan yang berisi mikroorganisme hidup. Kombinasi probiotik dan prebiotik yang cocok atau kompatibel dapat meningkatkan ketahanan hidup dan aktivitas probiotik, contohnya FOS (*fruktoologisakarida*) yang dikombinasikan dengan strain *Bifidobacteria* atau *Lactobacilli*.

Tabel 3. Suplementasi sinbiotik dan manfaatnya untuk ternak unggas.

Jenis Sinbiotik	Level penggunaan	Manfaat	Sumber
Kombinasi ekstrak bawang putih dan <i>Lactobacillus acidophilus</i>	4 ml/kg	Meningkatkan performans ayam broiler.	Puspitaningrum <i>et al.</i> , 2021
Kombinasi ubi jalar dan ragi tape	3% tepung ubi jalar dan 0,5% ragi tape	Meningkatkan pertambahan bobot badan, bobot badan akhir dan konversi pakan pada broiler	Paramesuwari <i>et al.</i> , 2012
Kombinasi daun cincau dan BAL	2% dalam air minum	Meningkatkan konsumsi ransum, konversi pakan lebih rendah dan PBB yang lebih baik	Zairiful <i>et al.</i> , 2018

4. Enzim

Enzim umumnya diberikan pada unggas karena mempunyai keterbatasan untuk menghasilkan enzim fitase dan banyak menambahkan posfor anorganik dalam pakan. Umumnya fitat berada dalam bentuk kompleks dengan protein, pectin, dan polisakarida bukan pati, sehingga untuk mengatasinya dapat digunakan multi enzim. Selain itu, dengan penggunaan fitase dalam ransum dapat menurunkan penggunaan fosfor dalam ransum sampai tingkat 40% tanpa menimbulkan efek negatif. Di samping itu, pencernaan unggas mempunyai keterbatasan untuk mendegradasi karbohidrat bukan pati (NSP). Kandungan NSP yang tinggi dalam bahan makanan juga akan menurunkan pencernaan nutrisi lainnya seperti protein. Hasil yang diharapkan dengan perlakuan enzim adalah pencernaan NSP yang meningkat dan juga meningkatnya pencernaan terhadap protein dan lemak. Berikut adalah pengaruh penggunaan enzim terhadap ternak unggas (Tabel 4).

Tabel 4. Pengaruh penggunaan enzim dalam ransum terhadap performa unggas.

Jenis Enzim	Level penggunaan	Manfaat	Sumber
Enzim papain	0.05%	Memperbaiki karakteristik usus dan penampilan produksi ayam pedaging.	Fitasari, 2012
Enzim mannannase dari <i>Bacillus cereus</i>	taraf 1%	Meningkatkan konsumsi ransum, bobot potong dan bobot relatif usus halus pada ayam broiler	Putriyani dan Eva, 2022
Enzim phytase	900 FTU/kg ransum	Performa broiler lebih baik dengan konversi pakan yang paling rendah.	Sahara <i>et al.</i> , 2012
Enzym kompleks (alfa-amilase, xilanase, beta-glukonase, protease, lipase)	0,1%-0,3%	Meningkatkan pertumbuhan, pencernaan fosfor dan efisiensi penggunaan ransum	Xuan <i>et al.</i> , (2001)

5. Asam organik

Asam organik merupakan salah satu jenis aditif pakan berupa asam yang bertujuan untuk menurunkan pH pakan dan saluran pencernaan sehingga dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme merugikan. Asam organik merupakan salah satu zat yang dapat dikategorikan sebagai acidifier dan telah banyak digunakan dalam industri perunggasan. Asam organik lazim digunakan pada ransum unggas dan berpotensi menggantikan peran antibiotik diantaranya adalah asetat, asam laktat, asam suksinat, asam fomat, asam butirat. Pemberian asam organik maupun anorganik dapat melalui pakan atau air minum. Asam organik merupakan bahan pakan imbuhan yang berpotensi dapat menggantikan antibiotik karena bahan ini dapat mengeliminasi *salmonella spp* dan dapat menghambat bakteri patogen lainnya di dalam saluran pencernaan, mampu menurunkan pH pencernaan, menekan pertumbuhan bakteri patogen serta meningkatkan BAL sehingga pemanfaatan nutrisi menjadi lebih baik.

Tabel 5. Pengaruh asam organik terhadap performa unggas.

Jenis Asam Organik	Level penggunaan	Manfaat	Sumber
<i>Acidifier</i>	1,2%/100g	Menurunkan konsumsi pakan serta penambahan bobot badan, dan berpengaruh nyata meningkatkan konversi pakan	Huda <i>et al.</i> , 2019
Asam organik dan anorganik	6 g r / k g pakan	Efektif meningkatkan bobot badan broiler, menurunkan jumlah konsumsi pakan broiler, dan menurunkan konversi pakan broiler.	Sumardika <i>et al.</i> , 2020
Air perasan jeruk nipis	Dalam air minum pH 5	Efektif meningkatkan pertambahan bobot badan dan efisiensi penggunaan pakan serta menurunkan mortalitas pada periode starter	Hidayat <i>et al.</i> , 2018
Asam butirat	0,5 g/kg pakan	Memperbaiki perkembangan panjang vili usus broiler	Budiartawan <i>et al.</i> , 2018
Asam sitrat	0,8% dalam pakan single step down	Performa/pertumbuhan terbaik pada broiler yang ditunjang dari efisiensi penggunaan nutrisi	Saputra <i>et al.</i> , 2013

6. Fitobiotik

Fitobiotik merupakan suplemen tambahan yang merupakan hasil dari metabolit sekunder tanaman (baik mengandung senyawa bernilai nutrisi, tidak bernutrisi, ataupun anti-nutrisi) yang ditambahkan ke dalam ransum untuk meningkatkan produktivitas ternak melalui perbaikan sifat pakan, meningkatkan kesehatan saluran pencernaan dengan mengontrol bakteri patogen, meningkatkan kinerja produksi, dan meningkatkan kualitas produk ternak. Fitobiotik potensial digunakan sebagai alternatif pemacu pertumbuhan untuk ternak ayam pedaging karena memiliki kemampuan yang tidak jauh berbeda dengan antibiotik dalam menjaga kesehatan saluran pencernaan, akan tetapi memiliki kelebihan, yaitu

tidak menimbulkan efek negatif seperti yang diakibatkan oleh antibiotika. Fitobiotik diantaranya tanaman herbal, botani dan minyak esensial.

Tabel 6. Pengaruh berbagai fitobiotik terhadap performa unggas.

Jenis Fitobiotik	Level penggunaan	Manfaat	Sumber
Tepung brotowali	1% dalam ransum	Meningkatkan pertumbuhan berat badan ayam dengan konversi pakan yang rendah	Armayanti <i>et al.</i> , 2021
<i>Curcuma aeruginosa</i> , <i>Curcuma longa</i> dan jahe merah	0,75%	Berfungsi sebagai pemacu pertumbuhan ditandai dengan performa pertumbuhan yang lebih baik	Maksudi <i>et al.</i> , 2018
Jamu Herbal	2%	Dapat menggantikan antibiotik sebagai pemacu pertumbuhan dengan capaian pada bobot badan akhir, penambahan bobot badan (PBB) dan konversi ransum tertinggi pada itik Alabio jantan pedaging.	Biyatmoko <i>et al.</i> , 2021
Daun sirih merah	0,5%	Meningkatkan Income Over Feed Cost, dan total kolesterol daging dan menurunkan kadar kolesterol daging.	Aji, 2020

Kesimpulan

Sebagai negara yang kaya dengan biodiversitas tanaman, Indonesia memiliki kemampuan untuk mengeksplorasi dan memproduksi imbuhan pakan berbasis sumber daya lokal sebagai solusi untuk menggantikan fungsi AGP yang telah dilarang penggunaannya. Kondisi Indonesia sebagai negara tropis, di mana suhu udara lebih tinggi dari zona nyaman bagi unggas, maka imbuhan pakan yang dibutuhkan adalah yang memiliki kemampuan setidaknya sebagai antioksidan, antimikroba, atau immunostimulan. Selain itu, sinergisme antara lembaga penelitian dan perguruan tinggi dengan para pelaku industri pakan menjadi tonggak

penting dalam pengembangan alternatif *growth promoter* di Indonesia ke depannya.

Daftar Pustaka

- Ahmad M, Khan AU. 2019. Global economic impact of antibiotic resistance: A review. *J Glob Antimicrob Resist*. 19(5):313–316.
- Astuti F. K., W. Busono 2, dan O. Sjojfan. 2015. Pengaruh Penambahan Probiotik Cair Dalam Pakan Terhadap Penampilan Produksi Pada Ayam Pedaging. *J-PAL*, Vol. 6, No. 2: 99-104
- Andriani A. D., W. P. Lokapirnasari2., B. Karimah., S. Hidanah, M. A. Al-Arif, Soeharsono, dan N. Harijani. 2020. Efektifitas Probiotik *Lactobacillus casei* dan *Lactobacillus rhamnosus* Sebagai Pengganti Antibiotic Growth Promoter Terhadap Total Kolesterol, Low Density Lipoprotein dan High Density Lipoprotein Ayam Broiler. *J Med Vet* 2020, 3(1):114-122
- Armayanti A. K, A. Salam dan B. Syamsuryad. 2021. Pemanfaatan Fitobiotik Tepung Batang Brotowali terhadap Performans Broiler. *Tarjih Tropical Livestock Journal*. Volume 1 (1): 23-30
- Biyatmoko D., Santoso U., dan Juhairiah. 2021. Penggunaan Fitobiotik Jamu Herbal Sebagai Growth Promotor Pengganti Antibiotik Dalam Upaya Meningkatkan Performans Itik Alabio Pedaging. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah Volume 6* (2)
- Fajrih, N., N. Suthama, and V. D. Yunianto. 2014. Body resistance and productive performances of crossbred local chicken fed inulin of dahlia tubers. *Media Peternakan*. 37 (2): 108-114.
- Herawati O, Untari T, Anggita M, Artanto S. 2020. Effect of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) peel extract as an antibiotic growth promoter on growth performance and antibiotic resistance in broilers. *Vet World*. 13(4):796–800.
- Khalaji S, Zaghar M and Nezafati S. 2011. The effects of mannan-oligosaccharides on cecal microbial populations, blood parameters, immune response and performance of broiler chicks under controlled condition. *African Journal of Biochemistry Research* 5: 160–6
- Maksudi. M., F. Manin, S. Wigati, A. Insulistyawati. 2018. Effects of Phytobiotic of *Curcuma aeruginosa*, *Curcuma longa* and *Zingiber*

- officinale on the Performance and Carcass Quality in Broiler. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan* Vol. 21 (2):78-85
- Mughini-Gras L, Pasqualin D, Tarakdjian J, Santini A, Cunial G, Tonellato F, Schiavon E, Martino G Di. 2022. Short-term and long-term effects of antimicrobial use on antimicrobial resistance in broiler and turkey farms. *Avian Pathol.* 51(2):120–128. doi:10.1080/03079457.2021.2007850.
- Nurhayatin T. 2016. Pengaruh Penggunaan Probiotik *Saccharomyces Cerevisiae* Dengan Tingkat Protein Dalam Ransum Terhadap Performan Ayam Broiler. *Jurnal Ilmu Peternakan* Vol. 1; No. 1: 8-16
- Palupi MF, Maheshwari H, Darusman HS, Sudarnika E, Wibawan IWT. 2018. Resistansi *Escherichia coli* terhadap Kolistin dan Deteksi Gen Mobilized Colistin Resistance-1 pada Ayam Pedaging Akibat Pemberian Kolistin Sulfat. *J Vet.* 19(36):196–207. doi:10.19087/jveteriner.2018.19.2.196.
- Paramesuwari, F., Sudarman A., and Sumiati. 2012. Pengaruh Pemberian Campuran Tepung Ubi Jalar Merah dengan Ragi Tape sebagai Sinbiotik terhadap Performa dan Usus Ayam Broiler. Thesis. IPB University
- Puspitaningrum. T., L. D. Mahfudz, and M. H. Nasoetion. 2021. Potensi Bawang Putih (*Alium sativum*) dan *Lactobacillus acidophilus* sebagai Sinbiotik untuk Meningkatkan Performans Ayam Broiler. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia.* 16(2): 210-214.
- Pradikdo dan B. Aji. 2020. Pengaruh Penambahan Ekstrak Daun Sirih Merah (*Piper Crocatum Ruiz & Pav.*) Sebagai Aditif Terhadap Karakteristik Usus Dan Penampilan Produksi Ayam Pedaging. Magister thesis, Universitas Brawijaya.
- Samanta, A.K., N. Jayapal, S. Senani, A.P. Kolte and M. Sridhar. 2013. Prebiotic inulin: Useful dietary adjuncts to manipulate the livestock gut microflora. *Brazilian Journal of Microbiology* 44 (1): 1-14
- Saputra, W.Y., L.D. Mahfudz dan N. Suthama. 2013. Pemberian Pakan Single Step Down Dengan Penambahan Asam Sitrat Sebagai Acidifier Terhadap Performa Pertumbuhan Broiler. *Animal Agriculture Journal* 2(3): 61-72
- Sinurat, A.P., E. Wina, S.I.W. Rakhmani, T. Wardhani, T. Haryati, & T. Purwadaria. 2018. Bioactive substances of some herbals and

their effectiveness as antioxidant, antibacteria and antifungi. JITV 23(1):18-27.

Zairiful, A. Sofiana, dan K. Maghfiroh. 2018. Pengaruh Penggunaan Sinbiotik Bakteri Asam Laktat dan Daun Cincau terhadap Performa Broiler. Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian.

TERNAK PROSPEKTIF: KLASIFIKASI CACING TANAH BERDASARKAN EKOLOGI YANG TEPAT UNTUK VERMIKOMPOS DAN POTENSINYA SEBAGAI PAKAN

Anhar Faisal Fanani
Jurusan/Program Studi Peternakan

Latar Belakang

Vermikompos adalah istilah yang diberikan untuk proses konversi materi *biodegradable* oleh cacing tanah menjadi vermicast atau kascing. Dalam prosesnya, nutrisi terkandung dalam bahan organik sebagian diubah menjadi lebih banyak bentuk yang tersedia secara hayati. Vermicast mengandung hormon yang diperolehnya selama perjalanan bahan organik melalui saluran pencernaan cacing tanah. Hormon tersebut dapat membantu merangsang pertumbuhan tanaman dan mencegah patogen tanaman. Secara keseluruhan, vermicast menjadi pupuk organik tanah yang sangat baik.

Studi (Gajalakshmi dan Abbasi, 2004; dan Gajalakshmi dan Abbasi, 2002) mengonfirmasi laporan bahwa vermikompos lebih bermanfaat berdampak pada tanaman daripada kompos. Cacing tanah memiliki peranan yang penting dalam menghancurkan bahan organik sehingga dapat memperbaiki aerasi dan struktur tanah. Akibatnya lahan menjadi subur dan penyerapan nutrisi oleh tanaman menjadi baik. Keberadaan cacing tanah dapat meningkatkan populasi mikroorganisme yang bermanfaat bagi tanaman. Cacing tanah juga dapat mendekomposisi bahan organik untuk siap digunakan oleh tanaman (Sharma *et al.*, 2005). Vermikompos mengandung banyak aktivitas, populasi, dan keanekaragaman mikroorganisme. Vermikompos juga mengandung beberapa enzim seperti protease, amilase, lipase, selulase, dan kitinase (Subler *et al.*, 1998), serta

zat pengatur tumbuh seperti giberelin, sitokinin, dan auksin (Tomatti *et al.*, 1988).

Pada bidang peternakan, penggunaan cacing tanah dimanfaatkan sebagai agen pengomposan dengan media kotoran ternak yang pada akhirnya menghasilkan cacing dan pupuk organik dengan C/N rasio yang baik. Cacing tanah memiliki kandungan nutrient yang tinggi jika dimanfaatkan sebagai pakan sumber protein yang potensial pengganti bahan pakan konvensional yang umumnya masih impor dan harga yang semakin naik.

Taksonomi Cacing Tanah

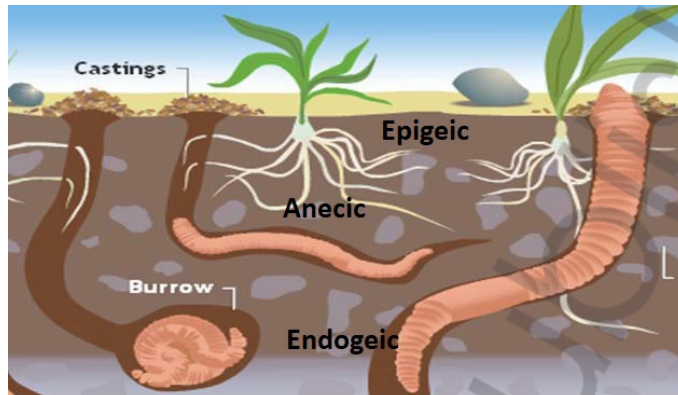
Cacing tanah adalah invertebrata darat yang termasuk ke dalam Filum Annelida, Kelas Clitellata, Sub Kelas Oligochaeta (Brusca & Brusca 2003). Cacing tanah terbagi ke dalam 5 famili, yaitu *Moniligastridae*, *Megascolecidae*, *Eudrilidae*, *Glossoscolecidae*, dan *Lumbricidae*.

Distribusi Geografis

Cacing tanah ditemukan di sebagian besar belahan dunia dengan pengecualian gurun (yang jarang ditemukan), daerah di bawah salju dengan es konstan, pegunungan, daerah yang tidak memiliki tanah dan tumbuhan. Fitur tersebut adalah hambatan alami terhadap penyebaran atau migrasi spesies cacing tanah, dan begitu juga lautan, karena kebanyakan spesies tidak dapat mentolerir air asin bahkan untuk waktu yang singkat atau wilayah yang dipengaruhi oleh air asin. Beberapa spesies tersebar luas, namun terdapat spesies yang hanya ada di wilayah tertentu dan tidak dapat menyebar luas telah diistilahkan endemis.

Klasifikasi Cacing Tanah secara Ekologi

Spesies cacing tanah yang berbeda memiliki sejarah hidup yang berbeda dan menempati relung ekologi yang berbeda (Tabel 1). Lee (1985) mengelompokkan spesies cacing tanah ke dalam tiga kategori ekologi berdasarkan strategi mencari makanan dan membuat liang, yaitu jenis epigeic, endogeic, dan anecic (Gambar 1).



Gambar 1. Klasifikasi cacing tanah berdasarkan kategori ekologi (Lee, 1985)

1. Cacing tanah epigeic

Pada dasarnya merupakan cacing tanah penghuni sampah. Cacing tanah ini hidup di dalam atau dekat permukaan tanah dan memakan bahan organik yang kasar, serta sejumlah sampah yang belum terurai. Jenis ini fitofag dan umumnya tidak berpengaruh pada struktur tanah karena tidak bisa menggali ke dalam tanah. Ukurannya kecil dengan pewarnaan seragam. Tubuhnya berukuran kecil dan berpigmen. Laju metabolisme dan reproduksinya tinggi. Hal itu menggambarkan daya adaptasinya tinggi terhadap perubahan kondisi lingkungan pada permukaan tanah. Beberapa spesies cacing tanah yang termasuk ke dalam kategori ini adalah *L. rubellus*, *E. fetida*, *E. andrei*, *Dendrobaena rubida*, *Eudrilus eugeniae*, *Perionyx excavatus*, dan *Eiseniella tetraedra* (Bouche 1977; Lee 1985). Cacing ini lebih cocok untuk mengkomposkan sisa kotoran ternak.

2. Cacing tanah anecic

Hidup di dalam sistem liang vertikal yang lebih permanen, yang dapat meluas beberapa meter ke dalam tanah (Gambar 1). Cacing tanah jenis ini dapat di temukan di dalam liang yang dangkal atau dalam tergantung pada kondisi tanah yang baik sebagai habitatnya. Cacing tanah anecic mengeluarkan sisa pencernaannya (*casting*) pada permukaan tanah dan muncul di malam hari untuk memakan sampah pada permukaan tanah, kotoran, dan bahan organik lain yang diturunkan ke dalam liangnya. Laju reproduksinya relatif lambat, terbukti dari produksi kokonnya. Cacing tanah anecic memiliki peran yang sangat besar dalam dekomposisi

bahan organik, siklus makanan, dan pembentukan tanah (Lavelle 1988). *Lumbricus terrestris*, *Aporrectodea trapezoids*, dan *Allolobophora longa* termasuk dalam kelompok kategori ini.

3. Cacing tanah endogeic

Hidup di dalam tanah yang lebih dalam dan memakan tanah serta kumpulan bahan-bahan organik (Gambar 1). Cacing tanah jenis ini tidak memiliki pigmen tubuh, dan membuat liang horizontal yang bercabang ke dalam. Cacing tanah endogeic tidak memiliki pengaruh yang besar dalam penguraian sampah karena cacing tanah ini memakan bahan-bahan di bawah permukaan tanah. Beberapa spesies cacing tanah yang termasuk ke dalam kategori ini adalah *Allolobophora caliginosa*, *A. rosea*, *Octolasion cyaneum* (Bouche 1977), *Metaphire posthuma*, dan *Octochaetona thurstoni* (Ismail 1997).

Tabel 1. Karakteristik tiga cacing tanah berdasarkan ekologi.

Keterangan	Tipe Ekologi		
	Epigeic	Anecic	Endogeic
Karakter	Epigeic	Anecic	Endogeic
Ukuran	kecil	sedang	besar
Menggali	kurang	sangat berkembang	berkembang
Sensitive pada cahaya	lemah	sedang	kuat
Mobilitas	cepat	sedang	kurang
Kelembapan kulit	baik	baik	kurang
Pigmentasi	homochromik	Punggung anterior	Tidak nampak
Reproduksi	tinggi	sedang	rendah
Kematangan	cepat	sedang	lambat
Respirasi	tinggi	sedang	lemah

Gajalakshmi dan Abbasi (2004).

Cacing Tanah sebagai Ternak Prospektif

Pada umumnya cacing tanah yang digunakan pada proses vermikompos adalah cacing tanah jenis epigeic. Cacing tanah epigeic merupakan cacing tanah pemakan sampah (Lee 1985). Cacing tanah

epigeic memiliki produktivitas tertinggi dibandingkan dengan cacing tanah anecic dan endogeic (Bhattacharjee & Chaudhuri 2002). *Eudrelus fetida* atau cacing tiger, *Eudrelus eugeniae* atau cacing ANC (*African Night Crawler*) dan *Lumbiricus rubellus* atau cacing merah merupakan cacing tanah yang tergolong ke dalam kelompok epigeic (Lee 1985), serta *Pheretima sp.* belum diketahui statusnya di dalam klasifikasi berdasarkan kategori ekologi.

Syarat-syarat biologi cacing tanah yang digunakan dalam proses vermicompos terdiri atas: tingkat produksi kokon yang tinggi, waktu perkembangan kokon yang pendek, keberhasilan penetasan kokon yang tinggi, dan memiliki laju reproduksi yang tinggi (Bhattacharjee & Chaudhuri 2002). Selain itu, tingkat konsumsi bahan organik yang tinggi pada cacing tanah dan toleran terhadap perubahan lingkungan yang luas juga merupakan sebagian syarat biologi cacing tanah yang dapat dimanfaatkan untuk mendekomposisi bahan organik (Edwards 1998; Dominguez *et al.* 2000).

Beberapa spesies cacing tanah yang memenuhi syarat biologi dan digunakan dalam proses vermicompos adalah: *E. fetida* (Albanell 1988), (Reinecke *et al.* 1992), (Gunadi *et al.* 2003), (Garg *et al.* 2005), (Aira *et al.* 2006a); *E. Andrei* (Dominguez *et al.* 2000); *L. rubellus* (Delgado *et al.* 1995); *L. terrestris*, *Eudrilus eugeniae* (Banu *et al.* 2008); *Perionyx excavatus*, dan *P. sansibaricus* (Suthar 2007a; Suthar & Singh 2008).

E. fetida dan *L. rubellus* merupakan spesies cacing tanah epigeic yang sangat toleran terhadap suhu lingkungan (Reinecke *et al.* 1992). Potensi *E. fetida* dan *L. rubellus* dalam mendekomposisi sampah organik telah dipelajari oleh beberapa peneliti (Albanell 1988; Reinecke *et al.* 1992; Delgado *et al.* 1995; Gunadi *et al.* 2003; Garg *et al.* 2005; Aira *et al.* 2006a). Spesies cacing tanah dari genus *Pheretima* yang mendominasi wilayah Indonesia belum banyak diketahui potensinya dalam mengelola bahan organik.

Di alam, beberapa spesies cacing tanah yang berbeda dapat hidup pada habitat yang sama, masing-masing cacing tanah menempati relung yang berbeda dan menggunakan substrat yang berbeda sebagai bahan makanan. Oleh karena itu, pemanfaatan campuran beberapa spesies cacing tanah (spesies kombinasi) pada proses vermicompos kemungkinan dapat mencapai stabilisasi bahan organik yang lebih tinggi daripada spesies tunggal.

Kombinasi beberapa spesies cacing tanah dapat mendekomposisi bahan organik lebih efisien (Sinha *et al.* 2002; Khwairakpam dan Bhargava 2009). Akan tetapi, Loehr *et al.* (1985) menemukan bahwa kombinasi beberapa spesies tidak menunjukkan keunggulan yang signifikan dibandingkan dengan biakan spesies tunggal dalam proses vermicompos.

Potensi Cacing Tanah sebagai Pakan Pengganti Bahan Konvensional

Di berbagai kegiatan pertanian dan peternakan memiliki dampak pada lingkungan. Pemberian pakan ternak dalam proses produksi menjadi penyebab utama dampak lingkungan karena menyumbang produksi metan. Konsumsi pakan sumber protein merupakan kunci dalam pencapaian produksi. Bungkil kedelai, tepung daging tulang, dan tepung ikan yang ketersediaannya didatangkan dari luar negeri dipandang kurang berkelanjutan karena berdampak pada lingkungan dalam prosesnya serta harga yang semakin naik.

Dalam 25 tahun terakhir, para peneliti mencari alternatif sumber protein yang fokus pada serangga, ganggang, dan invertebrata seperti cacing tanah. Pengujian cacing tanah pada unggas dan ikan telah dilakukan (Tabel 2). Kandungan nutrisi pada cacing tanah yang tinggi terutama pada protein diperoleh dari bahan organik sebagai media tempat hidup.

Tabel 2. Kandungan nutrisi cacing tanah.

Jenis cacing	Komposisi nutrisi (%)						Sumber
	BK	PK	LK	Metionin	Lisin	Arginin	
<i>E. foetida</i>	-	65,68	0,7	1,2	4,44	4,41	Bahadori <i>et al.</i> , 2017
<i>E. foetida</i>	17,79	61,3	1,56	2	6,1	5,9	Kostecka <i>et al.</i> , 2022
<i>L.rubellus</i>	11,43	55,87	16,39	-	-	-	Istiqomah <i>et al.</i> , 2017

Berkat cacing tanah, limbah organik dari produk samping dalam kegiatan peternakan dapat memiliki nilai sebagai sumber pakan dalam perspektif berkelanjutan. Baik pada unggas dan ikan, biasanya yang dievaluasi adalah bobot badan, laju pertumbuhan, konsumsi pakan, konversi pakan dan tingkat kesukaan. Beberapa pengujian dengan

penambahan sampai 30% masih memperoleh kinerja produksi yang baik tanpa mempengaruhi kualitas produk (Tabel 3).

Tabel 3. Pemberian cacing tanah pada unggas dan ikan.

Pemanfaatan	Jenis cacing	Pengganti bahan	Hasil	Sumber
Broiler	<i>E. foetida</i>	Tepung ikan	+	Bahadori <i>et al</i> 2017
Puyuh pedaging	<i>L. rubellus</i>	Tepung ikan	+	Prayogi, 2011
Puyuh petelur	<i>L. rubellus</i>	Fermentasi dedak padi dan susu skim	+	Istiqomah <i>et al</i> 2017
Ikan <i>Poecilia reticulata</i>	<i>E. foetida</i>	Biovit (pakan komersil)	+	Kostecka dan Pączka, 2006
Ikan nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	<i>L. rubellus</i>	Tepung ikan	+	Reynaldy <i>et al</i> 2019

Keterangan: + menunjukkan bahwa substitusi tidak mengganggu performa.

Kesimpulan

Cacing tanah dapat bermanfaat mengonversi bahan organik sisa produksi peternakan menjadi pupuk siap pakai yang disebut dengan proses vermicompos. Hasil dari vermicompos berupa biomassa cacing dan *castings*/kascing. Keuntungan pada proses ini adalah adanya hormon pengatur pertumbuhan yang bermanfaat untuk tanaman seperti auksin, giberelin dan sitokinin. Cacing tanah dibagi dalam tiga kategori ekologi berdasarkan strategi mencari makanan dan membuat liang, yaitu spesies *epigeic*, *anecic*, dan *endogeic*. Jenis *epigeic* atau cacing sampah merupakan cacing yang umum dibudidayakan diantaranya adalah *Eudrelus fetida* atau cacing tiger, *Eudrelus eugeniae* atau cacing ANC (*African Night Clawler*) dan *Lumbiricus rubellus* atau cacing merah. Cacing tanah memiliki nutrisi yang baik sebagai pakan sumber protein yang dapat diberikan pada unggas dan ikan tanpa mempengaruhi performanya. Sehingga, prospek budi daya cacing tanah mendukung peternakan yang berkelanjutan.

Daftar Pustaka

Aira M, Monroy F, dan Dominguez J. 2006. C to N ratio strongly affects population structure of *Eisenia fetida* in vermicomposting systems. Eur J Soil Biol, 42:127-131.

- Albanell E, Plaixats J, dan Cabrero T. 1988. Chemical changes during vermicomposting (*Eisenia fetida*) of sheep manure mixed with cotton industrial waste. *Biol Fertil Soils*, 6:266-269.
- Banu J R, Yeom I T, Esakkiraj S, Kumar N, dan Logakanthi S. 2008. Biomangement of sago-sludge using an earthworm, *Eudrilus eugeniae*. *J Environ Biol*, 9:143-146.
- Bhattacharjee G dan Chaudhuri P S. 2002. Cocoon production, morphology, hatchling pattern and fecundity in seven tropical earthworm species a laboratorybased investigation. *J Biosci*, 27:283-294.
- Brusca C R dan Brusca G J. 2003. *Invertebrates*. Sunderland: Sinauer Associates, Inc.
- Delgado M, Bigeriego M W I, dan Calvo R. 1995. Use of the California red worm in sewage sludge transformation. *Turrialba*, 45:33-41.
- Dominguez J, Edwards C A, dan Webster M. 2000. Vermicomposting of sewage sludge: effect of bulking materials on the growth and reproduction of the earthworm *Eisenia andrei*. *Pedobiologia*, 44:24-32.
- Gajalakshmi S dan Abbasi S A. 2002. Effect of the application of water hyacinth compost/vermicompost on the growth and flowering of *Crossandra undulaefolia*, and on several vegetables, *Bioresour Technol*. 85: 197-199.
- Gajalakshmi S dan Abbasi S A. 2004a. Neem leaves as a source of fertilizer-fum-pesticide vermicomposting, *Bioresour Technol*. 92: 291-296.
- Gajalakshmi S dan Abbasi S A. 2004b. Earthworms and vermicomposting. *Indian Journal of Biotechnology*. 3: 486-494.
- Garg V K, Chand S, Chhillar A, dan Yadav A. 2005. Growth and reproduction of *Eisenia fetida* in various animal wastes during vermicomposting. *Appl Ecol Environ Res*, 3:51-59.
- Gunadi B, Edwards CA, dan Blount C. 2003. The influence of different moisture levels on the growth, fecundity and survival of *Eisenia fetida* (Savigny) in cattle and pig manure solids. *Eur J Soil Biol*, 39:19-24.
- Ismail S A. 1997. *Vermicology: The biology of earthworms* (Orient Longman, Hyderabad). 1-92.
- Istiqomah L, A A Sakti, A E Suryani, M F Karimy, A S Anggraeni, dan H Herdian. 2017. Effect of feed supplement containing earthworm meal (*Lumbricus rubellus*) on production performance of quail (*Coturnix*

- coturnix japonica*). IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 101. Doi:10.1088/1755-1315/101/1/012032
- Khwairakpam M, dan Bhargava R. 2009. Vermitechnology for sewage sludge recycling. J Hazardous Mat, 161:948-954.
- Kostecka J, M Garczyńska, G Pączka, dan A Mazur-Pączka. 2022. Chemical Composition of Earthworm (*Eisenia fetida* Sav.) Biomass and Selected Determinants for its Production. Journal of Ecological Engineering, 23(7), 169-179. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/149940>.
- Kostecka J dan G Pączka. 2006. Possible use of earthworm *Eisenia fetida* Sav. biomass for breeding aquarium fish. European Journal of Soil Biology 42: 231-233. DOI: 10.1016/j.ejsobi.2006.07.029
- Lavelle P. 1988. Earthworm activities and the soil system. Biol Fertil Soils, 6:237-251.
- Lee K E. 1985. Earthworms: Their Ecology and Relationship with Soils and Land Use. Sydney: Academic Pr.
- Loehr R C dan Neuhauser E F, Malecki M R. 1985. Factors affecting the fermistabilization process. Water Res, 19:1311-1317.
- Prayogi H S. 2011. The effect of eartworm meal supplementation in the diet on quail's growth performance in attempt to replace the usage of fish meal. International Journal of Poultry Science, 10(10): 804-806.
- Reynaldy G F, K Mardiansah, M W Lazuardi, E U Prasetiawan, Agustono, M Lamid, W P Lokapirnasari, and Moh. A Al Arif. 2019. Substitution of Fish Meal with Earthworm Meal (*Lumbricus rubellus*) on Feed Toward Unsaturated Fatty Acids, Triglyceride, Low-Density Lipoprotein and High-Density Lipoprotein Content on Nile Tilapia's (*Oreochromis niloticus*) Meat. Journal of Aquaculture and Fish Health, 8(1): 24-39
- Reinecke A, Viljoen S A, dan Saayman R J. 1992. The suitability of *Eudrilus eugeniae*, *Perionyx excavatus*, and *Eisenia fetida* (Oligocheeta) for vermicomposting in southern Africa in terms of their temperature requirements, Soil Biol Biochem. 24: 1295-1307.
- Sharma S, Pradhan K, Satya S, dan Vasudevan P. 2005. Potentiality of earthworms for waste management and in other uses. J Am Sci, 1:4-16.

- Sinha R K, Herat S, Agarwal S, Asadi R, dan Carretero E. 2002. Vermiculture and waste management: study of action of earthworms *Eisenia fetida*, *Eudrilus euginae* and *Perionyx excavatus* on biodegradation of some community wastes in India and Australia. *The Environmentalist*, 22:261-268.
- Subler S, Edwards C A, dan Metzger J. 1998. Comparing vermicomposts and composts. *Bio Cycle* 39:63-66.
- Suthar S. 2007. Influence of different food sources on growth and reproduction performance of composting epigeic: *Eudrilus eugeniae*, *Perionyx excavates* and *Perionyx sansibaricus*. *Appl Ecol Environ Res*, 5:79-92.
- Suthar S, dan Singh S. 2008. Vermicomposting of domestic waste by using two epigeic earthworms (*Perionyx excavatus* and *Perionyx sansibaricus*). *Int J Environ Sci Tech*, 5:99-106.
- Tomatti U, Grapelli A, dan Galli E. 1988. The hormone like effect of earthworm casts on plant growth. *Biol Fertil Soils*, 5:228-294.

**EFISIENSI PENGELUARAN DARAH,
PENANGANAN HEWAN PRA-SEMBELIH
SERTA KESEJAHTERAAN HEWAN DALAM
METODE PENYEMBELIHAN HALAL;
*PENDEKATAN SECARA HOLISTIC TERHADAP
KUALITAS DAGING***

Ari Wibowo dan Suhardi
Jurusan/Program Studi Peternakan

Latar Belakang

Penyembelihan hewan dengan metode religius seperti metode penyembelihan Halal (islam) dan Kosher (Yahudi) masih menjadi isu dan perdebatan secara global dalam dua dekade terakhir (K Nakyinsige *et al.*, 2013). Perdebatan dalam metode penyembelihan secara religius terkait dalam metode penanganan hewan pra-sembelih, tingkat stress yang berkaitan erat dengan penggunaan *Restraint box*, teknik penyembelihan dan kesadaran hewan pada tahap penyembelihan dan setelah penyembelihan (*post cut*) (Grandin & Smith, 2004; Mpamhanga & Wotton, 2015b; Sabow *et al.*, 2015) sehingga masih terjadinya pro dan kontra dalam penerapan penyembelihan hewan secara religius khususnya di beberapa negara Eropa (*Western countries*) (Bonne dan Verbeke, 2008).

Isu kesejahteraan hewan menjadi isu yang kian di bicarakan dalam beberapa dekade terakhir. Sejak akhir abad 20, ahli ilmu bumi sudah khawatir dengan kehidupan dan tugas dari hewan (Petherick, 2005a). Pada tahun 1980-an, Sebagian besar biologis dan dokter hewan menyetujui bahwa hewan dan sistem responsi mereka adalah subjek bagi tantangan yang berasal dari lingkungan sekitarnya, tantangan tersebut

seperti: patogen, luka pada otot, serangan atau ancaman dari predator dan sejenisnya, kompetisi sosial, rumitnya pemrosesan informasi ketika individu menerima simulasi yang berlebih, kurangnya stimulasi seperti puting susu untuk mamalia muda atau apapun yang diasosiasikan dengan kontak sosial bagi binatang sosial dan kurangnya stimulasi secara keseluruhan (Boissy *et al.*, 2007; Bourguet *et al.*, 2011; Fuseini *et al.*, 2017). Kesejahteraan hewan harus diperhatikan mulai dari hewan ternak berada dan dirawat di dalam kandang hingga sampai ke dalam rumah potong hewan untuk disembelih (Fuseini *et al.*, 2017; Hultgren, *et al.*, 2014).

Animal welfare memperhatikan kenyamanan, tingkah laku, ekspresi secara bebas atau alamiah terhadap lingkungannya maupun kesehatan hewan (Probst *et al.*, 2012). Beberapa hal yang harus diperhatikan pada proses penyembelihan hewan sesuai dengan *animal welfare*, yakni penurunan dari truk ke kandang penampungan, penggiringan hewan dari kandang penampungan hewan menuju tempat pemotongan, perebahan, proses penyembelihan dan kematian hewan (Bourguet *et al.*, 2011; Lambooij *et al.*, 2012; Losada-espinoza *et al.*, 2018; Petherick, 2005a). Proses penanganan yang tidak benar dapat mempengaruhi kualitas daging dan akhirnya mengurangi keuntungan. Ternak terekspos berbagai macam *stress* mulai dari faktor fisik seperti suhu sekelilingnya, getaran, perubahan fase kecepatan, kandang kurungan, suara dan kerumunan, lalu dalam faktor psikologi seperti perpecahan kelompok, bergabung dengan hewan atau ternak lain yang tidak dikenal, bau yang tidak dikenal dan lingkungan baru (Hultgren, *et al.*, 2014; G. C. Miranda-de la Lama *et al.*, 2014; Stockman, McGilchrist, *et al.*, 2012; Troeger, 2004). Memahami tentang tingkah laku hewan/ternak secara komprehensif dalam proses penanganan hewan/ternak pra-sembelih dapat mengurangi stres atau ketidaknyamanan pada hewan (Andrade *et al.*, 2001; Bourguet *et al.*, 2011; Grandin, 2006; Stockman, McGilchrist, *et al.*, 2012).

Beberapa *experts* di bidang kesejahteraan hewan dan ilmu daging (Absi dan Arnett, 2000; Clercq *et al.*, 2015; M. M. Farouk *et al.*, 2014; Fuseini *et al.*, 2017; Njisane dan Muchenje, 2017; Rakowska dan Sadowska, 2017; Sant dan Paranhos, 2013; C. Terlouw *et al.*, 2016a) menyatakan bahwa efek stres pada hewan sebelum dipotong akan berdampak buruk pada kualitas karkas yang disebut *Dark Firm Dry (DFD)* hal tersebut terjadi akibat dari stres pada saat penanganan hewan/ternak pra-sembelih (*pre-slaughter*) sehingga menyebabkan warna daging terlihat lebih gelap, kaku dan kering

yang mana secara umum lebih alot dan tidak enak. *Dark Firm Dry (DFD) beef* adalah indikator dari stres, luka, atau kelelahan pada hewan ternak sebelum dilakukan proses penyembelihan (Beriaian et al., 2009; Lonergan et al., 2010; Mancini & Ramanathan, 2014). Terdapat indikator stres lainnya yang terjadi akibat kurang optimalnya penerapan kesejahteraan hewan diantaranya adalah masuknya darah pada saluran trakea, hewan akan menderita ketika mencoba bernapas setelah proses pemotongan (Dokmanovi et al., 2014; Ferguson & Warner, 2008; Hultgren, Wiberg, Berg, Cvek, & Lunner Kolstrup, 2014; Mohamed & Mohamed, 2012; Zimmerman et al., 2011). Beberapa pihak berwenang mengklaim bahwa masuknya darah ke saluran pernapasan dan paru-paru menyebabkan penderitaan saat pemotongan (Agbeniga dan Webb, 2012; Sabow *et al.*, 2015).

Tujuan utama dari proses penyembelihan dengan memperhatikan kesejahteraan hewan antara lain yaitu dapat memudahkan penanganan hewan, meminimalisir/memperkecil terjadinya kecelakaan hewan dan juru sembelih, oleh karena itu RPH harus memperhatikan cara penyembelihan hewan dengan memenuhi aspek kesehatan, agama dan kesejahteraan hewan (*animal welfare*) yang sesuai dengan ketentuan *Office International des Epizooties* (OIE) sebagai organisasi kesehatan hewan dunia (Ferguson dan Warner, 2008; Gregory, 2008).

Pre-Slaughter Stress

Stress adalah salah satu faktor negatif yang terjadi saat proses pengiriman ternak dari kandang ke rumah potong hewan. Semua ternak akan mengalami macam-macam tingkatan *stress* sebelum mereka disembelih dan hal tersebut menyebabkan beberapa efek merugikan yang mempengaruhi kualitas daging (Dimsdale dan Jolla, 2008; Hayes *et al.*, 2015).

Stress terjadi ketika ternak merasa terancam, tidak peduli apakah ancaman tersebut nyata atau tidak, dan perilaku serta psikologi mereka akan berubah ketika bereaksi dengan potensi ancaman tersebut. *Pre-slaughter stress* berasal dari faktor emosi seperti takut akan kehadiran manusia dan lingkungan sekitar yang asing, serta gangguan sekitar dikarenakan terganggunya kelompok ternak tersebut (Reiche *et al.*, 2019).

Pengaruh dari *pre-slaughter stress* sangat berpengaruh besar terhadap pHu (*ultimate pH*), glikogen otot, suhu rigor dan warna pada daging. Berkurangnya glikogen di dalam otot yang tercipta dari *stress* dan

aktivitas sebelum penyembelihan berlangsung menyebabkan tingginya pHu, berujung kepada *dark cutting* atau potongan gelap di daging. *Pre-slaughter stress* memiliki dampak terhadap keempukan, rasa, kesegaran dan masa simpan daging tersebut. Alasan utama ialah hilangnya glikogen dari otot, yang ditambah oleh lonjakan sekresi katekolamin yang terjadi karena respons psikologi dari *stress* pra-penyembelihan atau antemortem *stress*. Seperti yang disebutkan sebelumnya penipisan glikogen mengarah ke tingginya tingkat pHu yang berefek ke hidrasi protein, kapasitas penampungan air, aktivitas protease dan beberapa proses biokimia, yang semuanya dapat mempengaruhi sifat sensorik dari daging. Dikarenakan dampak dari *pre-slaughter stress*, banyak penelitian dilakukan mengenai *stress* saat proses pra-penyembelihan. Data menyebutkan bahwa detak jantung, tingkat pernapasan, suhu tubuh dan konsentrasi kortisol meningkat sebagai reaksi dari *stress* yang di hadapi saat prosedur sebelum penyembelihan (Jorquera-Chavez *et al.*, 2019).

Metode Penyembelihan Halal (Tanpa *Stunning*)

Penyembelihan Halal merupakan metode penyembelihan hewan muslim berdasarkan hukum islam yang diambil dari al-Qur'an dan hadis. Nabi Muhammad saw. sejak 14 abad yang silam sudah memerintahkan kepada ummatnya untuk berperilaku ihsan kepada segala sesuatu termasuk di dalamnya penyembelihan secara baik (ihsan). Dalam proses sebelum, ketika, dan setelah menyembelih, hal ini terkait dengan peralatan yang dipakai, baik itu tali-temali untuk merobohkan hewan, pisau yang tajam dalam penyembelihan, dan cara yang cepat ketika menyembelih hewan. Semuanya diatur dalam Al-Qur'an dan hadist baginda Nabi Muhammad saw.

Penyembelihan meliputi pemotongan atau memutuskan pembuluh darah yang memberikan oksigen darah ke otak, sehingga hewan mati karena kurangnya sirkulasi darah akibat anoksia serebral. Darah yang keluar dengan lancar akan meningkatkan kualitas dan memperpanjang umur simpan daging. Menguji ketajaman pisau sembelih dapat mengaplikasikan dengan mengiris kertas satu lembar serta panjang pisau harus dua kali lebih lebar dari leher hewan. Panjang pisau yang digunakan untuk metode penyembelihan halal yaitu $29 \pm 1,79$ cm untuk sapi, $22,2 \pm 1,82$ cm untuk domba dan 13 cm untuk unggas. Penyembelihan halal dalam Islam melarang penggunaan dengan tulang, cakar, gigi, kuku dan sejenisnya.

Penyembelihan yang dilakukan dengan benar tidak menyebabkan rasa sakit ataupun membuat hewan menderita (Ali *et al.*, 2011; Mohamed dan Mohamed, 2012; Mpamhanga dan Wotton, 2015a; Petherick, 2005b; Sabow *et al.*, 2015; Said *et al.*, 2014; Stockman, McGilchrist, *et al.*, 2012).

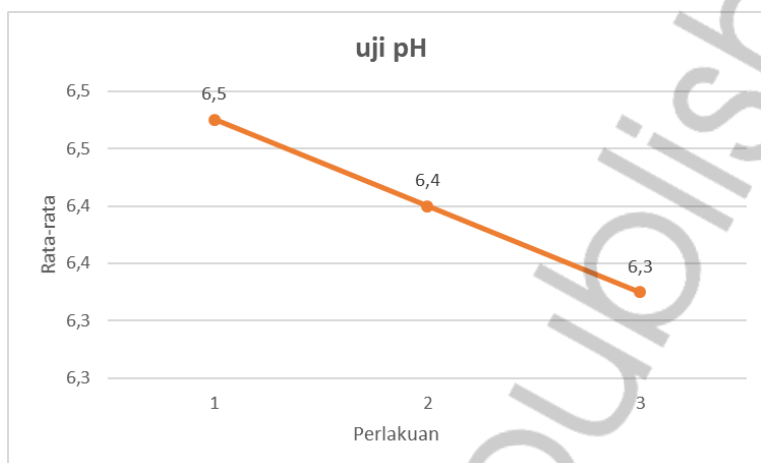
Kesejahteraan Hewan dan Kualitas Daging

Animal welfare adalah suatu ketentuan yang menjelaskan mengenai potensi ukuran kualitas hidup dari binatang pada saat tertentu (Destrez *et al.*, 2018; Losada-espinoza *et al.*, 2018). Kesejahteraan hewan sangat berpengaruh dalam kualitas hidup mereka dan *output* yang dihasilkan. Terpenuhi atau tidak konsep *animal welfare* atau kesejahteraan hewan adalah saat 5 aspek kebebasan hewan sudah terpenuhi yang terdiri dari, bebas dari lapar dan haus (*freedom from hunger and thirst*), bebas dari ketidaknyamanan (*freedom from discomfort*), bebas dari kesakitan, cedera dan penyakit (*freedom from pain, injury and disease*), bebas untuk mengekspresikan tingkah laku secara alamiah (*freedom to express their natural behaviour*) dan kebebasan dari ketakutan dan stress (*freedom from fear and distress*) (Marzuqi dan Kahija, 2018). Kondisi yang merusak kesejahteraan hewan akan berakibat negatif kepada kesehatan hewan, produktivitas dan merusak kualitas barang sehingga membahayakan keuntungan dan kualitas produk akhir (Antonio Velarde dan Dalmau, 2012).

Beberapa contoh masalah kesejahteraan yang dapat diukur dengan hasil standar ialah persentase binatang yang mengalami kekurusan, cacat, memar, memiliki luka dan luputnya pemingsanan sebelum disembelih atau jatuhnya binatang saat di *handling*. Semua kondisi adalah hasil dari beragam praktik yang buruk atau kondisi yang buruk (Grandin, 2010). Kondisi yang didapat dari berbagai macam hal yang terjadi kepada ternak dan khususnya di rumah potong hewan atau RPH, fasilitas yang buruk menjadi salah satu penyebab dari banyaknya faktor yang menyebabkan kesejahteraan hewan menjadi berkurang. Kondisi dan desain dari fasilitas sangat penting dalam mengurangi risiko kesejahteraan sapi di RPH. Kondisi fasilitas RPH yang buruk dapat menyebabkan cedera yang berasal dari tergelincir, jatuh atau menabrak pinggiran atau sudut tajam yang ada di RPH (Edwards-Callaway dan Calvo-Lorenzo, 2020). Hal tersebut juga telah diterangkan oleh beberapa pakar atau ahli di bidang kesejahteraan hewan (Destrez *et al.*, 2018; M. M. Farouk *et al.*, 2014; Lama *et al.*, 2013; Peres *et al.*,

2014; Yai dan Arab, 2014; Zimmerman *et al.*, 2011) yang menyatakan bahwa desain dari fasilitas penyembelihan berhubungan erat dengan jumlah dan intensitas rangsangan stress, serta masalah kualitas daging yang berhubungan dengan stress seperti pH tinggi, dalam suatu studi yang telah dilakukan (Wibowo *et al.*, 2019) pada (tabel 1.) menunjukkan terjadinya nilai pH yang tinggi pada tiga bagian otot yang berbeda (*Semitendinosus*, *V. Lateralis*, *L. Dorsii*), yang diikuti dengan rendahnya nilai susut masak (*Cooking loss*), daya ikat air (*Expressible drip*) dan tingkat kekerasan daging (*Hardness*). Fenomena tersebut juga telah dilaporkan dalam suatu studi tentang perubahan sifat fisik dan pH pada otot *V. Lateralis* post mortem yang disembelih di RPH kota Samarinda, selama masa simpan 6-9 jam otot tersebut masih menunjukkan kondisi pH yang masih cukup tinggi. Perlakuan lama penyimpanan 6 jam, menunjukkan hasil yaitu 6,5 sehingga pH mengalami penurunan yang diikuti secara berurutan dengan perlakuan lama penyimpanan 9 jam yaitu 6,4 dan perlakuan lama penyimpanan 12 jam yaitu 6,3 yang bisa dilihat pada gambar (Gambar. 1) (Asri Yulistyowati Wibowo, Ari Wibowo, 2021).

Di sisi lain, ternak dengan temperamen yang mudah muncul lebih rentan terhadap stress akibat penanganan yang kurang baik. Stress karena suara yang tidak biasa atau tidak dikenal memiliki efek negatif pada karkas dan kualitas daging (Boissy *et al.*, 2007; Grandin, 2001; Hoffman dan Lühl, 2012). Salah satu dampak dari penurunan kualitas karkas atau daging akibat dari proses penanganan hewan pra-sembelih dan penyembelihan yang tidak sempurna telah terjadi pada tiga bagian otot yang berbeda (*Semitendinosus*, *V. Lateralis*, *L. Dorsii*) sehingga mempengaruhi pada warna daging pasca penyembelihan 3 jam dan 24 jam (Tabel. 2) (Wibowo *et al.*, 2019).



Gambar 1. Grafik pH otot V. Lateralis masa simpan Postmortem 6, 9 & 12 jam. Sumber: (Asri Yulistyowati Wibowo, Ari Wibowo, 2021).

Tabel 1. pH, Daya Ikat air (*expressible drip*), susut masak (*cooking loss*), and tekstur daging (*hardness*) dari 3 potongan daging komersial; *Semitendinosus*, *Longissimus dorsi*, and *Vastus lateralis*, slaughtered by the traditional Halal method.

<i>Attrubutes laterallis</i>	<i>Semitendinosus</i>	<i>Longissimus dorsi</i>	<i>Vastus</i>
pH _(3 h)	6.83±0.57b	6.26±0.57a	
	6.93±0.20b		
pH _(24 h)	5.83±0.57a	5.83±0.20a	
	6.40±0.20b		
Expressible drip _(3 h) (%)	8.03±1.91a	9.74±3.72a	
	7.45±3.51a		
	16.57±4.35a		
	15.50±1.75a		
	11.50±5.91a		
	8.68±1.62a		
	16.64±1.15a		
	15.89±0.67a		
	10.24±4.09b		
	10.45±3.98b		
	9.45±2.59b		
	9.50±2.59b		

Tabel 2. Warna daging dari 3 (tiga) sumber otot yang berbeda, *Semitendinosus*, *Longissimus dorsi*, dan *Vastus lateralis*, yang disembelih dengan metode penyembelihan Halal tanpa pemingsanan.

Color Semitendinosus	Longissimus dorsi	Vastus lateralis
Color _(3 h)		
L*	27.64±0.73 ^c	24.11±1.94 ^a
	26.10±1.49 ^b	
a*	7.07±1.24 ^b	5.74±0.96 ^a
	5.66±0.84 ^a	
b*	6.63±0.73 ^c	3.73±0.69 ^a
	5.26±0.78 ^b	
Color (24 h)		
L*	25.50±1.34 ^b	24.11±1.36 ^a
	27.13±1.67 ^c	
a*	10.29±1.24 ^a	9.50±0.96 ^a
	10.90±0.84 ^a	
b*	11.66±0.73 ^b	9.21±0.69 ^a
	9.10±0.78 ^a	

Sumber: (Wibowo *et al.*, 2019).

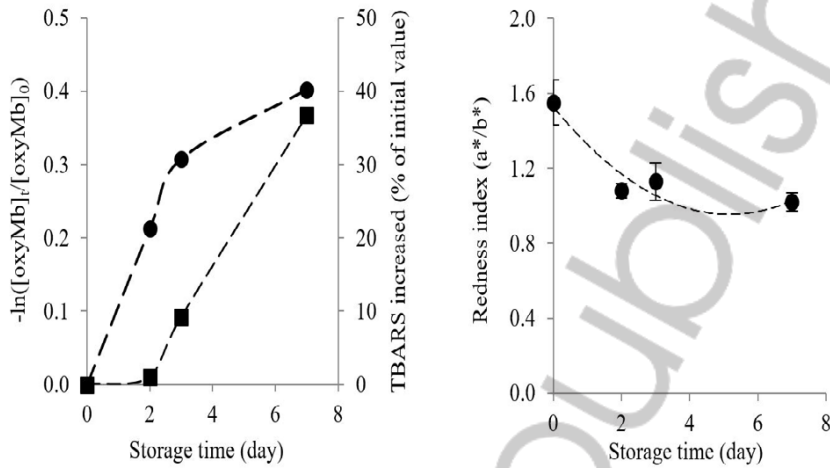
Perlu diketahui bahwa sistem penjagalan pada negara berkembang cukup berbeda dari negara berkembang, pada negara maju sistem penjagalan dikembangkan untuk terus menaikkan kualitas daging, sedangkan pada negara berkembang, sistem penjagalan tidak selalu mementingkan kesejahteraan hewan dan kualitas daging (Frimpong *et al.*, 2014).

Interaksi antara Oksidasi Myoglobin, Oksidasi Lemak, dan Diskolorisasi

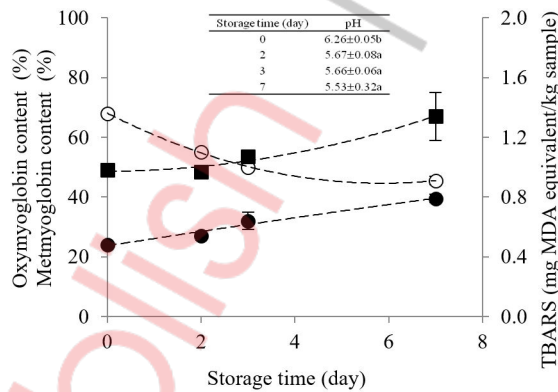
Warna pada daging merupakan parameter kritikal yang sangat mempengaruhi keputusan konsumen untuk membeli produk daging segar. Pada daging segar pasca penyembelihan dan postmortem myoglobin atau pigmen warna daging akan mengalami tiga tahapan yang berbeda atau mengalami tiga perubahan bentuk (*Redox state*); *Deoxymyoglobin*, *Oxymyoglobin*, *Metmyoglobin* dan *Oxymyoglobin* merupakan bentuk (*form*) yang bertanggung jawab untuk menjaga

kestabilan warna daging agar berwarna merah cerah (*cherry-red color as a fresh meat*) (Fiems *et al.*, 2000; M. Li *et al.*, 2017; Mancini & Ramanathan, 2014; Mckeith *et al.*, 2016; Naves *et al.*, 2017). Pada myoglobin terdapat *heme-iron* dengan porphyrin yang mempengaruhi dan mengatur terhadap status bentuk myoglobin redox yang mengakibatkan perubahan warna dan diskolorisasi pada daging segar postmortem yang dipengaruhi oleh pH dan suhu penyimpanan (Canto *et al.*, 2015; Quevedo *et al.*, 2013; Savadkoobi *et al.*, 2014; Suman *et al.*, 2014).

Beberapa hasil riset sebelumnya (Costa *et al.*, 2016; P. Li *et al.*, 2014; Onega *et al.*, 2005) mengungkapkan, bahwa sapi potong yang ditangani, disembelih, dan diproses tanpa pemingsanan memiliki nilai pH *ultimate* tertinggi yaitu 5,99 dibandingkan dengan pemingsanan perkusi (pH_u 5,75) dan pemingsanan listrik (pH_u 5,96). Pengurangan glikogen otot yang dihasilkan oleh stres dan aktivitas sebelum penyembelihan menyebabkan pH ultimat menjadi tinggi, yang sangat terkait dengan *Dark Cutting Beef* atau daging yang berwarna gelap (Grandin, 1980; Miranda-De La Lama *et al.*, 2009; Pighin *et al.*, 2014). Ketika daging memiliki pH yang tinggi pasca penyembelihan dan pH *ultimate* yang tinggi maka daging tersebut memiliki risiko untuk mengalami diskolorasi akibat dari myoglobin oksidasi dan oksidasi lemak, hal tersebut terjadi akibat pada kondisi pH yang tinggi maka mitochondria akan lebih aktif untuk menyerap oksigen di mana oksigen tersebut dapat memicu terjadinya oksidasi terhadap myoglobin dan lemak sehingga Ketika pH mengalami penurunan status Oxymyoglobin akan lebih cepat memasuki fase Metmyoglobin yang diikuti dengan meningkatnya nilai osidatif lemak TBARS (Fuseini *et al.*, 2017; King *et al.*, 2006; Wibowo *et al.*, 2019, 2022; Wongwichian *et al.*, 2015), interaksi myoglobin redox, pH, TBARS, dan warna otot *Longissimus Lumborum* pada masa simpan dingin selama 7 hari postmortem dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Perubahan autooksidasi (○) dan kenaikan persentase nilai TBARS (■) serta perubahan indeks warna merah pada otot Longissimus Lumborum dari sapi Thai Lumpun selama masa simpan dingin selama tujuh hari. Sumber: (Wibowo *et al.*, 2022).



Gambar 3. Perubahan pada Oxymyoglobin dan Metmyoglobin serta perubahan nilai TBARS pada otot Longissimus Lumborum dari sapi Thai Lumpun selama masa simpan dingin selama tujuh hari. Sumber: (Wibowo *et al.*, 2022).

Memar dan Efeknya Terhadap Kualitas Daging

Memar dapat dibedakan dari lokasi, penampakan, luas, bentuk dan kerusakannya. Faktor eksternal seperti transportasi dan penanganan mungkin bertanggung jawab atas di mana memar di tubuh berada, dan faktor dari binatang seperti: kehadiran hormon, jenis kelamin dan watak dari binatang menentukan seberapa parah memar dan mungkin

menyebabkan luka yang lebih dalam (Mahmood *et al.*, 2016; Rashid & Stu, 2010; M H Romero *et al.*, 2013). Memar dapat terjadi karena beberapa perlakuan yang berbagai macam, mulai dari kontak dengan manusia, kontak sesama ternak atau lainnya. Beberapa jenis kontak tersebut memiliki potensi untuk menyebabkan memar kepada ternak, dan jenis kontak tersebut dibagi menjadi 3 yaitu:

1. Kontak antara manusia dan hewan: perlakuan dari personel ke binatang yang melibatkan penggunaan kekerasan dan alat kejut listrik seperti: memukul, menyodok, menusuk dan penggunaan tongkat listrik
2. Kontak antara binatang dan binatang: tindakan paksa yang dilakukan oleh dua binatang dalam jarak yang sangat dekat dan berkontak secara fisik. binatang yang menerima tindakan tersebut biasanya akan terkena tandukan dan injakan.

Kontak antara binatang dan fasilitas: benturan dari binatang yang kontak langsung dengan struktur sementara atau permanen dari fasilitas seperti: benturan dengan gerbang, dan pintu fasilitas (Strappini *et al.*, 2013).

Memar adalah suatu luka yang terjadi di permukaan otot, dengan pecahnya saluran pembuluh darah dan terjadinya akumulasi darah tanpa adanya diskontinuitas pada bagian kulit. Terjadinya kerusakan pada bagian otot tersebut akan mempengaruhi kualitas daging tersebut dikarenakan adanya cacat atau kerusakan yang terjadi (Mendonça *et al.*, 2018). Parahnya memar di karkas ditentukan oleh seberapa luasnya area memar dan apakah mempengaruhi jaringan otot yang lebih dalam. Warna dan konsistensi dari memar dihubungkan dari umur menurut beberapa hal berikut: kecerahan, penampilan merah hemoragik (0-10 jam); merah gelap (± 24 jam); konsistensi air (24-38 jam); dan warna oren karat (> 3 hari) (Hoffman & Lühl, 2012).

Bentuk dari memar seringkali di hubungkan dengan kejadian penyebab memar tersebut, seperti memar berbentuk circular yang biasanya disebabkan oleh tanduk (Strappini, 2012), bentuk memar ada beberapa macam yaitu:

1. Circular: memar yang hampir atau berbentuk lingkaran
2. Linear: memar yang berbentuk garis linear
3. Tram-line: memar yang membentuk dua garis paralel linear di mana bagian tengahnya tidak terdapat memar

4. Mottled: memar yang berbentuk seperti bintik atau bercak-bercak
5. Irregular: memar yang tidak memiliki dimensi dan margin yang jelas

Memar pada karkas yang terjadi sebelum proses penyembelihan memberikan dampak negatif dikarenakan, memar dapat mengurangi keuntungan dari karkas yang memiliki memar, dan juga keuntungan yang didapat per karkas akan berkurang karena karkas yang rusak harus dilakukan proses trimming (Bethancourt-Garcia *et al.*, 2019). Dalam faktor *food safety*, permukaan daging yang terdapat memar akan lebih cepat rusak jika terdapat darah yang dapat menjadi media tumbuhnya bakteri (Cruz-Monterrosa *et al.*, 2017).

Penelitian Jarvis, Selkirk dan Cockram di United Kingdom pada tahun 1995 mendata ada sebanyak 97% memar pada karkas dari total 339 karkas (Jarvis *et al.*, 1995). Di tahun 2002, penelitian Weeks, McNally dan Warriss mendata sebanyak 62% memar dari 5000 karkas (Weeks *et al.*, 2002). Penelitian McKenna *et al.*, pada tahun 2001 di United States mendata sebanyak 46,7% memar dari 9,396 karkas yang di data (Garcia *et al.*, 2008). Penelitian Eastwood *et al.*, pada tahun 2017 mendata sebanyak 38,9% dari 25,000 karkas (Eastwood *et al.*, 2017). Miranda-de la Lama *et al.* (2013) meneliti sebanyak 1.236 karkas di Mexico dan mendapati sebanyak 92% karkas memiliki memar (Genaro C. Miranda-de la Lama *et al.*, 2012). Costa *et al.*, pada tahun 2017 di Italy meneliti sebanyak 142 karkas dan mendapati 66,9% karkas terdapat memar. Penelitian Huertas *et al.*, di Uruguay pada tahun 2015 mendapati sebanyak 60% karkas terdapat memar dari 15.157 karkas yang di observasi (Huertas *et al.*, 2015). Pada penelitian Romero, Gutierrez dan Sanchez pada tahun 2016 di Colombia mendapati sebanyak 84,3% karkas dari 2,288 memiliki memar (Marlyn H. Romero *et al.*, 2012).

Bercak Darah pada Trakea

Hewan ternak tidak mengalami penderitaan selama pemotongan tanpa *stunning* atau pemingsanan, karena sinyal aferren yang diaktifkan oleh paru-paru kepada neuron di saraf vagus terputus saat pemotongan (del Campo *et al.*, 2014; Ferguson & Warner, 2008; G. C. Miranda-de la Lama *et al.*, 2013; Mpamhanga & Wotton, 2015a; Muchenje *et al.*, 2009; Onenc & Kaya, 2004; Petherick, 2005b; Teke *et al.*, 2014). Jalur saraf ini dapat menyampaikan sinyal yang ditafsirkan sebagai rasa menggelitik, merobek, sakit atau terbakar dan sensasi yang dipicu oleh rangsangan fisik maupun

kimia pada saluran pernapasan bagian bawah (Agbeniga & Webb, 2012; del Campo *et al.*, 2014; Ferguson & Warner, 2008; G. C. Miranda-de la Lama *et al.*, 2013; Mpamhanga & Wotton, 2015a; Muchenje *et al.*, 2009; Onenc & Kaya, 2004; Petherick, 2005b; Pleiter, 2010; Teke *et al.*, 2014).

Masuknya darah pada saluran pernapasan dalam hal ini trakea merupakan salah satu indikator stres, karena hewan akan mencoba bernapas setelah lehernya dipotong. Hewan akan sangat merasa kesakitan ketika dipotong tidak sesuai dengan kesejahteraan hewan. Adanya bercak darah pada trakea disebabkan oleh pecahnya jaringan alveolar-kapiler atau darah ditarik ke paru-paru melalui trakea yang terputus saat hewan ternak mencoba bernapas ketika disembelih (Fuseini *et al.*, 2016; Grandin & Smith, 2004; Mpamhanga & Wotton, 2015a; A Velarde *et al.*, 2014). Cairan darah yang terdapat pada saluran pernapasan hewan dalam hal ini trakea dapat mengakibatkan iritasi reseptor sensorik yang melapisi jalur napas.

Kekhawatiran muncul tentang pengeluaran darah pada sapi yang disembelih untuk ritual dalam posisi terbalik (ANIL, 2011; Kirton *et al.*, 1978; K Nakyinsige *et al.*, 2013; A Velarde *et al.*, 2014). Hewan yang disembelih dalam posisi tegak tanpa *stunning* atau pemingsanan menunjukkan perilaku yang sama (Ferguson & Warner, 2008; E. M. C. Terlouw *et al.*, 2015). Darah ditemukan pada saluran pernapasan karena saat proses pemotongan hewan ternak mencoba bernapas sehingga darah yang harusnya keluar, kembali masuk melalui saluran pernapasan (trakea) (A. Adeen, 2014; Agbeniga & Webb, 2012) menunjukkan kemungkinan aktivasi reseptor laring sebagai penyebabnya. Bercak darah pada trakea dapat masuk ke dalam saluran pernapasan lebih dalam yakni paru-paru sehingga terbentuk busa halus berwarna darah. Adanya busa berwarna darah menunjukkan bahwa darah telah dikeluarkan dari paru-paru setelah tercampur dengan oksigen di alveolus melalui tindakan pernapasan sebelum hewan ternak mati secara sempurna. Darah yang tersisa pada saluran pernapasan dalam hal ini trakea dapat menyebabkan turunnya kualitas paru-paru yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat.

Lama Kematian

Kematian merupakan suatu keadaan yang ditandai dengan respirasi fisiologis dan sirkulasi darah telah berhenti sebagai akibat dari pusat sistem tersebut di batang otak secara permanen kehilangan fungsi

karena kekurangan oksigen dan energi (Gregory, 2008; K Nakyinsige *et al.*, 2013; Khadijah Nakyinsige *et al.*, 2012b; Sabow *et al.*, 2015; Troeger, 2004). Terdapat beberapa parameter untuk mengetahui kesempurnaan kematian pada sapi setelah disembelih yaitu dengan melihat refleksi kelopak mata dan waktu henti darah memancar (Grandin & Smith, 2004; Webster, 2005). Pengeluaran darah selama penyembelihan hewan sangat dipengaruhi oleh curah jantung. Ada beberapa faktor sirkulasi perifer yang mempengaruhi aliran darah menuju jantung yang berasal dari pembuluh vena, yang disebut aliran balik vena, yang merupakan pengatur utama. Tujuan dari pengeluaran darah adalah untuk mengeluarkan darah dan memastikan hewan mati dengan menghentikan suplai oksigen ke otak (Grandin & Smith, 2004; Gregory *et al.*, n.d.; Gregory, 2008; Grönvall, 2013; Mpamhanga & Wotton, 2015a; K Nakyinsige *et al.*, 2013; Khadijah Nakyinsige *et al.*, 2012b; Sabow *et al.*, 2015; Troeger, 2004; Webster, 2005). Setiap hewan ternak akan membutuhkan waktu yang berbeda untuk mengalami perdarahan hingga terjadinya kematian. Lama kematian tertunda jika hanya arteri pada satu sisi leher yang terputus atau ujung arteri mengalami penyumbatan sebelum perdarahan sempurna. Perdarahan akan menyebabkan ketidaksadaran yang berlanjut dengan kematian. Kematian terjadi karena kurangnya suplai oksigen ke otak yang telah disuplai oleh aliran arteri (Hemsworth *et al.*, 2011; Kim *et al.*, 2009; Sabow *et al.*, 2015; C. Terlouw *et al.*, 2016b).

Kontraksi, gravitasi, dan aktifitas jantung merupakan faktor yang mempengaruhi pengeluaran darah otot-otot hewan (Gregory, 2008; Khadijah Nakyinsige *et al.*, 2012a; A Velarde *et al.*, 2014; Z. Idrus, A.Q. Sazili, G.Y. Meng., 2014) oleh sebab itu, selama penyembelihan hewan harus dibiarkan berkontraksi agar mati sempurna, setelah itu baru dilakukan pelepasan kulit. Agar dapat diterima (halal) darah tidak boleh dikonsumsi dan darah terlebih dahulu mengalir keluar dari hewan hidup. Beberapa alasan mengapa darah harus memancar keluar semua yakni ialah hukum Al-Qur'an melarang konsumsi darah (Mustafa M. Farouk, 2013; Gregory, 2008; Gregory *et al.*, 2006; Khadijah Nakyinsige *et al.*, 2012a; A Velarde *et al.*, 2014; Wibowo *et al.*, 2022; Z. Idrus, A.Q. Sazili, G.Y. Meng., 2014) Pengeluaran darah yang cepat dan efektif selama pemotongan adalah salah satu persyaratan penting untuk daging yang diproduksi agar dapat diterima oleh konsumen Muslim. Persyaratan ini berkaitan dengan kesejahteraan hewan, serta kebersihan karena pengeluaran darah

yang cepat dapat memastikan hilangnya kesadaran dan kematian yang cepat. Pengeluaran darah yang berbeda jumlahnya bisa disebabkan oleh tindakan penyembelihan pada leher yang terpotong. Pemotongan yang tidak memadai mengakibatkan oklusi karotid dan aliran darah menjadi terhambat, menjadi masalah pengeluaran darah terutama pada sapi (Mustafa M. Farouk, 2013; Gregory *et al.*, 2006; Wibowo *et al.*, 2019).

Jumlah darah yang tertahan dalam daging merupakan salah satu faktor paling kritis yang mempengaruhi perubahan kualitas, kontaminasi dan kerusakan pada daging (ANIL, 2011; Hafiz *et al.*, 2015; Kamenik, 2013; Zhang *et al.*, 2011). Darah diyakini sebagai media yang luar biasa untuk pertumbuhan mikroba dan bakteri. Komponen darah terutama hemoglobin, merupakan promotor oksidasi lipid yang dapat mengurangi umur simpan produk daging (Bucala *et al.*, 1993; Jensen, 2001; Juncher *et al.*, 2003; K Nakyinsige *et al.*, 2015). Mengoptimalkan pengeluaran darah pada saat pemotongan serta mengurangi cacat karkas dan daging adalah tujuan utama industri pengolahan daging karena pendarahan yang lebih baik dapat meningkatkan kualitas daging selama penyimpanan (A. Adeen, 2014; Hui, 2012). Efisiensi pendarahan yang buruk mengakibatkan hal yang tidak diinginkan yakni perubahan warna dan umur simpan yang pendek (Faustman *et al.*, 2010; Hui, 2012; Maqsood *et al.*, 2012; Thiansilakul *et al.*, 2012). Efisiensi pengeluaran darah pada saat pemotongan dipengaruhi oleh pembuluh darah yang terputus, ukuran dan potensi luka, henti jantung saat pemingsanan, orientasi karkas diposisikan horizontal atau vertikal, kontraksi otot, dan pembuluh darah (ANIL, 2011; Dokmanovi *et al.*, 2014; M. M. Farouk *et al.*, 2016; K Nakyinsige *et al.*, 2014; Stockman, McGilchrist, *et al.*, 2012) yang semuanya ditentukan oleh metode penyembelihan. Proses penyembelihan akan memotong 3 saluran yakni pencernaan (esofagus), pernapasan (trakea) dan darah (arteri dan vena). Metode halal telah dianggap memberikan keuntungan yang cukup besar, pendarahan saat jantung masih berdetak dapat memperpanjang umur simpan daging (Barbut, 2014; Gregory *et al.*, n.d.; Kirton *et al.*, 1978; Pleiter, 2010).

Kesimpulan

Pengidentifikasi penyebab stress dimulai pada tahap penanganan sebelum penyembelihan hingga proses penyembelihan. Mekanisme interaksi antara *stockperson* dan ternak pada tahap penggiringan dan kontak fisik yang dapat menyebabkan penderitaan atau rasa sakit hingga

stress pada hewan antara lain yaitu seperti menarik paksa, menendang, memukul, memelintir ekor, menarik ekor. Tahap *unloading* dari *pick up* dengan menarik atau mendorong ternak agar turun, dan tahap perebahan yang menyakitkan dan kasar. Sehingga Pendidikan dan pengetahuan tentang tingkah laku ternak serta kesejahteraan hewan menjadi prioritas utama dalam penerapannya di Industri pemotongan hewan sehingga kesejahteraan hewan dan keselamatan kerja bisa dicapai secara optimal terutama pada industri pemotongan hewan yang menggunakan metode penyembelihan secara religius atau tanpa proses pemingsanan

Daftar Pustaka

- A. Adeen. (2014). *Impact of Halal Slaughtering on Quality and Shelf-life of Broiler Chicken Meat Aneesa*. Prince Songkla University, Thailand.
- Absi, M., & Arnett, D. K. (2000). *Dossier : Stress Adrenocortical responses to psychological and risk for hypertension*. 234–244.
- Agbeniga, B., & Webb, E. C. (2012). Effect of slaughter technique on bleed-out, blood in the trachea and blood splash in the lungs of cattle. *South Africal Journal of Animal Science*, 42(5), 6. <https://doi.org/doi.org/10.4314>
- Ali, S. A. M., Abdalla, H. O., Mahgoub, I. M., & Medani, W. (2011). Effect Of Slaughtering Method On The Keeping Quality Of Broiler Chickens ' Meat By. *Egypt Poultry Science*, 31(IV), 727–736.
- Andrade, O., Orihuela, A., Solano, J., & Galina, C. S. (2001). *Some effects of repeated handling and the use of a mask on stress responses in zebu cattle during restraint*. 71, 175–181.
- ANIL, D. M. H. (2011). *Effects of slaughter method on carcass and meat characteristics in the meat of*. www.dialrel.eu
- Asri Yulistyowati Wibowo, Ari Wibowo, F. A. (2021). Perubahan Sifat Fisik Otot Vastus Lateralis Pada Daging Sapi Bali Pasca Pemotongan (Post-Mortem) Di Rumah Potong Hewan (Rph) Tanah Merah Samarinda. 10(2), 209–218.
- Barbut, S. (2014). Review: Automation and meat quality-global challenges. *Meat Science*, 96(1), 335–345. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.07.002>
- Beriain, M. J., Goñi, M. V, Indurain, G., Sarriés, M. V, & Insausti, K. (2009). Predicting Longissimus dorsi myoglobin oxidation in aged beef based on early post-mortem colour measurements on the carcass

- as a colour stability index. *Meat Science*, 81(3), 439–445. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.09.009>
- Bethancourt-Garcia, J. A., Vaz, R. Z., Vaz, F. N., Silva, W. B., Pascoal, L. L., Mendonça, F. S., Vara, C. C. da, Nuñez, A. J. C., & Restle, J. (2019). Pre-slaughter factors affecting the incidence of severe bruising in cattle carcasses. *Livestock Science*, 222(February), 41–48. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.02.009>
- Boissy, A., Manteuffel, G., Bak, M., Oppermann, R., Spruijt, B., Keeling, L. J., Winckler, C., Forkman, B., Dimitrov, I., Langbein, J., Bakken, M., Veissier, I., & Aubert, A. (2007). *Assessment of positive emotions in animals to improve their welfare*. 92, 375–397. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2007.02.003>
- Bonne, K., & Verbeke, W. (2008). Muslim consumer trust in halal meat status and control in Belgium. *Meat Science*, 79(1), 113–123. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.08.007>
- Bourguet, C., Deiss, V., Cohen, C., & Terlouw, E. M. C. (2011). Behavioural and physiological reactions of cattle in a commercial abattoir: Relationships with organisational aspects of the abattoir and animal characteristics. *MESC*, 88(1), 158–168. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.12.017>
- Bucala, R., Makita, Z., Koschinsky, T., Cerami, A., & Vlassara, H. (1993). Lipid advanced glycosylation: pathway for lipid oxidation in vivo. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 90(14), 6434–6438. <https://doi.org/10.1073/pnas.90.14.6434>
- Canto, A. C. V. C. S., Suman, S. P., Nair, M. N., Li, S., Rentfrow, G., Beach, C. M., Silva, J. P., Wheeler, T. L., Shackelford, S. D., Grayson, A., Mckeith, R. O., & King, D. A. (2015). *Differential abundance of sarcoplasmic proteome explains animal effect on beef Longissimus lumborum color stability*. 102, 90–98. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.11.011>
- Clercq, N. De, Meulebroek, L. Van, Vanden, J., Croubels, S., Delahaut, P., & Vanhaecke, L. (2015). Journal of Steroid Biochemistry & Molecular Biology The impact of stress on the prevalence of prednisolone in bovine urine : A metabolic fingerprinting approach. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 154, 206–216. <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2015.08.026>

- Costa, F. A. D., Devillers, N., Paranhos, M. J. R., & Faucitano, L. (2016). Effects of applying preslaughter feed withdrawal at the abattoir on behaviour, blood parameters and meat quality in pigs. *MESC*, 119, 89–94. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.03.033>
- Cruz-Monterrosa, R. G., Reséndiz-Cruz, V., Rayas-Amor, A. A., López, M., & la Lama, G. C. M. de. (2017). Bruises in beef cattle at slaughter in Mexico: implications on quality, safety and shelf life of the meat. *Tropical Animal Health and Production*, 49(1), 145–152. <https://doi.org/10.1007/s11250-016-1173-8>
- del Campo, M., Brito, G., Montossi, F., Soares de Lima, J. M., & San Julián, R. (2014). Animal welfare and meat quality: The perspective of Uruguay, a “small” exporter country. *Meat Science*, 98(3), 470–476. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.07.004>
- Destrez, A., Haslin, E., Elluin, G., Gaillard, C., Hostiou, N., Dasse, F., Zanella, C., & Boivin, X. (2018). Evaluation of beef herd responses to unfamiliar humans and potential influencing factors: An exploratory survey on French farms. *Livestock Science*, 212(January), 7–13. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.03.011>
- Dimsdale, J. E., & Jolla, L. (2008). *Psychological Stress and Cardiovascular Disease*. 51(13). <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2007.12.024>
- Dokmanović, M., Velarde, A., Tomović, V., Glamočlija, N., Marković, R., Janjić, J., & Baltić, M. Z. (2014). The effects of lairage time and handling procedure prior to slaughter on stress and meat quality parameters in pigs. *Meat Science*, 98(2), 220–226. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.003>
- Dokmanović, M., Velarde, A., Tomović, V., Glamočlija, N., Marković, R., Janjić, J., & Baltić, M. Ž. (2014). *The effects of lairage time and handling procedure prior to slaughter on stress and meat quality parameters in pigs*. 98, 220–226. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.003>
- Eastwood, L. C., Boykin, C. A., Harris, M. K., Arnold, A. N., Hale, D. S., Kerth, C. R., Griffin, D. B., Savell, J. W., Belk, K. E., Woerner, D. R., Hasty, J. D., Delmore, R. J., Martin, J. N., Lawrence, T. E., McEvers, T. J., VanOverbeke, D. L., Mafi, G. G., Pfeiffer, M. M., Schmidt, T. B., ... Stelzleni, A. M. (2017). National Beef Quality Audit-2016: Transportation, mobility, and harvest-floor assessments of targeted characteristics that affect quality and value of cattle, carcasses, and

- by-products. *Translational Animal Science*, 1(2), 229–238. <https://doi.org/10.2527/tas2017.0029>
- Edwards-Callaway, L. N., & Calvo-Lorenzo, M. S. (2020). Animal welfare in the U.S. slaughter industry-a focus on fed cattle. *Journal of Animal Science*, 98(4), 1–21. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa040>
- Farouk, M. M., Al-Mazeedi, H. M., Sabow, A. B., Bekhit, A. E. D., Adeyemi, K. D., Sazili, A. Q., & Ghani, A. (2014). Halal and kosher slaughter methods and meat quality: A review. *Meat Science*, 98(3), 505–519. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.05.021>
- Farouk, M. M., Pufpaff, K. M., & Amir, M. (2016). Industrial halal meat production and animal welfare: A review. *Meat Science*, 120, 60–70. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.04.023>
- Farouk, Mustafa M. (2013). Advances in the industrial production of halal and kosher red meat. *Meat Science*, 95(4), 805–820. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.04.028>
- Faustman, C., Sun, Q., Mancini, R., & Suman, S. P. (2010). Myoglobin and lipid oxidation interactions: mechanistic bases and control. *Meat Science*, 86(1), 86–94. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.025>
- Ferguson, D. M., & Warner, R. D. (2008). Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? *Meat Science*, 80(1), 12–19. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.05.004>
- Fiems, L. O., Campeneere, S. De, Smet, S. De, & Vanacker, J. M. (2000). *Relationship between fat depots in carcasses of beef bulls and effect on meat colour and tenderness*. 56, 41–47.
- Frimpong, S., Gebresenbet, G., Bobobee, E., Aklaku, E. D., & Hamdu, I. (2014). Effect of transportation and pre-slaughter handling on welfare and meat quality of cattle: Case study of Kumasi Abattoir, Ghana. *Veterinary Sciences*, 1(3), 174–191. <https://doi.org/10.3390/vetsci1030174>
- Fuseini, A., Knowles, T. G., Hadley, P. J., & Wotton, S. B. (2016). Halal stunning and slaughter: Criteria for the assessment of dead animals. *Meat Science*, 119, 132–137. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.04.033>
- Fuseini, A., Wotton, S. B., Hadley, P. J., & Knowles, T. G. (2017). The perception and acceptability of pre-slaughter and post-slaughter stunning for Halal production : The views of UK Islamic scholars and

- Halal consumers. *MESC*, 123, 143–150. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.09.013>
- Garcia, L. G., Nicholson, K. L., Hoffman, T. W., Lawrence, T. E., Hale, D. S., Griffin, D. B., Savell, J. W., VanOverbeke, D. L., Morgan, J. B., Belk, K. E., Field, T. G., Scanga, J. A., Tatum, J. D., & Smith, G. C. (2008). National Beef Quality Audit 2000: Survey of targeted cattle and carcass characteristics related to quality, quantity, and value of fed steers and heifers. *Journal of Animal Science*, 86(12), 3533–3543. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0782>
- Grandin, T. (2001). *Cattle vocalizations are associated with handling and equipment problems at beef slaughter plants*. 71.
- Grandin, T. (2006). *Progress and challenges in animal handling and slaughter in the U. S. §. 100*, 129–139. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.04.016>
- Grandin, T. (2010). Auditing animal welfare at slaughter plants. *Meat Science*, 86(1), 56–65. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.022>
- Grandin, T., & Smith, G. C. (2004). Animal Welfare and Humane Slaughter. *Animal Welfare*, 1997, 1–26.
- Gregory, N. G. (2008). Animal welfare at markets and during transport and slaughter. *Meat Science*, 80(1), 2–11. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.05.019>
- Gregory, N. G., College, R. V., & Lane, H. (n.d.). *Blood aspiration during slaughter with and without stunning in cattle*. 9–11.
- Gregory, N. G., Shaw, F. D., Whitford, J. C., & Patterson-Kane, J. C. (2006). Prevalence of ballooning of the severed carotid arteries at slaughter in cattle, calves and sheep. *Meat Science*, 74(4), 655–657. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.05.021>
- Grönvall, A. (2013). *Animal welfare in Ethiopia : Handling of cattle during transport and operations at Kera Abattoir, Addis Abeba*.
- Hafiz, A., Hassan, Z., Nazmi, M., & Manap, A. (2015). Effect of Slaughtering Methods on Meat Quality Indicators, Chemical Changes and Microbiological Quality of Broiler Chicken Meat during Refrigerated Storage. *Journal Of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)*, 8(9), 12–17. <https://doi.org/10.9790/2380-08911217>
- Hayes, N. S., Schwartz, C. A., Phelps, K. J., Borowicz, P., & Maddock, R. J. (2015). The relationship between pre-harvest stress and the carcass characteristics of beef heifers that qualified for kosher

- designation. *MESC*, 100, 134–138. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.09.145>
- Hemsworth, P. H., Rice, M., Karlen, M. G., Calleja, L., Barnett, J. L., Nash, J., & Coleman, G. J. (2011). Human-animal interactions at abattoirs : Relationships between handling and animal stress in sheep and cattle. *Applied Animal Behaviour Science*, 135(1–2), 24–33. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.09.007>
- Hoffman, L. C., & Lühl, J. (2012). Causes of cattle bruising during handling and transport in Namibia. *MESC*, 92(2), 115–124. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.04.021>
- Huertas, S. M., van Eerdenburg, F., Gil, A., & Piaggio, J. (2015). Prevalence of carcass bruises as an indicator of welfare in beef cattle and the relation to the economic impact. *Veterinary Medicine and Science*, 1(1), 9–15. <https://doi.org/10.1002/vms3.2>
- Hui, Y. (2012). *Handbook of Meat and Meat Processing*.
- Hultgren, J., Wiberg, S., Berg, C., Cvek, K., & Lunner, C. (2014). Cattle behaviours and stockperson actions related to impaired animal welfare at Swedish slaughter plants. *Applied Animal Behaviour Science*, 152, 23–37. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2013.12.005>
- Hultgren, J., Wiberg, S., Berg, C., Cvek, K., & Lunner Kolstrup, C. (2014). Cattle behaviours and stockperson actions related to impaired animal welfare at Swedish slaughter plants. *Applied Animal Behaviour Science*, 152, 23–37. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2013.12.005>
- Jarvis, A. M., Selkirk, L., & Cockram, M. S. (1995). The influence of source, sex class and pre-slaughter handling on the bruising of cattle at two slaughterhouses. *Livestock Production Science*, 43(3), 215–224. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(95\)00055-P](https://doi.org/10.1016/0301-6226(95)00055-P)
- Jensen, F. B. (2001). Comparative analysis of autoxidation of haemoglobin. *The Journal of Experimental Biology*, 204(Pt 11), 2029–2033.
- Jorquera-Chavez, M., Fuentes, S., Dunshea, F. R., Jongman, E. C., & Warner, R. D. (2019). Computer vision and remote sensing to assess physiological responses of cattle to pre-slaughter stress, and its impact on beef quality: A review. *Meat Science*, 156(May), 11–22. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.05.007>
- Juncher, D., Rønn, B., Beck, T., Henckel, P., Karlsson, A., Skibsted, L. H., & Bertelsen, G. (2003). *Effect of pre-slaughter physiological conditions*

on the oxidative stability of colour and lipid during chill storage of sliced, retail packed roast ham. 63, 151–159.

- Kamenik, J. (2013). The microbiology of meat spoilage: a review Josef Kamenik. *Maso International*, 01, 3–11.
- Kim, Y. H., Keeton, J. T., Smith, S. B., Berghman, L. R., & Savell, J. W. (2009). Role of lactate dehydrogenase in metmyoglobin reduction and color stability of different bovine muscles. *Meat Science*, 83(3), 376–382. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.06.009>
- King, D. A., Pfeiffer, C. E. S., Randel, R. D., Jr, T. H. W., Oliphint, R. A., Baird, B. E., Jr, K. O. C., Vann, R. C., Hale, D. S., & Savell, J. W. (2006). *MEAT Influence of animal temperament and stress responsiveness on the carcass quality and beef tenderness of feedlot cattle.* 74, 546–556. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.05.004>
- Kirton, A. H., Bishop, W. H., Mullord, M. M., & Frazerhurst, L. F. (1978). Relationships between time of stunning and time of throat cutting and their effect on blood pressure and blood splash in lambs. *Meat Science*, 2(3), 199–206. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(78\)90005-0](https://doi.org/10.1016/0309-1740(78)90005-0)
- Lama, G. C. M., Pascual-alonso, M., Guerrero, A., Alberti, P., Alierta, S., Sans, P., Gajan, J. P., Sañudo, C., & María, G. A. (2013). Influence of social dominance on production, welfare and the quality of meat from beef bulls. *MESC*, 94(4), 432–437. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.03.026>
- Lambooi, E., Werf, J. T. N. Van Der, Reimert, H. G. M., & Hindle, V. A. (2012). Compartment height in cattle transport vehicles. *Livestock Science*, 148(1–2), 87–94. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.05.014>
- Li, M., Li, X., Xin, J., Li, Z., Li, G., Zhang, Y., Du, M., Shen, Q. W., & Zhang, D. (2017). Effects of protein phosphorylation on color stability of ground meat. *Food Chemistry*, 219, 304–310. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.151>
- Li, P., Wang, T., Mao, Y., Zhang, Y., Niu, L., Liang, R., Zhu, L., & Luo, X. (2014). *Effect of Ultimate pH on Postmortem Myofibrillar Protein Degradation and Meat Quality Characteristics of Chinese Yellow Crossbreed Cattle.* 2014.
- Lonergan, E. H., Zhang, W., & Lonergan, S. M. (2010). *Biochemistry of postmortem muscle — Lessons on mechanisms of meat tenderization.* 86, 184–195. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.05.004>

- Losada-espinoza, N., Villarroel, M., & María, G. A. (2018). Pre-slaughter cattle welfare indicators for use in commercial abattoirs with voluntary monitoring systems: A systematic review. *Meat Science*, 138(August 2017), 34–48. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.12.004>
- Mahmood, S., Basarab, J. A., Dixon, W. T., & Bruce, H. L. (2016). Relationship between phenotype, carcass characteristics and the incidence of dark cutting in heifers. *MESC*, 121, 261–271. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.06.020>
- Mancini, R. A., & Ramanathan, R. (2014). Effects of postmortem storage time on color and mitochondria in beef. *Meat Science*, 98(1), 65–70. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.04.007>
- Maqsood, S., Benjakul, S., & Kamal-Eldin, A. (2012). Haemoglobin-mediated lipid oxidation in the fish muscle: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 28(1), 33–43. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.06.009>
- Marzuqi, M. A., & Kahija, Y. F. La. (2018). Makna Menjadi Sukarelawan Penggiat Kesejahteraan Hewan: Sebuah Interpretative Phenomenological Analysis. *Empati*, 7(3), 9–19.
- Mckeith, R. O., King, D. A., Grayson, A. L., Shackelford, S. D., Gehring, K. B., Savell, J. W., & Wheeler, T. L. (2016). Mitochondrial abundance and efficiency contribute to lean color of dark cutting beef. *MESC*, 116, 165–173. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.01.016>
- Mendonça, F. S., Vaz, R. Z., Cardoso, F. F., Restle, J., Vaz, F. N., Pascoal, L. L., Reimann, F. A., & Boligon, A. A. (2018). Pre-slaughtering factors related to bruises on cattle carcasses. *Animal Production Science*, 58(2), 385–392. <https://doi.org/10.1071/AN16177>
- Miranda-de la Lama, G. C., Pascual-Alonso, M., Guerrero, A., Alberti, P., Alierta, S., Sans, P., Gajan, J. P., Villarroel, M., Dalmau, A., Velarde, A., Campo, M. M., Galindo, F., Santolaria, M. P., Sa?udo, C., & Mar??a, G. A. (2013). Influence of social dominance on production, welfare and the quality of meat from beef bulls. *Meat Science*, 94(4), 432–437. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.03.026>
- Miranda-de la Lama, G. C., Villarroel, M., & Mar??a, G. A. (2014). Livestock transport from the perspective of the pre-slaughter logistic chain: A review. *Meat Science*, 98(1), 9–20. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.04.005>

- Miranda-de la Lama, Genaro C., Leyva, I. G., Barreras-Serrano, A., Pérez-Linares, C., Sánchez-López, E., María, G. A., & Figueroa-Saavedra, F. (2012). Assessment of cattle welfare at a commercial slaughter plant in the northwest of Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 44(3), 497–504. <https://doi.org/10.1007/s11250-011-9925-y>
- Mohamed, B., & Mohamed, I. (2012). *The Effects of Residual Blood of Carcasses on Poultry Technological Quality*. 2012(October), 1382–1386.
- Mpamhanga, C. J., & Wotton, S. B. (2015a). The effects of pre-slaughter restraint (for the purpose of cattle identification) on post-slaughter responses and carcass quality following the electrical stun/killing of cattle in a Jarvis Beef stunner. *Meat Science*, 107, 104–108. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.04.012>
- Mpamhanga, C. J., & Wotton, S. B. (2015b). The effects of pre-slaughter restraint (for the purpose of cattle identification) on post-slaughter responses and carcass quality following the electrical stun/killing of cattle in a Jarvis Beef stunner. *Meat Science*, 107, 104–108. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.04.012>
- Muchenje, V., Dzama, K., Chimonyo, M., Strydom, P. E., & Raats, J. G. (2009). Relationship between pre-slaughter stress responsiveness and beef quality in three cattle breeds. *Meat Science*, 81(4), 653–657. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.11.004>
- Nakyinsige, K, Man, Y. B. C., Aghwan, Z. A., Zulkifli, I., Goh, Y. M., Abu Bakar, F., Al-Kahtani, H. A., & Sazili, A. Q. (2013). Stunning and animal welfare from Islamic and scientific perspectives. *Meat Science*, 95(2), 352–361. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.04.006>
- Nakyinsige, K, Sazili, A. Q., Aghwan, Z. A., Zulkifli, I., Goh, Y. M., Abu Bakar, F., & Sarah, S. A. (2015). Development of microbial spoilage and lipid and protein oxidation in rabbit meat. *Meat Science*, 108, 125–131. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.05.029>
- Nakyinsige, K, Sazili, A. Q., Zulki, I., Goh, Y. M., Bakar, F. A., & Sabow, A. B. (2014). *Influence of gas stunning and halal slaughter (no stunning) on rabbits welfare indicators and meat quality*. 98, 701–708. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.05.017>

- Nakyinsige, Khadijah, Man, Y. B. C., & Sazili, A. Q. (2012a). Halal authenticity issues in meat and meat products. *Meat Science*, 91(3), 207–214. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.02.015>
- Nakyinsige, Khadijah, Man, Y. B. C., & Sazili, A. Q. (2012b). Halal authenticity issues in meat and meat products. *Meat Science*, 91(3), 207–214. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.02.015>
- Naves, C., Almeida, R. De, Filho, T., Rogério, P., Lemos, A. De, Ramos, S., Alberto, L., Gomide, D. M., Machado, M., & Mendes, E. (2017). Effect of freezing prior to aging on myoglobin redox forms and CIE color of beef from Nellore and Aberdeen Angus cattle. *MESCI*, 125, 16–21. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.11.010>
- Njisane, Y. Z., & Muchenje, V. (2017). *Farm to abattoir conditions, animal factors and their subsequent effects on cattle behavioural responses and beef quality — A review*. 30(6), 755–764.
- Onega, E., Huidobro, F. R. De, Miguel, E., & Bla, B. (2005). *MEAT A comparison between two methods (Warner-Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked meat*. 69, 527–536. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.09.008>
- Onenc, A., & Kaya, A. (2004). The effects of electrical stunning and percussive captive bolt stunning on meat quality of cattle processed by Turkish slaughter procedures. *Meat Science*, 66(4), 809–815. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00191-8](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00191-8)
- Peres, L. M., Bridi, A. M., Abércio, C., Silva, D., Andreo, N., Tarsitano, M. A., Leticia, E., & Stivaletti, T. (2014). *Effect of low or high stress in pre-slaughter handling on pig carcass and meat quality*. 43(7), 363–368. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982014000700004>
- Petherick, J. C. (2005a). *Animal welfare issues associated with extensive livestock production: The northern Australian beef cattle industry*. 92, 211–234. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2005.05.009>
- Petherick, J. C. (2005b). *Animal welfare issues associated with extensive livestock production: The northern Australian beef cattle industry*. *Applied Animal Behaviour Science*, 92(3), 211–234. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2005.05.009>
- Pleiter, H. (2010). *Review of Stunning and Halal Slaughter* (Vol. 364).
- Probst, J. K., Spengler, A., Leiber, F., Kreuzer, M., & Hillmann, E. (2012). Gentle touching in early life reduces avoidance distance and slaughter

- stress in beef cattle. *Applied Animal Behaviour Science*, 139(1-2), 42-49. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2012.03.002>
- Quevedo, R., Valencia, E., Cuevas, G., Ronceros, B., Pedreschi, F., & Bastías, J. M. (2013). Color changes in the surface of fresh cut meat: A fractal kinetic application. *Food Research International*, 54(2), 1430-1436. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.10.006>
- Rakowska, R., & Sadowska, A. (2017). Influence of pre-and post-slaughter factors on the reduced glutathione content of beef muscles. *MESC*, 124, 48-53. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.10.010>
- Rashid, I., & Stu, R. (2010). *Examination of Physical Properties of Goat Meat*. May. <https://doi.org/10.3923/pjn.2010.422.425>
- Reiche, A. M., Oberson, J. L., Silacci, P., Messadène-Chelali, J., Hess, H. D., Dohme-Meier, F., Dufey, P. A., & Terlouw, E. M. C. (2019). Pre-slaughter stress and horn status influence physiology and meat quality of young bulls. *Meat Science*, 158(March), 107892. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107892>
- Romero, M H, Uribe-velásquez, L. F., Sánchez, J. A., & Lama, G. C. M. (2013). Risk factors in influencing bruising and high muscle pH in Colombian cattle carcasses due to transport and pre-slaughter operations. *MESC*, 95(2), 256-263. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.05.014>
- Romero, Marlyn H., Gutiérrez, C., & Sánchez, J. A. (2012). Evaluation of bruises as an animal welfare indicator during pre-slaughter of beef cattle. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 25(2), 267-275.
- Sabow, A. B., Sazili, A. Q., Zulkifli, I., Goh, Y. M., Ab Kadir, M. Z. A., Abdulla, N. R., Nakyinsige, K., Kaka, U., & Adeyemi, K. D. (2015). A comparison of bleeding efficiency, microbiological quality and lipid oxidation in goats subjected to conscious halal slaughter and slaughter following minimal anesthesia. *Meat Science*, 104, 78-84. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.02.004>
- Said, M., Hassan, F., Musa, R., & Rahman, N. A. (2014). Assessing Consumers' Perception, Knowledge and Religiosity on Malaysia's Halal Food Products. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 130, 120-128. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.04.015>
- Sant, A. C., & Paranhos, M. J. R. (2013). Validity and feasibility of qualitative behavior assessment for the evaluation of Nellore cattle

- temperament. *Livestock Science*, 157(1), 254–262. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.08.004>
- Savadkoochi, S., Hoogenkamp, H., Shamsi, K., & Farahnaky, A. (2014). Color, sensory and textural attributes of beef frankfurter, beef ham and meat-free sausage containing tomato pomace. *Meat Science*, 97(4), 410–418. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.03.017>
- Stockman, C. A., McGilchrist, P., Collins, T., Barnes, A. L., Miller, D., Wickham, S. L., Greenwood, P. L., Cafe, L. M., Blache, D., Wemelsfelder, F., & Fleming, P. A. (2012). Qualitative Behavioural Assessment of Angus steers during pre-slaughter handling and relationship with temperament and physiological responses. *Applied Animal Behaviour Science*, 142(3–4), 125–133. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2012.10.016>
- Stockman, C. A., McGilchrist, P., Collins, T., Barnes, A. L., Miller, D., Wickham, S. L., Greenwood, P. L., Cafe, L. M., Blache, D., Wemelsfelder, F., & Fleming, P. A. (2012). Qualitative Behavioural Assessment of Angus steers during pre-slaughter handling and relationship with temperament and physiological responses. *Applied Animal Behaviour Science*, 142(3–4), 125–133. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2012.10.016>
- Strappini, A. C. (2012). Bruises in Chilean cattle: their characterization, occurrence and relation with pre-slaughter conditions. In *Bruises in Chilean cattle: their characterization, occurrence and relation with pre-slaughter conditions*.
- Strappini, A. C., Metz, J. H. M., Gallo, C., Frankena, K., Vargas, R., De Freslon, I., & Kemp, B. (2013). Bruises in culled cows: When, where and how are they inflicted? *Animal*, 7(3), 485–491. <https://doi.org/10.1017/S1751731112001863>
- Suman, S. P., Hunt, M. C., Nair, M. N., & Rentfrow, G. (2014). Improving beef color stability: Practical strategies and underlying mechanisms. *Meat Science*, 98(3), 490–504. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.032>
- Teke, B., Akdag, F., Ekiz, B., & Ugurlu, M. (2014). Effects of different lairage times after long distance transportation on carcass and meat quality characteristics of Hungarian Simmental bulls. *Meat Science*, 96(1), 224–229. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.07.009>

- Terlouw, C., Bourguet, C., & Deiss, V. (2016a). Consciousness, unconsciousness and death in the context of slaughter. Part I. Neurobiological mechanisms underlying stunning and killing. *MESC*, *118*, 133–146. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.03.011>
- Terlouw, C., Bourguet, C., & Deiss, V. (2016b). Consciousness, unconsciousness and death in the context of slaughter. Part II. Evaluation methods. *MESC*, *118*, 147–156. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.03.010>
- Terlouw, E. M. C., Bourguet, C., Deiss, V., & Mallet, C. (2015). Origins of movements following stunning and during bleeding in cattle. *Meat Science*, *110*, 135–144. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.07.010>
- Thiansilakul, Y., Benjakul, S., Grunwald, E. W., & Richards, M. P. (2012). Retardation of myoglobin and haemoglobin-mediated lipid oxidation in washed bighead carp by phenolic compounds. *Food Chemistry*, *134*(2), 789–796. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.02.182>
- Troeger, K. (2004). Overview of current and alternatif slaughter practices. *Biotechnology, Agronomy and Society and Environment*, *8*(4), 275–281.
- Velarde, A, Rodriguez, P., Dalmau, A., Fuentes, C., Llonch, P., von Holleben, K. V, Anil, M. H., Lambooj, J. B., Pleiter, H., Yesildere, T., & Cenci-Goga, B. T. (2014). Religious slaughter: evaluation of current practices in selected countries. *Meat Science*, *96*(1), 278–287. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.07.013>
- Velarde, Antonio, & Dalmau, A. (2012). Animal welfare assessment at slaughter in Europe: Moving from inputs to outputs. *Meat Science*, *92*(3), 244–251. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.04.009>
- Webster, J. (2005). Animal welfare: limping towards Eden. *UFAW Animal Welfare Series*, i-xii + 283. <https://doi.org/10.1002/9780470751107.fmatter>
- Weeks, C. A., McNally, P. W., & Warriss, P. D. (2002). Influence of the design of facilities at auction markets and animal handling procedures on bruising in cattle. *Veterinary Record*, *150*(24), 743–748. <https://doi.org/10.1136/vr.150.24.743>
- Wibowo, A., Panpipat, W., Kim, S. R., & Chaijan, M. (2019). Characteristics of Thai native beef slaughtered by traditional Halal method. *Walailak*

- Journal of Science and Technology*, 16(7), 443–453. <https://doi.org/10.48048/wjst.2019.4689>
- Wibowo, A., Suhardi, Indana, K., Chandra, K. P., Chaijan, M., & Hanum, Z. (2022). Critical Factors Affecting the Quality of Longissimus Lumborum from Native Thai Cattle (*Bos indicus*). *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 10(1), 107–113. <https://doi.org/10.17582/journal.aavs/2022/10.1.107.113>
- Wongwichian, C., Klomklao, S., Panpipat, W., Benjakul, S., & Chaijan, M. (2015). Interrelationship between myoglobin and lipid oxidations in oxeye scad (*Selar boops*) muscle during iced storage. *Food Chemistry*, 174, 279–285. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.071>
- Yai, H., & Arab, U. (2014). *Effect of Islamic slaughtering on chemical compositions and post-mortem quality changes of broiler chicken meat*. 21(3), 897–907.
- Z. Idrus, A.Q. Sazili., G.Y. Meng., A. S. (2014). *Effects Of Stunning And Thoracic Sticking On Welfare And Meat Quality Of Halal-Slaughtered Beef Cattle* (Vol. 364, Issue August).
- Zhang, Y., Mao, Y., Li, K., Dong, P., Liang, R., & Luo, X. (2011). Models of *Pseudomonas* growth kinetics and shelf life in chilled longissimus dorsi muscles of beef. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 24(5), 713–722. <https://doi.org/10.5713/ajas.2011.10404>
- Zimmerman, M., Grigioni, G., Taddeo, H., & Domingo, E. (2011). Physiological stress responses and meat quality traits of kids subjected to different pre-slaughter stressors. *Small Ruminant Research*, 100(2–3), 137–142. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.06.011>

TEKNOLOGI PEMBUATAN HAY SEBAGAI PAKAN TERNAK RUMINANSIA

Servis Simanjuntak
Jurusan/Program Studi Peternakan

Pendahuluan

Permasalahan klasik dalam pengembangan ternak ruminansia yang ada di Indonesia adalah kontinuitas pakan yang tidak tersedia sepanjang tahun baik secara kualitas maupun kuantitas. Faktor kualitas dan kuantitas pakan merupakan faktor utama penentu keberhasilan suatu usaha peternakan karena 2/3 biaya produksi berasal dari pakan. Hijauan sebagai sumber bahan pakan utama pada ternak ruminansia seperti sapi, kerbau, kambing dan domba membutuhkan hijauan untuk menunjang produksi dan produktivitasnya. Oleh karena itu, perhatian terhadap asupan nutrisi pakan pada ternak akan sangat menentukan keberhasilan suatu budi daya peternakan

Pakan yang berasal dari hijauan memiliki kandungan nutrisi yang berbeda-beda tergantung dari jenis tanaman, umur panen dan kondisi kesuburan tanah. Pakan berkualitas memiliki kandungan nutrisi yang tinggi, tidak terkontaminasi, bebas racun serta pencernaan dan palatabilitasnya juga tinggi. Hijauan makanan ternak biasanya memiliki produksi yang melimpah pada saat musim hujan dan pada saat musim kemarau produktivitasnya sangat sedikit. Para peternak perlu melakukan teknologi agar produksi yang melimpah pada saat musim hujan tidak terbuang sia-sia. Selain itu, stok pakan pada saat musim kemarau juga harus tetap terpenuhi sesuai dengan kebutuhan ternak.

Teknologi pengolahan pakan yang paling mudah untuk diterapkan oleh peternak adalah dengan pembuatan Hay. Hay merupakan hijauan makanan ternak yang sengaja dikeringkan dan disimpan dengan kadar air 20-30%. Tujuan pengeringan pada hijauan adalah untuk mengurangi

kandungan *moisture* (kadar air) sehingga memperlambat terjadinya proses pembusukan. Pembusukan dapat terjadi akibat *moisture* yang tinggi pada hijauan yang dimanfaatkan oleh aktivitas mikroba pada proses fermentasi. Pengeringan yang tidak sempurna mengakibatkan terjadinya pembusukan dan berwarna kecokelatan atau disebut *brown hay* atau karamelisasi yang mengakibatkan kerusakan nutrisi. Pembuatan hay sangat mudah karena hijauan segar baik berupa rumput maupun leguminosa dapat dikeringkan dengan menggunakan cahaya matahari maupun panas buatan.

Penerapan teknologi pada pakan ternak memiliki banyak manfaat antara lain untuk meningkatkan daya simpan (pengawetan), mengubah ukuran partikel sehingga meningkatkan daya cerna, menurunkan kadar air, meningkatkan palatabilitas, meningkatkan kandungan nutrisi, mempertahankan kualitas pakan, mengurangi toksik, menambahkan *feed additive*/suplemen, mengurangi *bulky* pada pakan sehingga penyimpanan lebih mudah serta proteksi nutrisi tertentu pada bahan pakan yang mudah mengalami kerusakan.

Definisi Hay

Masa pandemi Covid-19 mengakibatkan peternak memiliki keterbatasan dalam mencari hijauan pakan ternak. Untuk mencegah penularan Covid-19, peternak harus mematuhi anjuran pemerintah untuk mengurangi ruang gerak dan tetap tinggal di rumah. Oleh sebab itu, peternak harus melakukan pengawetan terhadap hijauan supaya dapat dijadikan sebagai stok pakan ternak. Pengawetan hijauan pakan yang paling mudah dan murah untuk dilaksanakan adalah pembuatan hay.



Gambar 1. Hay untuk pakan ternak ruminansia

Hay adalah hijauan pakan ternak yang sudah dipotong dan diawetkan dengan cara pengeringan untuk selanjutnya disimpan sebagai cadangan pakan ternak di saat musim kemarau. Hay pada umumnya berasal dari jenis leguminosa, karena tanaman legum memiliki kandungan protein dan mineral yang tinggi. Masyarakat Indonesia sering mendefinisikan hay sama dengan jerami (*straw*). Itu adalah istilah yang keliru karena jerami dan hay adalah sesuatu yang berbeda. Walaupun hay dan jerami sama-sama dalam keadaan kering, namun jerami tidak dibuat khusus untuk pembuatan hay, sehingga kualitas nutrisinya lebih rendah dibandingkan dengan hay. Jerami adalah produk samping dari limbah pertanian seperti padi dan jagung dan dipotong ketika usia tanaman sudah tua dan produk utama sudah dipanen. Berbeda dengan hay yang diperoleh dari tanaman ketika kandungan nutrisi tanamannya maksimal.

Kandungan nutrisi yang terdapat di dalam hay sangat bervariasi. Kandungan nutrisi hay pada hay dapat berbeda-beda diakibatkan oleh umur tanaman, jenis tanaman, kesuburan tanah dan kondisi cuaca. Secara umum, kandungan Kadar air yang terdapat di dalam hay adalah 15-20 %, Serat Kasar (SK) 25-32% dan total digestible nutrients (TDN) 45-55%. Kadar air pada tanaman ketika baru dipotong rata-rata adalah 70-80%. Kadar air ini perlu diturunkan supaya tidak cepat mengalami pembusukan.

Tujuan Pembuatan Hay

Tujuan pembuatan hay adalah:

1. Pemanfaatan hijauan ketika produksi melimpah di musim hujan
2. Cadangan pakan ternak ketika musim paceklik (kemarau panjang)
3. Memudahkan penanganan (*handling*) pada saat perdagangan
4. Bekal hijauan pada saat pengiriman ternak
5. Penyeragaman umur panen hijauan pakan pada saat kandungan nutrisinya optimal (sebelum berbunga), sehingga tidak mengganggu pertumbuhan pada periode berikutnya dan pencernaan pakan menjadi lebih tinggi.
6. Mengamankan kandungan nutrisi pakan ketika tidak habis dimakan oleh ternak.
7. Menghemat tenaga kerja peternak tidak perlu tiap hari untuk mencari hijauan pakan.
8. Pemotongan hijauan secara serempak dan seragam dapat mempermudah *regrowth* tanaman selanjutnya

Semua tanaman baik itu rumput, legume maupun jerami dapat dijadikan hay. Ada beberapa jenis tanaman yang kurang baik untuk dijadikan hay seperti jagung, sorgum, odot dan rumput gajah. Tanaman ini memiliki batang yang tebal sehingga proses pengeringan yang dibutuhkan juga cukup lama. Mengingat proses pengeringan yang dilakukan pada hay mengakibatkan adanya nutrisi yang hilang atau rusak, sehingga lebih memilih tanaman yang berasal dari leguminosa untuk dijadikan hay. Proses pengeringan pada tanaman sebelum dijadikan hay mengakibatkan vitamin yang terkandung dalam tanaman menjadi rusak.

Pengeringan tanaman juga berpengaruh terhadap penurunan jumlah protein bersamaan dengan hilangnya kadar air akibat terjadinya penguapan. Selain itu, pengeringan juga terbukti mengakibatkan kandungan protein yang terdapat pada dinding sel tanaman menjadi terikat sehingga menjadi tidak dapat diserap di dalam saluran pencernaan. Oleh karena itu, bahan yang akan dijadikan hay dipilih dari tanaman yang mengandung nutrisi yang tinggi.

Pembuatan hay sebenarnya ditujukan bukan untuk meningkatkan kandungan nutrisi pada tanaman pakan. Hay dibuat untuk mengawetkan hijauan, walaupun dalam proses pengawetan (pengeringan) ada nutrisi yang hilang akibat proses respirasi dan pencucian. Pada saat kondisi berawan, kandungan nutrisi seperti β -karoten akan mengalami penurunan dari 150-200 mg/kg menjadi 2-20 mg/kg hay. Hay yang berjamur akibat pengeringan tidak sempurna dapat mengakibatkan palatabilitasnya menjadi menurun serta kandungan nutrisinya juga lebih rendah.

Keuntungan Pembuatan Hay

Keuntungan pembuatan hay:

1. Hay dibuat dengan teknologi yang sangat sederhana sehingga dapat dengan mudah diaplikasikan oleh para peternak.
2. Pembuatan hay membutuhkan biaya yang murah apabila pengeringan dilakukan dengan pengeringan cahaya matahari.
3. Waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan hay relatif cepat (2-3) hari, jauh lebih lama apabila dibandingkan dengan waktu pembuatan silase yaitu membutuhkan waktu 14 hari
4. Karena kadar air pada hay cukup rendah, sehingga bobotnya sangat ringan dan mudah untuk diangkut dan disimpan.

5. Pengontrolan pada saat pembuatan hay mudah untuk dilakukan, misalnya apabila pengeringan dilakukan di areal terbuka.
6. Hay lebih disukai ternak, sehingga tidak perlu untuk adaptasi pakan untuk ternak.
7. Proses regurgitasi pada ruminansia berjalan normal apabila mengkonsumsi hay, sehingga saliva yang dihasilkan sebagai buffer tetap terjaga, sehingga pH dan kondisi mikroorganisme di dalam rumen tetap stabil.
8. Kandungan vitamin D pada hay cukup tinggi, di mana vitamin D memiliki banyak manfaat seperti untuk pertumbuhan tanduk, perkembangan tulang dan gigi serta menjaga kondisi kulit tetap dalam keadaan baik.

Proses Pembuatan Hay

Proses pengeringan pada hay dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu dengan menggunakan sinar matahari dan pengeringan buatan.

1. Pengeringan dengan sinar matahari.

Proses pengeringan alami menggunakan cahaya matahari adalah proses pengeringan yang relatif murah. Pengeringan dengan menggunakan cahaya matahari sangat tergantung pada cuaca dan apabila cuaca tidak mendukung, maka pengeringan menjadi lama yang mengakibatkan hay menjadi berjamur, provitamin A rendah, menurunkan kandungan nutrisi dan palatabilitas bahkan dapat mengakibatkan terjadinya kebusukan pada hay.

Pengeringan dengan cahaya matahari cocok diterapkan di Indonesia karena memiliki iklim tropis. Tanaman yang akan dikeringkan dapat diletakkan dengan posisi vertical maupun horizontal. Pengeringan dengan posisi tanaman yang vertical biasanya diterapkan pada daerah-daerah yang curah hujannya cukup tinggi. Tiang penyangga pada tanaman dibuat di tengah agar tanaman dapat berdiri secara vertikal.



(a)

(b)

Gambar 2. Pengerinan hay menggunakan sinar matahari (a) dan pengerinan buatan menggunakan hay dryer (b).

Pengerinan secara horizontal menggunakan cahaya matahari dilakukan dengan meletakkan tanaman yang sudah dipotong di tempat penjemuran dengan teratur. Cara pengerinan seperti ini disebut dengan *windrow*. Pengerinan dengan cara membiarkan tanaman berserakan di atas tanah disebut dengan istilah *swath*. Tumpukan tanaman ketika dijemur secara *swath* biasanya lebih tipis apabila dibandingkan dengan *windrow*. Untuk mengurangi kerusakan/kehilangan kandungan nutrisi pada saat penjemuran, lama penjemuran di bawah sinar matahari sebaiknya dilakukan selama 4-8 jam selama 3-4 hari dan harus dibolak-balik setiap 2 jam.

2. Pengerinan secara buatan

Pengerinan hay cara buatan dapat dilakukan dengan berbagai cara. Pengerinan buatan dapat dilakukan dengan memanfaatkan energi listrik, gas, uap, panas dan lain-lain. Pengerinan buatan dengan cara seperti ini biasanya dilakukan di negara-negara 4 musim dan teknologinya sudah maju. Pengerinan hay secara buatan tentunya memiliki biaya yang cukup mahal, namun memiliki keuntungan seperti waktu pengerinan yang relatif singkat karena suhu dapat diatur sehingga kualitas nutrisi pakan dapat lebih terjaga. Selain itu, pengerinan buatan pada hay jarang gagal karena proses pengerinan tidak tergantung pada cuaca. Pada proses pengerinan secara buatan, hijauan segar dikeringkan pada alat pengering yang memiliki temperatur 100-250°C.

Proses pengeringan pada hay dapat mengakibatkan kehilangan bahan kering sampai 40% ketika cuaca buruk, dan 10 % Bahan kering hilang dalam keadaan biasa. Kandungan Nitrogen (N) pada pakan juga mengalami penguapan, di mana Nitrogen merupakan salah satu unsur penyusun protein. Kadar air dalam hay tergantung bentuk hay yang akan dibuat. Batasan kadar air ditentukan supaya dalam proses penyimpanan hay tetap terjaga kualitas nutrisinya sesuai dengan lama penyimpanannya. Hay dalam keadaan lepas memiliki kadar air 25%, dipres dalam bentuk balok KA 20-22%, dicacah 18-20%, dan dalam bentuk kubus atau wafer 17 %. Selain dalam bentuk kubus, balok dan wafer, hay juga dapat dibuat dalam bentuk pellet. Hay dalam bentuk pelet bertujuan untuk mempermudah proses penyimpanan, meningkatkan palatabilitas, menghilangkan suasana berdebu dan lebih mudah dalam proses pengangkutan. Apabila hay diproses dengan benar, maka kualitasnya tidak jauh berbeda dengan bahan bakunya.

Ciri-Ciri Hay yang Berkualitas dan Cara Pemberian pada Ternak

Ciri-ciri hay yang berkualitas adalah sebagai berikut:

1. Hay berwarna hijau kekuning-kuningan.
2. Tidak berjamur
3. Tekstur tidak terlalu kering sehingga tidak mudah dipatahkan
4. Tidak mengeluarkan aroma busuk atau tengik
5. Kebersihan terjamin yaitu tidak ada pasir, kerikil atau benda-benda lain yang menempel
6. Tekstur daun masih jelas

Pemberian hay pada ternak ruminansia tidak ada pembatasan dan dapat diberikan secara *adlibitum* (tersedia secara terus menerus). Pada industri peternakan yang sudah maju, hay diberikan *adlibitum* dan dibarengi dengan pemberian konsentrat sesuai dengan status fisiologis ternak. Selama ternak masih mau mengkonsumsi hay, maka hay dapat diberikan sebanyak-banyaknya. Namun perlu disadari bahwa selama proses penyimpanan, tentu ada kandungan nutrisi yang hilang akibat proses penguapan dan mempengaruhi palatabilitas. Oleh sebab itu, agar produktivitas ternak tetap tinggi maka pemberian hay harus dibarengi dengan pemberian pakan tambahan. Pakan tambahan dapat berupa konsentrat, premiks atau *feed additive*. Apabila pemberian hay dibarengi dengan pemberian rumput segar atau legum, maka sebaiknya hay

diberikan terlebih dahulu untuk menghindari seleksi pakan oleh ternak. Apabila ada pemberian konsentrat pada ternak, sebaiknya diberikan 2 jam sebelum pemberian hay untuk meningkatkan pencernaan dan mengurangi terjadinya *bloat* (kembung).

Daftar Pustaka

- Holik, Y. L. A., L. Abdullah, dan P. D. M. H. Karti. 2019. Evaluasi nutrisi silase kultivar baru tanaman sorgum (*Sorghum bicolor*) dengan penambahan legum indigofera sp. pada taraf berbeda. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*. 17(2):38-46.
- Maleko, D. *et al* (2018) Smalhoder dairy cattle feeding technologies and practices in Tanzania: failures, successes, challenges and prospect for sustainability, *International Journal of Agricultural Sustainability*, 16 (2), pp.201-2013.
- Mansyur, Tidi Dhalika, U. Hidayat Tanuwiria dan Harun Djuned. *Proses Pengeringan dalam Pembuatan Hay Rumput Signal (Brachiaria decumbens)*. Fakultas Peternakan Universitas Padjajaran 2007.
- Senfelde, L., Kairisa, D. and Barzdina, D. (2020). Effect of concentrate feeding technology on nutrient digestibility in Latvian dark-head lambs, *Agronomi Research*, 18 (Special Issue 1). pp 1000-1009
- Vargas, Bello, Perez., *et al* (2013) Feeding olive cake to ewes improves fatty acid profile of milk and cheese, *Animal Feed Science and Technilogy*, 184 (1-4), pp 94-99. Doi 10.1016
- Wahyuni TH. 2008. *Bahan Pakan Ternak*. Pengembangan Departemen Fakultas Pertanian USU. Universitas Sumatera Utara 2008.

BAB IV

TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN

MERDEKA DARI KERAWANAN PANGAN

Bernatal Saragih

Jurusan/Program Studi Teknologi Hasil Pertanian

Kabar menggembirakan di saat kita menyambut hari kemerdekaan yang ke 77 menerima penghargaan dari *International Rice Research Institute* (IRRI) atau lembaga penelitian padi internasional, karena Indonesia dinilai berhasil swasembada beras pada 2019-2022. Universitas Mulawarman pada tanggal 27 September 2022, dan Fakultas Pertanian 28 September 2022, genap berusia 60 tahun dengan proses perjalanan yang panjang dengan kontribusi alumni yang sudah teruji baik sebagai kepala daerah dengan dua orang Gubernur (Kaltim Dr. Ir. H. Isran Noor, M.Si dan Kaltara Dr. Ir. H. Irianto Lambrie, M.M), yang keduanya adalah alumni Fakultas Pertanian, maupun alumni lainnya yang tidak dapat diucapkan semuanya sungguh banyak berperan dalam pembangunan dan mengisi kemerdekaan Indonesia ini, secara khusus di Kalimantan Timur dan Kalimantan Utara adalah sebagai bagian tribut/persembahan Alumni dan Faperta Unmul untuk mengisi Kemerdekaan Indonesia. Sebagai bangsa yang merdeka kita juga memiliki permasalahan ketahanan pangan dan gizi sangat kompleks yang dipengaruhi oleh multi faktor seperti iklim global, pertambahan jumlah penduduk, peningkatan kebutuhan konsumsi, pandemi covid-19, *food loss* dan *food waste* dan perubahan pola konsumsi. Selain masalah tersebut kita juga masih mengalami masalah sistem pangan nasional secara geostrategis, terutama keterjangkauan antar pulau-pulau kecil dan terluar, termasuk daerah tertinggal dan pedalaman seperti di daerah perbatasan dan terluar Indonesia. Oleh karena itu daerah yang secara logistik masih sulit untuk dijangkau akan membatasi kemerdekaan terhadap akses logistik pangan. Maka sebagai sarana membangkitkan semangat kemerdekaan ke 77 Republik Indonesia penguatan akses terhadap pangan menjadi bukti perbaikan ketahanan pangan dalam

mengentaskan kerawanan pangan dan gizi di Indonesia tercinta ini, dengan pendekatan potensi dan keunggulan daerah.

Tidak mudah sebagai bangsa yang merdeka benar merdeka dari masalah ketahanan pangan, karena indeks ketahanan pangan (IKP)/ *food security index* bangsa kita mengalami penurunan baik secara ranking dunia, maupun skor IKP, masih di bawah 70. Selain itu tingkat rentan rawan pangan daerah masih tinggi sampai tahun 2021, masih ada 70 kabupaten kota masih mengalami rawan pangan di Indonesia. Demikian juga halnya dengan tingkat kecukupan gizi baik energi maupun protein (*undernourishment*) masing tinggi, demikian juga kasus *wasting*, *underweight*, dan prevalensi stunting pada balita 24,4 persen pada 2022 (SSGI, 2021). Saat ini kita mengalami masalah gizi (Triple Burden Nutrition), dengan tambahan masalah kekurangan gizi mikro.

Merdeka terhadap Kerawanan Pangan

Pada tahun 1999, PBB mempromosikan model “Hak atas pangan” dan mendesak negara-negara untuk menggunakannya agar lebih aktif dalam mengatasi kelaparan. Model ini memandang pangan sebagai hak asasi manusia, dan oleh karena itu, merupakan tanggung jawab pemerintah untuk memastikan bahwa semua orang memiliki akses terhadap pangan yang cukup. Undang-Undang No. 18 Tahun 2012 tentang Pangan Pasal 114 dan Peraturan Pemerintah No. 17 Tahun 2015 tentang Ketahanan Pangan dan Gizi Pasal 75 mengamatkan pemerintah dan pemerintah daerah sesuai dengan kewenangannya berkewajiban membangun, menyusun, dan mengembangkan Sistem Informasi Pangan dan Gizi yang terintegrasi, yang dapat digunakan untuk perencanaan, pemantauan dan evaluasi, stabilisasi pasokan dan harga pangan serta sebagai sistem peringatan dini terhadap masalah pangan dan kerawanan pangan dan gizi. Oleh karena itu, data dan informasi tentang ketahanan pangan dan gizi yang komprehensif, akurat dan mutakhir dapat menjadi salah satu dasar bagi para pembuat keputusan dalam penetapan kebijakan dan program intervensi serta lokus program, baik di tingkat pusat maupun tingkat wilayah.

Salah satu jenis informasi ketahanan pangan dan gizi yang disediakan oleh Badan Ketahanan Pangan adalah informasi mengenai situasi ketahanan dan kerentanan pangan/kerawanan wilayah dalam bentuk Peta Ketahanan dan Kerentanan Pangan atau *Food Security and Vulnerability Atlas* (FSVA). Penyusunan FSVA yang telah dimulai sejak

tahun 2002 tersebut telah menghasilkan Peta Kerawanan Pangan (*Food Insecurity Atlas-FIA*) tahun 2005 dan Peta Ketahanan dan Kerentanan Pangan (*Food Security and Vulnerability Atlas-FSVA*) (BKP, 2020).

Hasil perhitungan IKP (Indeks Ketahanan Pangan), 2020 berdasarkan 9 indikator untuk wilayah kabupaten dan 8 indikator untuk wilayah kota yang mencerminkan 3 aspek ketahanan pangan memberikan gambaran peringkat (ranking) pencapaian ketahanan pangan suatu wilayah (kabupaten, kota dan provinsi) dibandingkan dengan wilayah lainnya.

Secara umum wilayah Indonesia bagian barat memiliki nilai IKP lebih baik dibandingkan dengan Indonesia bagian timur. Lima kabupaten dengan urutan skor terbaik adalah Tabanan (90,05), Gianyar (89,96) dan Badung (89,29) di Provinsi Bali; Sukoharjo (88,76) dan Pati (88,25) di Provinsi Jawa Tengah. Sedangkan lima kabupaten dengan urutan skor terendah berada di Provinsi Papua, yaitu Puncak (12,63), Dogiyai (14,70), Nduga (15,54), Membramo Tengah (19,07) dan Membramo Raya (19,80). Lima kota dengan urutan skor terbaik adalah Denpasar (93,32), Bukit Tinggi (89,01), Balikpapan (87,66), Banda Aceh (85,32) dan Madiun (85,23). Sedangkan lima kota dengan urutan skor terendah yaitu Subulussalam (24,53), Tual (34,80), Pagar Alam (41,62), Gunung Sitoli (49,53) dan Tanjung Balai (53,21) (BKP, 2021).

Hasil Penelitian Saragih, 2021; Saragih, 2022, menunjukkan bahwa faktor penyebab kerawanan pangan di daerah di Indonesia sangat variatif baik di kota maupun di kabupaten. Faktor dominan di Kabupaten umumnya adalah faktor rasio ketersediaan dengan konsumsi pangan, faktor akses, literasi/lama perempuan sekolah, dan faktor sanitasi, sedangkan di kota umumnya karena akses/daya beli masyarakat karena kemiskinan, pendidikan dan faktor pengasuhan pada anak. Kompleksnya permasalahan pangan terutama dalam mengentaskan daerah rentan rawan pangan terutama pada prioritas 1,2 dan 3, dari hasil peta kerawanan pangan/FSVA (*Food Security Vulnerable Atlas*), menjadi salah satu indikator strategi dalam pengentasan kerawanan pangan dan gizi di Indonesia yang terus di-update, berbasis data, dengan membuat sistem big data yang intergratif berbasis digital.

Di sektor hulu, pertanian menjadi sektor kunci untuk mewujudkan status gizi masyarakat yang optimal, tetapi penting untuk memahami interaksinya dengan sektor lain seperti pola asuh, sanitasi dan air bersih, kualitas pelayanan kesehatan, serta sosial inklusi yang memiliki peran

penting seperti: kemiskinan, pendidikan, budaya, gender, agama, usia, suku, disabilitas, infrastruktur, teknologi dan industri, dsb. Oleh karena itu, seluruh sektor yang berkaitan dengan faktor-determinan tersebut perlu diintegrasikan untuk mencapai ketahanan pangan dan gizi. Cara kita melihat pangan sebagai sebuah bangsa terlihat dari cara kita mengatasi kelaparan. Tujuan bangsa kita sama seperti yang tertuang dalam SDGs nomor 2 yaitu untuk mengakhiri kelaparan, mencapai ketahanan pangan, memperbaiki nutrisi dan mempromosikan pertanian yang berkelanjutan. Sebagai negara yang berkembang dan Merdeka terus berjuang bahwa untuk dapat mengakhiri kelaparan dari Indonesia Tercinta ini, Merdeka dari Kelaparan!

Ketidakbebasan ataupun kemerdekaan dari kelaparan akan memperburuk dan menumpuk pada tahap lanjutan tidak merdeka atau bebas dari gizi kurang bahkan stunting.

Merdeka Terhadap Stunting

Kemerdekaan dari stunting menjadi cita-cita bangsa yang sangat luhur seperti Indonesia dan bahkan semua negara di dunia melakukan program ini, seperti yang tertuang dalam SDGS Stunting merupakan salah satu target Sustainable Development Goals (SDGs) yang termasuk pada tujuan pembangunan berkelanjutan ke-2 yaitu menghilangkan kelaparan dan segala bentuk malnutrisi pada tahun 2030 serta mencapai ketahanan pangan, dan pada tahun 2024 diharapkan turun sampai 14 persen seperti yang sering disampaikan Presiden RI Joko Widodo. Berdasarkan data Survei Status Gizi Balita Indonesia (SSGI) tahun 2021, prevalensi stunting saat ini masih berada pada angka 24,4 persen atau 5,33 juta balita, di mana angka tersebut masih di atas angka standar yang ditoleransi WHO, yaitu di bawah 20 persen. Prevalensi stunting ini telah mengalami penurunan dari tahun-tahun sebelumnya.

Pada usia 6 bulan, anak-anak harus mulai makan makanan pertama mereka. Anak kecil harus sering diberi makan dan dalam jumlah yang cukup sepanjang hari, dan makanan mereka harus padat nutrisi dan terdiri dari berbagai kelompok makanan. Pengasuh harus menyiapkan dan memberi makan makanan dengan tangan dan piring yang bersih, dan berinteraksi dengan anak mereka untuk merespons sinyal laparnya. Hasil studi Saragih, dkk 2007, menunjukkan bahwa penyimpangan pertumbuhan (*Growth Faltering*) umumnya terjadi di Indonesia sudah mulai sejak bulan

kedua pasca Kelahiran, keadaan ini akan diperburuk jika pada saat masa kehamilan mengalami gizi kurang pada ibu selama mengandung tentu akan berdampak pada bayi yang dilahirkan, sehingga sangat penting untuk memperhatikan 1000 HPK (Hari Pertama Kehidupan). Hasil studi Saragih, dkk 2007, juga menunjukkan bahwa setelah lahir faktor *caring giver*/pengasuhan pada bayi menjadi penentu keberhasilan perbaikan gizi pada anak, baik asuh makan, asuh kesehatan, asuh bermain dan stimulasi tumbuh kembang menjadi bagian penting yang harus diperhatikan oleh orang tua dan keluarga. Apa, kapan, dan bagaimana anak-anak makan lebih penting sebelum usia 2 tahun daripada waktu lain dalam hidup. Namun, saat ini, banyak bayi dan anak kecil tidak menerima nutrisi yang mereka butuhkan untuk bertahan hidup dan berkembang. Makanan anak kecil sering kali terdiri dari biji-bijian-dengan sedikit buah, sayuran, telur, susu, ikan atau daging. Banyak yang semakin banyak diberi minuman manis dan makanan ringan kemasan yang tinggi garam, gula, dan lemak. Pola makan yang buruk pada anak usia dini dapat menyebabkan kekurangan vitamin dan nutrisi penting, sehingga berdampak pada anak terutama menurunkan sistem kekebalan tubuh dan menyebabkan sering sakit dan akan makin parah dengan gizi kurang bahkan buruk. Mari kita perbaiki mulai dari awal sejak remaja sebelum mereka menikah dan saat menikah mereka memiliki gizi yang baik salah satu siklus alternatif memutus rantai stunting, mari persiapkan sejak dini untuk Indonesia Merdeka dari Stunting, Merdeka!

Merdeka terhadap Akses Pangan

Memerdekakan anak bangsa terhadap akses ke makanan yang mendukung pola makan yang sehat adalah isu penting dalam mengisi kemerdekaan untuk mendukung area sosial orang sehat berbasis tempat terutama lingkungan dan lingkungan buatan, stabilitas ekonomi, pendidikan, kesehatan dan perawatan kesehatan, konteks sosial dan komunitas. Merdeka terhadap akses pangan yang menyehatkan juga mempengaruhi akses seseorang atau masyarakat ke makanan yang mendukung pola makan sehat. Penelitian menunjukkan bahwa kelompok berpenghasilan rendah cenderung bergantung pada makanan yang murah dan mudah diakses, tetapi kepadatan nutrisinya rendah. Akses ke makanan yang mendukung pola makan sehat berkontribusi pada kesehatan individu sepanjang hidupnya. Kebiasaan makan yang sehat termasuk mengontrol kalori; makan berbagai makanan dan minuman dari

semua kelompok makanan; dan membatasi asupan lemak jenuh dan lemak trans, gula tambahan, dan natrium. Makan sehat tentunya akan membantu menurunkan risiko penyakit kronis. Bukti-bukti penelitian menunjukkan bahwa gizi buruk dan pola makan yang tidak sehat merupakan faktor risiko tekanan darah tinggi, diabetes, dan kanker.

Merdeka Terhadap Pangan yang Aman

Salah satu aspek penting dalam ketahanan pangan adalah keamanan pangan, karena keamanan pangan mencakup sejumlah rutinitas yang harus diikuti untuk menghindari potensi bahaya kesehatan. Dengan cara ini, keamanan pangan sering tumpang tindih dengan ketahanan pangan untuk mencegah kerugian bagi konsumen. Keamanan pangan juga meliputi keamanan antara industri dan pasar, serta antara pasar dan konsumen. Pasal 1 angka 5 Undang-undang No. 18 Tahun 2012 tentang Pangan menyebutkan keamanan pangan sebagai suatu upaya untuk mencegah pangan tercemar baik secara biologis, cemaran kimia, dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan, dan budaya masyarakat sehingga aman dikonsumsi. Pasal 67 (1) Keamanan Pangan diselenggarakan untuk menjaga Pangan tetap aman, higienis, bermutu, bergizi, dan tidak bertentangan dengan agama, keyakinan, dan budaya masyarakat. Hari Keamanan Pangan Sedunia pada 7 Juni 2022 akan menarik perhatian dan memobilisasi tindakan untuk mencegah, mendeteksi dan mengelola risiko bawaan makanan dan meningkatkan kesehatan manusia *safer food, better health* saat menjelaskan hubungan antara makanan yang aman dan kesehatan yang baik, WHO mengatakan bahwa tahun ini tujuannya adalah menuju konservasi dan inisiatif untuk mengubah sistem pangan untuk kesehatan masyarakat yang lebih baik. Ini juga menekankan pentingnya keberlanjutan. Hal ini menempatkan konsumen pada risiko agen (misalnya bakteri seperti *E. coli*) yang dapat menyebabkan penyakit di dalam tubuh. Residu pestisida mempengaruhi keamanan pangan dalam banyak hal menyebabkan berbagai efek kesehatan kronis (seperti penekanan kekebalan, kanker, mutagenisitas hanya untuk beberapa nama). Sebuah studi KEPHIS 2018 menganalisis 1139 sampel makanan termasuk kangkung, capsicum dan kacang polong, hampir setengahnya (46,3%) memiliki residu pestisida dan 11% melebihi batas yang diizinkan. Bertani dengan lebih sedikit pestisida dan pemantauan rutin adalah satu-

satunya jalan keluar dari masalah ini. Di Indonesia, penyakit bersumber dari makanan yang dominan di antaranya diare dan disentri. Menurut Riset Kesehatan Dasar, insiden diare di Indonesia 3,5 persen. Lima provinsi dengan insiden dan periode prevalensi tertinggi ialah Papua, Sulawesi Selatan, Aceh, Sulawesi Barat, dan Sulawesi Tengah. Insiden diare pada kelompok usia balita mencapai 10,2 persen. Pada usia Kemerdekaan kita 77 tahun semoga ke depan keamanan pangan semakin menjadi perhatian karena, masih banyak masyarakat kurang perhatian sebelum terjadi dampak yang lebih fatal dalam masalah kesehatan bangsa ini ke depannya.

Merdeka dengan B2SA

Peningkatan akses pangan yang mendukung pola makan sehat merupakan salah satu cara untuk mengatasi disparitas kesehatan dan kesehatan penduduk. Beberapa strategi yang bertujuan untuk memperbaiki pola makan dengan mengubah lingkungan makanan menjadi pilihan yang tidak terbantahkan saat ini, terutama dengan gerakan sadar pangan **Beragam, Bergizi, Seimbang dan Aman (B2SA)**. Program ini menjadi senjata pamungkas saat ini sesuai amanat UU No 18/tahun 2012 tentang pangan pasal 41. Penganekaragaman Pangan merupakan upaya meningkatkan ketersediaan pangan yang beragam dan yang berbasis potensi sumber daya lokal. Maka untuk mendukung kemerdekaan masyarakat terhadap pangan sehat maka pemerintah berkewajiban mewujudkan penganekaragaman konsumsi pangan untuk memenuhi kebutuhan gizi masyarakat dan mendukung hidup sehat, sebagai dasar kemerdekaan pada individu bahwa pangan sebagai hak asasi manusia.

Perdebatan tentang pangan beragam terhadap kesehatan terjadi karena tidak diiringi dengan pembatasan konsumsi pangan. Studi observasional menunjukkan bahwa keragaman makanan yang lebih besar dikaitkan dengan pola makan yang kurang optimal, yaitu, asupan makanan olahan yang lebih tinggi, biji-bijian olahan, dan minuman manis dan asupan rendah makanan olahan minimal, seperti ikan, buah-buahan, dan sayuran, dan mungkin terkait dengan penambahan berat badan dan obesitas pada populasi orang dewasa. Penasihat sains American Heart Association ini merangkum definisi untuk keragaman makanan dan meninjau bukti terkini tentang hubungannya dengan hasil obesitas, perilaku makan, dan ukuran kualitas diet berbasis makanan.

Data saat ini tidak mendukung keragaman makanan yang lebih besar sebagai strategi yang efektif untuk mempromosikan pola makan yang sehat dan berat badan yang sehat. Mengingat keadaan ilmu pengetahuan saat ini tentang keragaman makanan dan data yang tidak mencukupi untuk menginformasikan rekomendasi tentang aspek-aspek tertentu dari keragaman makanan yang mungkin bermanfaat atau merugikan bagi berat badan yang sehat, adalah tepat untuk mempromosikan pola makan sehat yang menekankan asupan makanan nabati yang memadai, sumber protein, produk susu rendah lemak, minyak nabati, dan kacang-kacangan dan membatasi konsumsi permen, minuman manis, dan daging merah.

Didasarkan pada premis bahwa mengonsumsi berbagai macam makanan akan memastikan asupan nutrisi penting yang memadai dan, pada gilirannya, akan mengarah pada kualitas diet yang lebih baik dan hasil kesehatan yang optimal. Tantangan lain yang harus diperhatikan saat ini adalah ada bukti bahwa keragaman makanan yang lebih besar dapat dikaitkan dengan kualitas diet suboptimal dan konsumsi makanan dan asupan energi yang lebih tinggi. Hasil penelitian Sørensen menunjukkan bahwa menyajikan lebih banyak variasi makanan menyebabkan peningkatan asupan makanan dibandingkan dengan menyajikan satu makanan. Asupan energi yang berlebihan dapat berdampak negatif terhadap berat badan dan meningkatkan beban penyakit kronis utama seperti penyakit kardiovaskular dan diabetes mellitus. B2SA dalam konteks budaya dan lingkungan dapat diadopsi dan diintegrasikan ke dalam sistem pengetahuan masyarakat. Karena promosi B2SA dapat menjadi komponen pendidikan gizi yang semakin umum, pemahaman sistem pengetahuan gizi lokal dan konsep lokal tentang keragaman pangan. Satia, (2019) menyatakan bahwa makan berbagai makanan, adalah rekomendasi yang diterima secara luas untuk mempromosikan diet yang sehat dan bergizi cukup dan untuk mengurangi risiko penyakit kronis.

Diet seimbang memasok nutrisi yang dibutuhkan tubuh untuk bekerja secara efektif. Tanpa B2SA, tubuh lebih rentan terhadap penyakit, infeksi, kelelahan, dan kinerja rendah. Memenuhi kebutuhan gizi anak-anak di awal kehidupan dapat menjadi tantangan, dan banyak orang tua menghadapi hambatan untuk mendapatkan makanan yang cukup bergizi, aman, terjangkau, dan sesuai usia untuk anak-anak mereka. Tantangan ini bahkan lebih besar karena akses mereka semakin sulit pada pangan yang sehat karena masalah kemiskinan, konflik, bencana, krisis pangan, logistik

dan lainnya. Untuk menghindari tantangan-tantangan akses pangan ini, adalah cerdas untuk merangkul *family farming* dengan pemanfaatan pekarangan dan mempromosikan diversifikasi sistem pangan/B2SA. Memanfaatkan pekarangan akan memberikan kemerdekaan bagi rumah tangga untuk memilih makanan lokal, musiman, segar, beragam, dan sehat. Sebagai penutup penulis sampaikan bahwa B2SA akan membantu tubuh kita tidak kehilangan momentum untuk memperbaiki sistem kekebalan tubuh kita, sehingga kita sehat dan merdeka. **Selamat HUT RI Ke 77 dan Faperta Unmul yang Ke 60. Makan B2SA; Pangan Berdaulat dan Indonesia Kuat.**

Daftar Pustaka

- BKP, 2020. Indeks Ketahanan Pangan 2020. Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian. Jakarta.
- BKP, 2021. Indeks Ketahanan Pangan 2021. Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Kementerian Kesehatan RI. 2021. Hasil Studi Status Gizi Indonesia (SSGI) Kabupaten/Kota 2021. Kemenkes. Jakarta.
- Kementerian PPN/Bappenas, 2021. Pedoman Penyusunan Rencana Aksi Daerah Pangan Dan Gizi (RAD-PG) 2021-2024.
- Saragih, B. 2022. Dapur Tahan Pangan, Sehat Dan Bergizi” (Pengentasan Kerawanan Pangan Dan Gizi Di Indonesia). Deepublish. Yogyakarta.
- Saragih, B. 2021. Gizi dan Ketahanan Pangan Dalam Penanggulangan Stunting Di Kalimantan Timur. Seminar 100 Profesor Bicara Stunting Selasa, 6 Juli 2021 Perwakilan BKKBN. Samarinda.
- Saragih, B. 2021. Evaluasi Ketahanan Pangan Kaltim Dan Tantangan Sebagai Penyangga IKN. Makalah pada Rapat Koordinasi Ketahanan Pangan Kaltim. Maratua, 21-23 Nopember 2021.
- Saragih B, Syarief H, Riyadi H dan Nasoetion A, 2007a. Pengaruh Pemberian Pangan Fortifikasi Zat Multi Gizi Mikro pada Ibu Hamil terhadap Pertumbuhan Linier, Tinggi Lutut dan Status Anemia Bayi; Jurnal Gizi Indonesia. 30 (1): 12-24
- Saragih, B. 2018. Revolusi Konsumsi, Pangan Alternatif untuk Kerawanan dan Ketahanan Pangan. Unmul Press. Samarinda.
- Satia, J.A. 2009. Diet-Related Disparities: Understanding the Problem and Accelerating Solutions. J Am Diet Assoc. ; 109(4): 610–615. Doi: 10.1016/J.jada.2008.12.019.

PENGOLAHAN PRODUK UMBI DAN SERELIA DI KALIMANTAN TIMUR

Maulida Rachmawati, Yulian Andriyani dan Nur Widya Sari
Jurusan/Program Studi Teknologi Hasil Pertanian

Latar belakang

Beras merupakan bahan pangan pokok bagi masyarakat Indonesia, namun setiap tahun jumlah panen beras tidak menentu, terkadang pemerintah sampai melakukan impor beras untuk memenuhi kebutuhan yang dibutuhkan masyarakat. Dari permasalahan tersebut masyarakat dapat melakukan diversifikasi pangan atau penganekaragaman pangan agar dapat mengatasi permasalahan tersebut. Daerah Kalimantan Timur mempunyai ragam komoditas bahan pangan segar hasil pertanian yang melimpah, diantaranya dapat mengganti bahan pangan pokok beras yaitu komoditas umbi dan serelia yang mempunyai kandungan karbohidrat tinggi. Di Kalimantan Timur sendiri ada beberapa jenis umbi yang sangat berlimpah diantaranya singkong dengan varietas singkong gajah, ubi jalar, ubi ungu, labu, talas, dan umbi porang. Untuk sereal ada tiga komoditas yang paling banyak yaitu jagung, jewawut dan sorgum. Hal ini didukung dari data produktivitas komoditas yang diambil pada data Dinas Pangan, Tanaman Pangan, dan Hortikultura: Produksi jagung di tahun 2021 menghasilkan 649.590 ton dalam satu tahun data ini meningkat dari 4 tahun sebelumnya, untuk singkong produktivitasnya juga meningkat di tahun 2021 yaitu 65,859 ton per tahunnya, pada ubi jalar tahun 2021 juga meningkat dibanding 4 tahun ke belakang yaitu sebesar 13.777 ton per tahunnya, pada labu kuning produktivitas per tahunnya yaitu 58 ton per tahunnya.

Melimpahnya komoditas tersebut sangat menguntungkan bagi masyarakat, hal ini dikarenakan komoditas tersebut mengandung nutrisi yang kaya manfaat seperti kandungan pada singkong tinggi akan

karbohidrat, protein, dan fosfor, apabila dikonsumsi sangat baik untuk perbaikan gizi tubuh dan pertumbuhan tulang, namun kendala yang terjadi saat mengolah singkong yaitu kandungan sianida yang tinggi pada kulit serta timbal pada singkong, sehingga dibutuhkan pengujian agar kita tidak mengolah singkong dengan kandungan sianida dan timbal yang tinggi (Jiron, 2020).

Labu kuning, ubi ungu, dan ubi jalar merupakan bahan pangan lokal yang memiliki nilai gizi tinggi yaitu banyak mengandung beta karoten, vitamin A, serat, vitamin C, vitamin K, dan Niacin atau vitamin B3. Serta mengandung mineral seperti kalium, zat besi, fosfor, magnesium, dan kalium, adanya kandungan tersebut dapat memperbaiki masalah malnutrisi, stunting, diabetes, penyakit jantung, serta penambah imun tubuh karena mempunyai antioksidan yang tinggi, namun tak jarang umbi mengandung cemaran kimia akibat proses penanaman yang tidak benar (Adrianta, *et al.*, 2017).

Umbi talas juga berpotensi sebagai sumber gizi yang tinggi. Komponen makronutrien dan mikronutrien yang terkandung dalam umbi talas meliputi protein, karbohidrat, lemak, serat kasar, fosfor, kalsium, besi, tiamin, riboflavin, niasin dan vitamin C. Kandungan mineral umbi talas juga lebih tinggi jika dibandingkan umbi lain seperti ubi kayu dan ubi jalar. Komposisi kimia tersebut tergantung pada beberapa faktor diantaranya jenis varietas, usia, tingkat kematangan umbi, iklim dan kesuburan tanah (Koswara, 2014). Nilai lebih dari talas adalah kemudahan patinya untuk dicerna. Hal ini disebabkan karena ukuran granula pati yang relatif kecil dan patinya banyak mengandung amilosa dalam jumlah yang cukup banyak (20-25%). Selain itu, talas juga bebas dari gluten sehingga pangan olahan dari talas dapat dijadikan sebagai diet individu yang memiliki alergi terhadap gluten seperti autisme dan *celiac*.

Kandungan nutrisi umbi porang yaitu mengandung glukomanan 15 %-64 % (basis kering), dapat digunakan sebagai bahan baku untuk industri pangan dan kesehatan. Umbi porang mengandung serat tinggi dan tidak mengandung lemak sehingga dapat digunakan untuk menurunkan kadar kolesterol dan mencegah kegemukan, serta cocok dikonsumsi untuk penderita darah tinggi dan kencing manis. Jenis umbi ini mengandung mineral konsentrasi tinggi seperti kalium, magnesium, fosfor, selenium, seng dan tembaga sehingga bermanfaat bagi metabolisme, produktivitas umbi pada tanah dapat mengakibatkan cemaran kimia pada tanah dapat

mencemari produk pangan, maka dari itu umbi haruslah di uji cemaran kimianya (Sari, *et al.*, 2015).

Sedangkan untuk sereal pertama yaitu jagung kaya akan karbohidrat yang cukup tinggi yaitu sekitar 74,26 gram per 100 gram, dan banyak terkonsentrasi pada bagian endosperm. Kandungan karbohidrat pada biji jagung terdiri atas amilosa dan amilopektin, yang tersusun dari rantai gula sukrosa. Selain itu jagung juga kaya akan protein dan lemak yang berguna untuk memberi tenaga, dan menjaga kualitas tubuh (Krisnamurthi, 2012). Sorgum mempunyai kandungan gizi dasar yang tidak kalah dibandingkan dengan sereal lain dan mengandung unsur pangan fungsional. Biji sorgum mengandung karbohidrat 73%, lemak 3,5%, dan protein 10%, tergantung pada varietas dan lokasi penanaman. Unsur pangan fungsional dalam biji sorgum meliputi beragam antioksidan, unsur mineral terutama besi, serat pangan, oligosakarida, β -glukan termasuk komponen karbohidrat non-starch polysaccharide (NSP), dan lainnya. Pangan fungsional bermanfaat untuk mencegah penyakit yang terkait dengan sistem kekebalan tubuh, endokrin, saraf, sistem pencernaan, sistem sirkulasi, dan lain-lain (Suarni, 2017).

Jewawut mengandung serat pangan yang tinggi seperti hemiselulosa, selulosa, ester-ester fenolik, dan glikoprotein, sedangkan komponen lainnya seperti glukan, dan pektin merupakan serat pangan mudah larut (*soluble dietary*). Tepung jewawut akan banyak mengandung serat yang sangat bermanfaat bagi tubuh manusia yaitu memperlancar proses metabolisme. Hasil tepung ini sangat cocok untuk dikonsumsi oleh orang yang sedang melakukan program diet. Pada jewawut terdapat serat pangan β -glukan yaitu komponen penting yang terdapat pada jewawut, adanya komponen tersebut dapat memberi pengaruh positif terhadap kesehatan seperti antihiperkolesterol, antiradiasi, antiinflamasi dan antidiabetes, selain itu kandungan komponen fenolik bermanfaat untuk anti tumorigenik, antioksidan, dan antimikrobia (Sulistyaningrum, *et al.*, 2017).

Pengolahan dan Keamanan Pangan

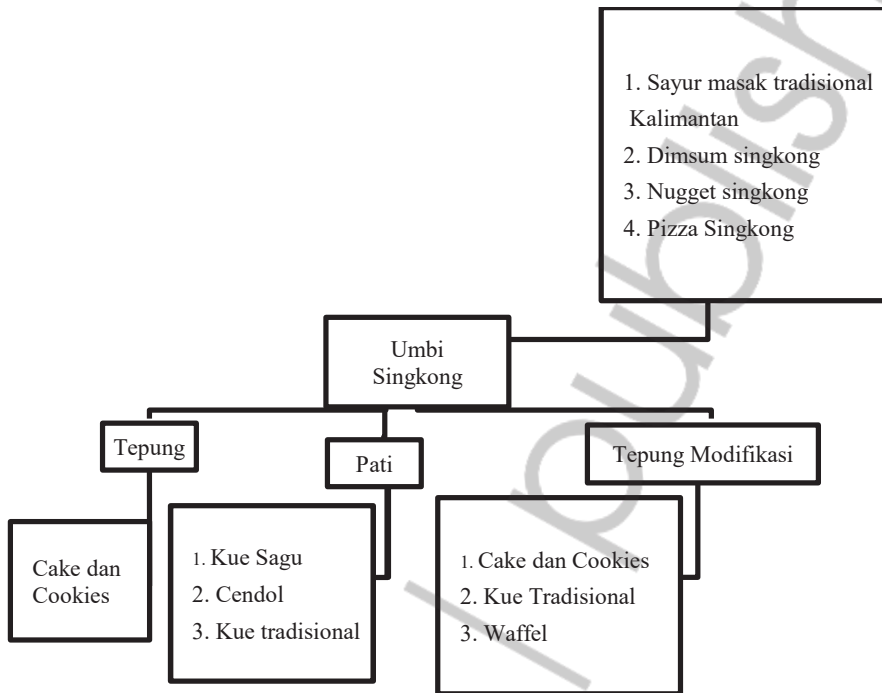
Pengolahan pangan merupakan metode dalam mengubah bahan pangan segar menjadi pangan yang dapat dikonsumsi manusia. Tujuannya untuk mengawetkan, memperpanjang umur simpan, memperkaya zat gizi, dan meningkatkan mutu keamanan pangan. Maka dari itu agar pangan

yang diolah dapat diambil nutrisinya, dibutuhkan produk bahan segar yang aman dan baik pula, apalagi keamanan pangan telah menjadi salah satu isu sentral dalam perdagangan produk pangan.

Cara pengolahan komoditas umbi dan serelia yang melimpah di Kalimantan Timur menjadi ciri khas tertentu dengan aneka resep makanan khas Kalimantan timur. Pada komoditas singkong, labu kuning, talas, ubi jalar, ubi ungu, dan umbi porang, khusus umbi porang merupakan komoditas yang akan dibudidayakan skala besar di beberapa tahun ke depan. Sedangkan serelia terdiri dari jewawut, jagung, dan sorgum.

Keamanan pangan merupakan hal yang dibutuhkan masyarakat, hal ini karena memberikan keamanan bagi para konsumen terhadap pangan yang akan mereka konsumsi, sehingga terhindar dari segala jenis bahaya yang ditimbulkan seperti keracunan dan alergi yang diakibatkan dari cemaran kimia ataupun formalin. Sehingga dalam pengolahan bahan pangan harus diperhatikan mulai dari penanaman hingga proses pengolahan. Untuk menjamin mutu keamanan maka dibutuhkan pengujian untuk menjamin data yang didapat (Rahmadhani, *et al.*, 2017).

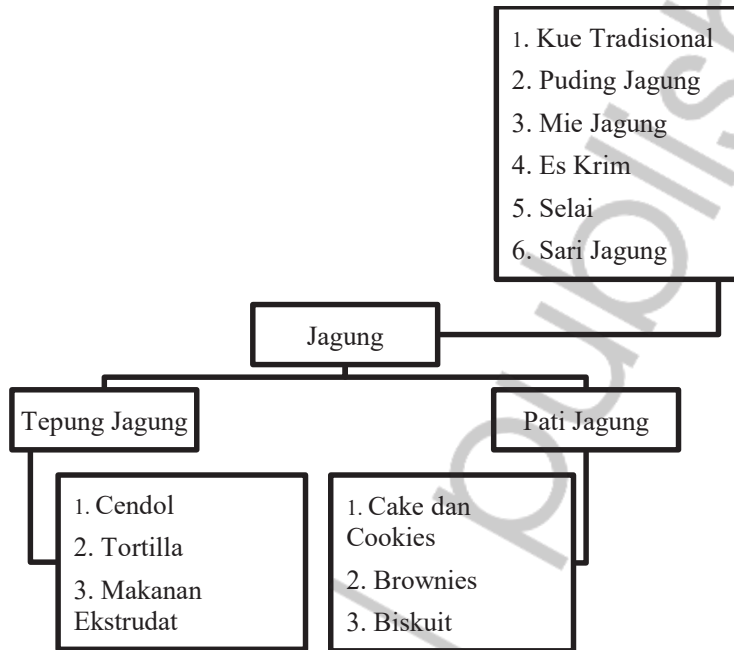
Keamanan pangan perlu ditingkatkan karena beberapa komoditas pangan memiliki karakteristik *perishable* (tidak bertahan lama), hal itu karena bahan pangan segar masih melakukan fungsi metabolisme atau akibat adanya mikroorganisme dan bahan kimia sehingga merusak bahan pangan. Keamanan pangan adalah kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah pangan dari kemungkinan cemaran biologis, kimia, dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan manusia. Setiap jenis bahan pangan yang diambil dan dimanfaatkan berbeda-beda kandungan gizi dan termasuk umur simpannya. Umur simpan menjadi hal yang sangat penting di dalam industri makanan, sebab berkaitan dengan ketersediaan pangan untuk memenuhi kebutuhan manusia agar terus dapat bertahan hidup.



Gambar 1. Diversifikasi Pangan Singkong



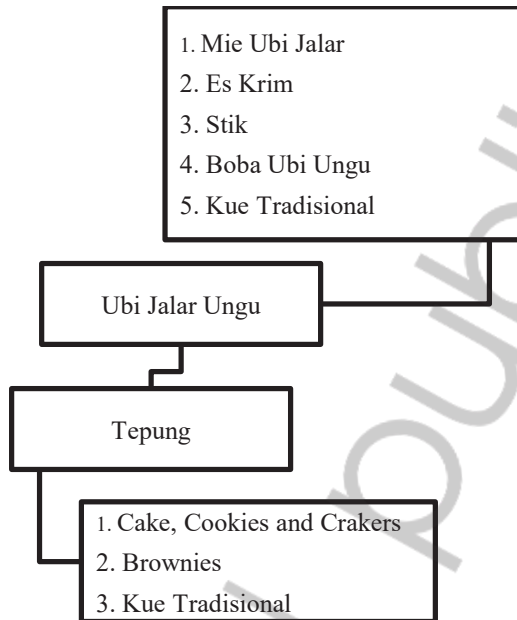
Gambar 2. Diversifikasi Pangan Labu Kuning



Gambar 3. Diversifikasi Pangan Jagung



Gambar 4. Diversifikasi Serelia



Gambar 5. Diversifikasi Ubi Jalar Ungu

Daftar Pustaka

- Jiron, H. M. K. 2020. Penentuan Kadar Karbohidrat Singkong Rebus Pada Perbedaan Lama Perebusan 15, 20 Dan 25 Menit. *Jurnal Teknologi Laboratorium*, 30(9), 156-162.
- Koswara, S. 2014. *Teknologi Pengolahan Umbi-umbian Bgian 1: Pengolahan Umbi Talas*. UNSAID. Bogor.
- Krisnamurthi, B. 2012. Manfaat jagung dan peran produk bioteknologi Serealia dalam menghadapi krisis pangan, pakan dan energi di Indonesia. *Prosiding Pekan Serealia Nasional*, 2-7
- Rahmadhani, D., & Sumarmi, S. 2017. Gambaran Penerapan Prinsip Higiene Sanitasi Makanan Di PT Aerofood Indonesia, Tangerang, Banten. *Amerta Nutrition*, 1(4), 291. <https://doi.org/10.20473/amnt.v1i4.7141>.
- Sari, R., & Suhartati. 2015. Tumbuhan Porang : Prospek Budi daya Sebagai Salah Satu Sistem Agroforestry. *Info Teknis EBONI*, 12(2), 97-110. http://ejournal.forda-mof.org/ejournal_litbang/index.php/buleboni/article/view/5061.

- Suarni, S. 2017. Peranan Sifat Fisikokimia Sorgum dalam Diversifikasi Pangan dan Industri serta Prospek Pengembangannya. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 35(3), 99. <https://doi.org/10.21082/jp3.v35n3.2016.p99-110>.
- Sulistyaningrum, A., & Aqil, M. 2017. Karakteristik tepung jewawut (. *Penelitian Pasca Panen Pertanian*, 11-21.

PROSES PENGERINGAN KAKAO (*Theobroma cacao L.*) DENGAN MENGGUNAKAN COCOA DRYER

Panggulu Ahmad Ramadhani Utoro dan Agustu Sholeh Pujokarone
Jurusan/Program Studi Teknologi Hasil Pertanian

Latar Belakang

Salah satu sektor yang memegang peranan penting dalam perekonomian Indonesia adalah pertanian. Banyak komoditas dari pertanian, mulai dari bahan mentah sampai menjadi sebuah produk. Kontribusi sektor pertanian cukup besar pada tahun 2020, hal ini dibuktikan pada data Produk Domestik Bruto (PDB) di angka 13,7 %. Bagian dari sektor pertanian, yang memiliki potensi yang cukup besar adalah perkebunan. Berdasarkan data yang tercantum dalam statistik kakao Indonesia tahun 2020, kontribusi sektor perkebunan sebesar 3,63 % dari total PDB dan 26,50 % dari sektor pertanian, kehutanan dan perikanan.

Tanaman kakao merupakan komoditas ekspor yang memang sangat berarti bagi perekonomian Indonesia. Selain produksi yang cukup tinggi, kita ketahui bahwa kakao memiliki banyak manfaatnya dari biji sampai dengan lemaknya dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan produk. Sebagai salah satu negara penghasil kakao, Indonesia harus bisa menjaga dan meningkatkan kualitas mutu biji kakao agar dapat bersaing dengan negara penghasil kakao lainnya. Produk cokelat, jika kandungan kakao (biji kakao) lebih dari 70 % mempunyai efek yang baik untuk menjaga kesehatan, karena mengandung antioksidan (fenol dan flavonoid) yang dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh.

Proses penting dalam pengolahan kakao adalah proses pengeringan. Dalam proses ini memiliki tujuan utama yaitu mengurangi kadar air dari

biji kakao untuk memperpanjang daya simpan dan kualitas dari biji. Keutamaan keberhasilan proses pengeringan ini, akan berpengaruh terhadap proses selanjutnya. Dua faktor penting yang harus dijaga adalah waktu dan suhu pada saat pengeringan. Kandungan air yang terlalu banyak pada akhir proses pengeringan, dapat menyebabkan biji kakao mudah ditumbuhi oleh jamur.

Tahapan Pengolahan Buah Kakao

Aspek fisik, rasa dan kebersihan, keseragaman dan konsistensi merupakan kriteria mutu yang tidak dapat dipisahkan dari biji kakao. Prosedur dan tahapan pada setiap proses pengolahan termasuk ke dalamnya adalah mesin atau alat yang digunakan harus didefinisikan secara jelas. Mutu akhir produk ditentukan pada setiap proses yang bertujuan mengurangi rasa getir dan kelat. Urutan proses pengolahan biji kakao mulai dari hulu hingga hilir adalah pemeraman buah, pemecahan buah, fermentasi, perendaman dan pembersihan dengan air bersih, proses pengeringan, penggolongan mutu, dan proses pengemasan serta penyimpanan.

Pengeringan Biji Buah Kakao

Pengeringan pada tahap pengolahan biji kakao adalah untuk menurunkan jumlah kadar air hingga kurang dari sama dengan 7,5 %. Pengeringan dapat dilakukan menggunakan tiga cara, antara lain:

1. Penjemuran

Metode ini dilakukan dengan sinar matahari langsung di atas media (lantai jemur). Jika didukung cuaca, pengeringan akan berlangsung selama 7 sampai dengan 8 jam per hari, sampai kadar air maksimal 7,5 % diperlukan rentang 7 sampai dengan 9 hari penjemuran. Ketebalan biji kakao untuk proses penjemuran adalah 3 sampai dengan 5 cm dengan lapisan 2 sampai 3 atau 8 sampai 10 kg per luasan (m^2). Proses pembalikan dilakukan setiap maksimal 1 sampai 2 jam sekali.

2. Mekanis

Mesin pengering digunakan dalam penerapan metode ini. Penggunaan mesin pengering menggunakan suhu antara 55 °C sampai 60 °C dengan waktu 40 sampai 50 jam sampai kadar air mencapai 7,5 %.

3. Kombinasi

Pada metode ini diawali dengan proses penjemuran selama 1 sampai dengan 2 hari (tergantung kondisi cuaca) tujuannya untuk mendapatkan kadar air antara 20 sampai 25 %. Setelah proses penjemuran, dilakukan pengeringan secara mekanis. Efisiensi waktu yang didapatkan mencapai 15 sampai 20 jam untuk mendapatkan kadar air 7,5 %.

Pengeringan Biji Buah Kakao dengan Cocoa Dryer

Metode ini memang digunakan jika kondisi cuaca tidak memungkinkan (tidak ada sinar matahari atau sedang hujan). Mesin pengering ini menggunakan *heater* sumber pemanas. Tahapan pengeringan menggunakan *cocoa dryer* adalah sebagai berikut:

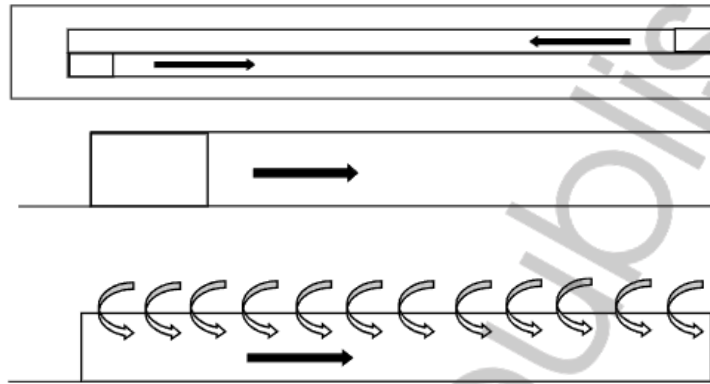
Setelah dilakukan penjemuran, dilanjutkan dengan pengeringan menggunakan *cocoa dryer*. Tahap pengeringan dilakukan sebagai berikut:

1. Sebelum melakukan pengeringan dengan *cocoa dryer* pastikan *heater* dalam keadaan baik (tidak bocor).
2. Pada *dryer* dilengkapi label identitas biji kakao.
3. Sebelum dilakukan pengeringan, 1/2 jam sebelumnya kayu bakar dinyalakan sebagai pemanasan awal, baru kemudian *blower* dinyalakan setelah kayu bakar menyala.
4. Suhu pemanasan diatur sebagai berikut:
 - 6 jam pertama = 70 °C.
 - 8 jam kedua = 60 °C.
 - 10 jam berikutnya sampai kering = 50 °C.

Pengukuran suhu tersebut dilakukan berdasarkan suhu inlet (masuk).

- Selama proses pengeringan berlangsung dilakukan pembalikan biji kakao sebagai berikut:
- Selama 8 jam kedua dilakukan pembalikan tiap 2 jam sebanyak 4 kali.
- Selama 10 jam ketiga pembalikan tiap 3 jam sebanyak 3 sampai 4 kali.
- Pembalikan dilakukan dengan menggunakan skop, dengan berdiri di papan injakan di samping bak *cocoa dryer*.

Alur dan cara pembalikan disajikan pada Gambar 1.

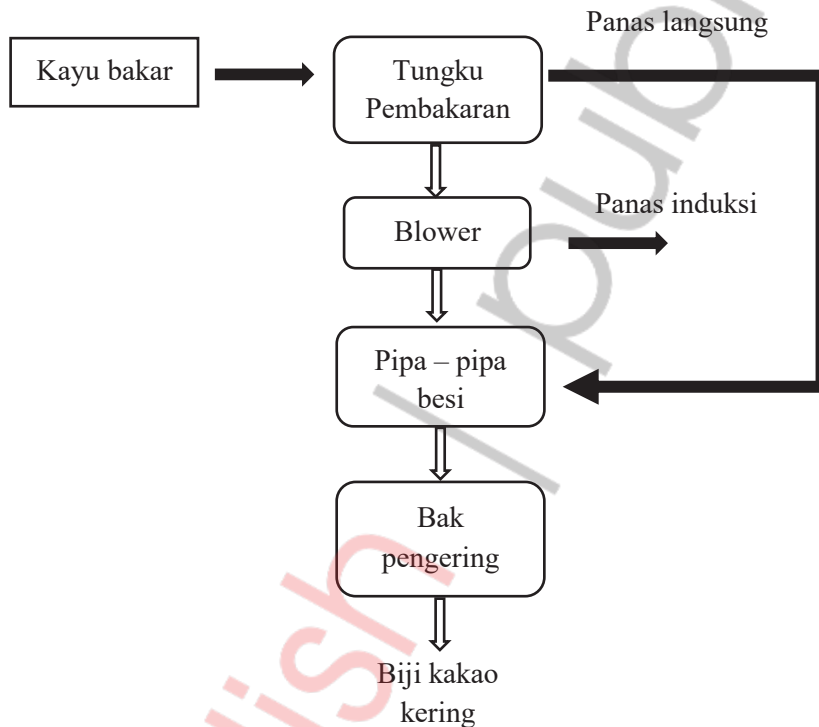


Gambar 1. Alur dan cara pembalikan pada *cocoa dryer*.

5. Setelah proses pengeringan berlangsung kurang lebih 18 jam, dilakukan kontrol atau pengukuran kadar air dengan *moisture meter*. Pengeringan dihentikan apabila kadar air biji kakao telah mencapai kurang lebih 7 %.
6. Setelah biji kakao kering, *oil burner* dimatikan. Namun *blower* tetap dijalankan sampai suhu pada biji kakao menurun.
7. Dilakukan analisis biji dan ditulis pada laporan pengeringan.
8. Pengeringan juga dapat dilakukan secara langsung tanpa harus melalui proses penjemuran, jika kondisi cuaca tidak memungkinkan. Prosedur pengeringan yang dilakukan sama dengan pengeringan kombinasi dua proses yaitu dengan konvensional dan mesin *cocoa dryer*. Adapun tahapan pengeringan, yaitu:
 - a. Biji kakao diletakkan pada bak *cocoa dryer* sampai dengan ketebalan 20 cm (kurang lebih 4,5 ton).
 - b. Suhu pemanasan diatur dengan kondisi sebagai berikut:

4 jam pertama	= 80 °C
8 jam kedua	= 70 °C
8 jam ketiga	= 60 °C
10 jam keempat sampai kering	= 55 °C
 - c. Pengukuran suhu dengan dasar suhu inlet.
 - d. Perlakuan pembalikan sama dengan proses kombinasi.
 - e. Prosedur selanjutnya sampai dengan diperoleh kakao kering, sama seperti perlakuan pada proses kombinasi.

Setelah biji kakao dikeringkan, proses selanjutnya adalah dilakukan penimbangan dengan standar netto 50 Kg dan dilakukan penyimpanan pada ruang khusus dan diletakkan di dalam karung yang telah diberi alas berupa papan kayu. Hal ini dimasukkan untuk menjaga kondisi biji kakao agar umur simpannya panjang.



Gambar 2. Skema pengeringan *cocoa dryer*.

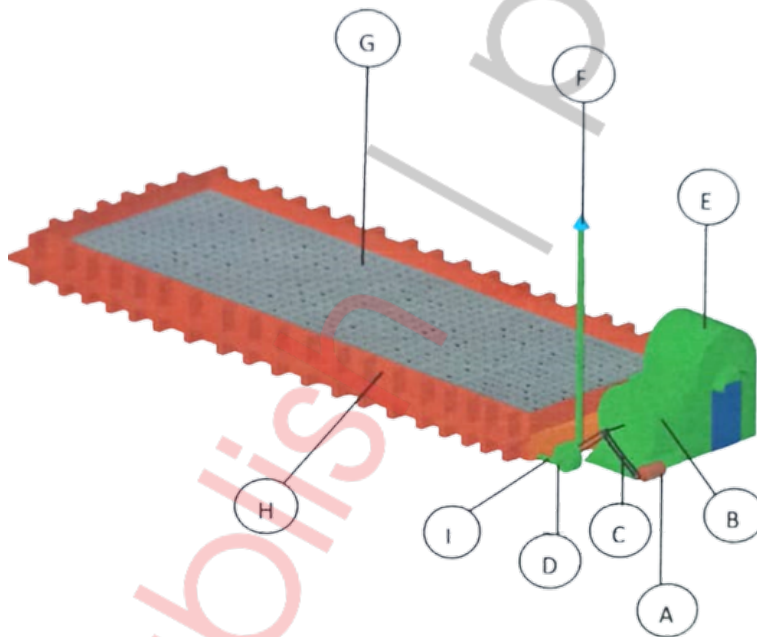
Cara Pengukuran Kadar Air

Pengukuran kadar air dimaksudkan untuk mengetahui tingkat kering pada biji kakao yang telah dikeringkan. Kadar air diukur dengan menggunakan *moisture meter*. Biji kakao, diambil secara acak dan dipecah untuk mendapatkan ukuran yang lebih kecil. Biji kakao kemudian diletakkan pada cup elektroda sampai pada batas, kemudian dilakukan pengepresan. Cup elektroda kemudian dipasang pada *moisture meter* dan ditekan tombol start. Dilakukan pembacaan persentase kadar air dan dilakukan sinkronisasi dengan tabel korelasi dan didapatkan kadar air akhir.

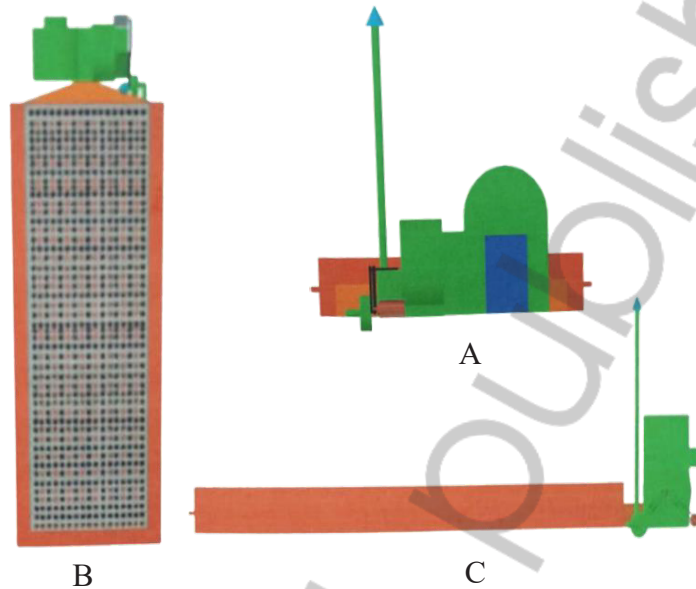
Aqua-Boy DBMI - Digital - Construction Set



Gambar 3. Set Aqua boy moisture meter



Gambar 4. Cocoa dryer. Keterangan gambar, A: motor listrik, B: blower, C: belt, D: blower hisap, E: tungku pembakaran, F: cerobong asap, G: bak dryer, H: plat perforasi, I : pipa pembuangan.



Gambar 5. A) *Cocoa dryer* tampak depan, B) *Cocoa dryer* tampak atas, dan C) *Cocoa dryer* tampak samping.

Kesalahan yang Sering Terjadi pada Proses Pengeringan

Setiap proses yang telah dilakukan, meskipun telah ditetapkan prosedur kerja yang baku, tidak menutup kemungkinan pasti ada beberapa kemungkinan untuk terjadinya ketidak sesuaian dengan harapan. Beberapa kesalahan yang sering terjadi dalam pengeringan biji kakao dengan prosedur penjemuran maupun dengan mekanis (*cocoa dryer*) yang berpengaruh terhadap mutu dari biji kakao, yaitu:

1. Penjemuran (*sun drying*) tidak dilakukan karena hujan terus-menerus. Maka dalam pengeringan selanjutnya berlangsung lebih lama, mengakibatkan warna jadi pucat.
2. Lebih banyak perlakuan mekanis selama penjemuran, hal ini dapat menyebabkan biji pecah/memar akan bertambah persentasenya.
3. Pada saat pengeringan menggunakan (*cocoa dryer*), suhu awal tidak sesuai dengan ketentuan (terlampau rendah). Mengakibatkan biji-biji kakao mudah timbul jamur, dan dapat mengubah warna menjadi lebih gelap (tidak cerah).

4. Pembalikan awal tidak sesuai dengan ketentuan. Hal ini dapat mengakibatkan biji kakao berjemur dan bagian lingkungannya tidak merata.
5. Pembalikan akhir tidak sesuai ketentuan (terlalu sering), mengakibatkan banyak kulit yang pecah/memar persentase biji pecah bertambah.

Persyaratan Biji Kakao berdasarkan SNI 01-2323-2008

Syarat mutu biji kakao di Indonesia diatur pada SNI 2323-2008. Pada SNI ini mengatur penggolongan mutu biji kakao kering dan juga mengatur persyaratan secara umum untuk memperpanjang umur simpan dan kualitas biji kakao. Berdasarkan kelompok mutu untuk biji kakao kering dibagi ke dalam mutu kelas I, II dan III, berpegang pada syarat umum dan khusus yang dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Syarat Secara Umum Biji Kakao (SNI 01-2323-2008)

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Serangga hidup	-	Tidak ada
2	Kadar air	% fraksi massa	≤ 7,5
3	Biji berbau asap dan atau <i>Hammy</i> dan atau berbau asing	-	Tidak ada
4	Kadar benda asing	-	Tidak ada

Tabel 2. Syarat Secara Khusus Biji Kakao (SNI 01-2323-2008)

Jenis Mutu		Persyaratan				
Kakao Mulia	Kakao Lindak	Kadar biji berjamur (biji/biji)	Kadar biji <i>Slaty</i> (biji/biji)	Kadar biji berserangga (biji/biji)	Kadar kotoran <i>waste</i> (biji/biji)	Kadar biji berkecambah (biji/biji)
I-F	I-B	≤ 2	≤ 3	≤ 1	≤ 1,5	≤ 2
II-F	II-B	≤ 4	≤ 8	≤ 2	≤ 2,0	≤ 3
III-F	III-B	≤ 4	≤ 20	≤ 2	≤ 3,0	≤ 3

Penggolongan juga dilakukan untuk syarat kualitas biji kakao kering yang dihitung per 100 gram. Terdapat lima kelas berdasarkan syarat kualitas. Penggolongan kelas berdasarkan kualitas jumlah biji kakao (per 100 gram) adalah sebagai berikut:

- AA = ≤ 85 biji
A = 86 sd. 100 biji
B = 101 sd. 110 biji
C = 111 sd. 120 biji
S = > 120 biji

Daftar Pustaka

- BSN. 2008. SNI Biji Kakao 01-2323-2008. Jakarta.
- BPS. 2020. Statistik Kakao Indonesia. Jakarta.
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta. 2012. Teknologi Pengolahan Kakao Menuju SNI Biji Kakao 01-2323-2008.
- Natawidjaya, H., M.U. Ametung., S. Mulato., E. Sehyanto, Nuraini. 2012. Pedoman Teknis Penanganan Pasca Panen Kakao. Jakarta. Direktorat Jendral Perkebunan Kementerian Pertanian.
- Utoro, P.A.R. 2014. Studi Proses Pengeringan pada Pengolahan Kakao di PT. Perkebunan Nusantara XII Persero Wilayah II Kebun Banjarsari Afdeling Gerengrejo Jember Jawa Timur. Malang. Universitas Brawijaya.
- <http://www.aqua-boy.co.uk/>

BIOPLASTIK BERBASIS AGRO-POLIMER: ALTERNATIF SOLUSI PERMASALAHAN SAMPAH PLASTIK

Sukmiyati Agustin
Jurusan/Program Studi Teknologi Hasil Pertanian

Kemasan pangan merupakan bahan yang digunakan untuk mawadahi dan/atau membungkus produk pangan, baik yang bersentuhan langsung maupun tidak langsung dengan produk pangan. Pengemasan memiliki peranan sangat penting dalam melindungi produk pangan yang dikemas, baik terhadap kerusakan fisik (benturan, gesekan, goresan, dan lain-lain) maupun kerusakan kimia (karena permeasi gas/uap air dari dan ke lingkungan) sepanjang rantai suplai hingga ke tangan konsumen. Kemasan pangan juga berfungsi mencegah terjadinya kontaminasi, baik kontaminasi oleh debu/kotoran, mikroorganisme, ataupun serangga. Kemasan juga diperlukan untuk membantu konsumen dalam penanganan produk, baik dalam transportasi, penyimpanan, maupun penggunaannya. Kemasan adalah elemen kunci dalam menjaga kualitas produk pangan dengan cara mengontrol pertukaran gas dan uap dengan atmosfer eksternal, berkontribusi terhadap pengawetan produk selama penyimpanan, serta memperpanjang umur simpan produk pangan.

Selama beberapa dekade terakhir, plastik telah menjadi material yang paling banyak digunakan sebagai kemasan produk pangan. Produksi plastik dunia pada tahun 2018 mencapai 359 juta ton, sebanyak 39,9% dari total produksi plastik tersebut diaplikasikan sebagai bahan kemasan produk pangan dan non pangan (*Plastic Europe*, 2019). Diperkirakan sebanyak 37% bahan kemasan untuk produk pangan berasal dari plastik rigid (27%) dan fleksibel (10%) (Rexam, 2011). Karakteristik plastik yang multiguna dan tahan lama, ringan, fleksibel, penghalang gas dan uap air

yang baik, kerapatan tinggi, kekuatan mekanik yang baik, transparansi tinggi, kemampuan menjadi pelapis panas, murah, dan kemudahan untuk dicetak dan diwarnai menyebabkan plastik lebih disukai sebagai bahan kemasan dibandingkan material lain. Konsumsi global plastik telah melebihi angka 200 juta ton, dengan pertumbuhan 5% per tahun dan merupakan bidang aplikasi terbesar minyak bumi (*European Bioplastics*, 2020).

Di balik segala kelebihanannya, material plastik memiliki beberapa kekurangan. Plastik berasal dari sumber daya alam fosil (minyak bumi), salah satu sumber energi yang tidak dapat diperbaharui dan terbatas ketersediaannya di alam. Selain itu plastik bersifat tidak mudah terurai, sehingga membutuhkan waktu puluhan hingga ratusan tahun agar dapat terdegradasi sempurna di alam. Setelah habis masa pakainya plastik konvensional akan dibuang ke tempat pembuangan akhir tanpa bisa didegradasi, sehingga menimbulkan masalah pencemaran yang serius bagi lingkungan. Plastik kemasan menjadi penyumbang sampah terbesar di dunia, yaitu sebesar 145 juta ton (Ritchie dan Roser, 2018). Indonesia sendiri merupakan negara penyumbang sampah plastik ke laut terbesar kedua di dunia setelah Tiongkok dengan total volume sampah 0,48-1,29 juta metrik ton (Jambeck *et al.*, 2015).

Salah satu alternatif untuk menggantikan plastik berbasis fosil adalah dengan mengembangkan material kemasan *biodegradable*. Terdapat banyak sekali polimer alami (*bio-based*) yang dihasilkan oleh tumbuhan ataupun mikroorganisme yang dapat dieksplorasi sebagai bahan kemasan pangan. Polimer *biobased* dan *biodegradable* secara umum didefinisikan sebagai polimer yang dapat terdekomposisi di alam, baik secara aerobik maupun anaerobik, oleh aksi mikroorganisme menghasilkan molekul yang lebih sederhana (air dan CO₂). Bahan hasil pertanian, termasuk juga limbah hasil pertanian, merupakan material yang potensial sebagai bahan baku bioplastik.

Terdapat beberapa teknik untuk mengaplikasikan bahan hasil pertanian sebagai agro-polimer, yaitu:

1. Polimer dari hasil pertanian, berupa polisakarida atau protein, dapat diekstrak dan dimurnikan untuk selanjutnya langsung digunakan dalam produksi bioplastik, atau dicampurkan dengan polimer *biodegradable* lain dalam proses produksi bioplastik.

2. Produk hasil pertanian digunakan sebagai substrat dalam proses fermentasi untuk menghasilkan polimer mikrobal seperti polihidroksi alkanat (PHA) atau poliasam laktat (PAL).

Kemasan yang berasal dari agro-polimer bersifat *biodegradable* karena memiliki struktur spesifik yang memungkinkan untuk dihidrolisis oleh aksi enzimatik dari mikroorganisme pengurai. Pada pati dan selulosa misalnya terdapat ikatan glikosidik yang rentan terhadap reaksi hidrolisis, sedangkan pada PAL terdapat ikatan ester yang dapat dihidrolisis. Hal ini menyebabkan polimer-polimer tersebut dapat didegradasi oleh mikroorganisme menjadi molekul sederhana yang aman bagi lingkungan.

Agro-polimer yang Diekstrak Langsung dari Hasil Pertanian Pati

Pati merupakan karbohidrat simpanan utama dalam tanaman, umumnya dapat ditemukan pada bagian biji, akar, umbi, dan buah. Komponen utama dalam pati adalah polimer glukosa yaitu amilosa dan amilopektin. Amilosa terdiri dari rantai linier glukosa dengan berat molekul antara 10^5 - 10^6 , sementara amilopektin merupakan rantai glukosa dengan banyak percabangan berbobot molekul 10^7 - 10^9 . Pati merupakan agro-polimer yang paling banyak dieksplorasi sebagai bioplastik karena murah dan ketersediaannya yang melimpah. Pati untuk produksi bioplastik umumnya diperoleh dari jagung, gandum, kentang, dan singkong. Limbah pertanian juga dapat menjadi sumber pati untuk bioplastik seperti kulit kentang dari industri *french fries*, limbah batang kelapa sawit, kulit beras dan limbah nanas.

Pati alami tidak dapat diolah menggunakan panas karena titik lelehnya lebih tinggi dari suhu dekomposisi termalnya, sehingga harus diproses untuk mendapatkan pati termoplastik (PTP). Pemanasan pada suhu tinggi (90-180 °C) dengan tekanan dan penambahan pemlastis akan mengubah pati menjadi "fluida" yang dapat mengalir yaitu PTP. PTP dapat diproses melalui ekstrusi, *injection molding* ataupun *blow molding* sebagaimana plastik konvensional, akan tetapi sensitivitasnya terhadap uap air dan kekuatan mekanis yang rendah membatasi aplikasi PTP sebagai material kemasan pangan. Untuk memperbaiki sifat hidrofilik pati dapat dilakukan pencampuran pati dengan polimer lain, baik yang bersifat *biodegradable* ataupun *non-biodegradable*. Polimer yang umum dicampurkan dengan pati untuk memperbaiki karakteristiknya antara

lain polikaprolakton (PCL) dan polivinil alkohol (PVA). Hal lain yang bias dilakukan untuk mengatasi sensitivitas pati terhadap uap air adalah melalui modifikasi pati secara kimiawi. Mekanismenya adalah gugus hidroksil pada pati digantikan oleh gugus lain yang bersifat lebih hidrofobik seperti gugus eter atau ester, baik melalui reaksi kimia ataupun ikatan silang.

Film yang berasal dari PTP maupun campuran pati dengan polimer lain bersifat transparan dengan kemampuan penghalang yang baik terhadap gas O₂ dan CO₂. Film berbasis pati sangat potensial sebagai substitusi plastik konvensional seperti LDPE (*low density polyethylene*), HDPE (*high density polypropylene*), PE (*polyethylene*) dan PS (*polystyrene*). Beberapa merk bioplastik komersial yang ada di Indonesia seperti Telobag, Enviplast[®], Ecoplas[®], dan Biopak[®] menggunakan bahan baku pati singkong dan diproduksi dalam bentuk kantong belanja serta plastik rol.

Selulosa

Selulosa merupakan senyawa *biodegradable* paling melimpah di alam yang dihasilkan melalui fotosintesis tumbuhan, terutama tumbuhan berkayu, ataupun sintesis oleh mikroorganisme, juga terdapat pada bagian kerangka dari hewan laut (*tunicate*). Selulosa adalah polisakarida linier dengan rantai molekul yang sangat panjang dan tersusun atas unit-unit anhidroglukosa yang dihubungkan oleh ikatan glikosidik β-1,4. Selulosa bersifat kristalin, *infusible* dan tidak larut dalam air maupun pelarut organik lainnya. Konfigurasi struktur selulosa memungkinkan pembentukan ikatan hidrogen yang sangat kuat di antara rantai polimer, yang berdampak pada tingginya kekuatan mekanis selulosa dibandingkan polisakarida lain. Tanaman non kayu yang dapat menjadi sumber selulosa antara lain aren (serat aren), eceng gondok dan umbi jahe. Limbah pertanian juga sangat potensial sebagai sumber selulosa seperti jerami padi, sekam padi, bagas tebu, pelepah sawit dan kulit buah.

Aplikasi selulosa yang utama sebagai bioplastik dilakukan melalui pembentukan biokomposit. Biokomposit adalah material struktural yang terdiri dari dua atau lebih kombinasi komponen *biobased*-fasa penguat dan fasa matriks-yang dipadukan pada level makroskopik dan tidak dapat saling melarutkan antara satu dengan yang lainnya. Selulosa dapat berlaku sebagai fasa penguat atau *filler* maupun digunakan sebagai matriks pada biofilm. Selulosa dalam bentuk alami jarang digunakan sebagai komponen bioplastik karena bersifat kaku, hidrofilik dan sulit larut dalam berbagai

pelarut organik polar. Modifikasi selulosa secara kimiawi, mekanis maupun enzimatis telah banyak dilakukan untuk memperbaiki karakteristik selulosa sebagai bahan bioplastik. Beberapa turunan selulosa hasil eterifikasi seperti metil selulosa, hidroksi-etil selulosa dan selulosa hasil esterifikasi seperti selulosa asetat, selulosa butirat, selulosa asetat-butirat banyak digunakan dalam produksi bioplastik.

Selulosa ester sangat tepat dijadikan sebagai pengikat matriks dalam biokomposit, dapat diproses dengan *injection molding*, ekstrusi, ataupun *blow molded* karena memiliki ketahanan panas yang tinggi (180-240 °C). Golongan selulosa eter yang paling terkenal adalah CMC (*carboxymethyl cellulose*) dan umum digunakan sebagai *edible coating* atau film untuk produk pangan. Hidroksipropilmetil selulosa (HPMC) juga termasuk kelompok selulosa eter yang banyak digunakan dalam biokomposit, misalnya pada pembuatan kemasan antimikroba berbasis kitosan di mana HPMC berlaku sebagai fasa penguat. Turunan selulosa lain yang penting adalah *cellophane*, diperoleh dari depolimerisasi selulosa alkali. *Cellophane* dapat dibuat sangat tipis dan transparan, dengan sifat *barrier* yang baik terhadap gas, minyak, lemak dan bakteri, sehingga sangat tepat digunakan sebagai kemasan daging maupun produk pangan yang sensitif terhadap oksigen.

Bentuk lain dari selulosa yang sedang marak dikembangkan adalah nanoselulosa (nanofibril, nanofiber, atau nanokristal) yang dihasilkan dari proses kimiawi maupun mekanis. Pembentukan nanoselulosa merupakan jawaban dari permasalahan sensitivitas terhadap air dari selulosa. Nanoselulosa bersifat larut air atau pelarut organik polar lain, sehingga meningkatkan kompatibilitasnya terhadap polimer hidrofobik yang pada akhirnya meningkatkan kapasitas *barrier* nanoselulosa terhadap uap air. Nanoselulosa digunakan sebagai fasa penguat dalam biokomposit untuk meningkatkan karakteristik bioplastik. Beberapa merek kemasan produk pangan berbasis selulosa komersial adalah Tenite® (USA), Bioceta® (Italia), Fasal® (Austria), dan NatureFlex® (Jerman).

Protein Kedelai

Selain kedelai, protein berbasis tumbuhan yang banyak dikembangkan sebagai kemasan *biodegradable* adalah zein (protein jagung), chickpea, gandum, pistachio, bunga matahari dan beberapa jenis kacang-kacangan. Secara umum film berbasis protein bersifat sangat

hidrofilik, kekuatan mekanis rendah, dan sulit untuk dipanaskan tanpa mengalami perubahan, sehingga sampai saat ini belum diproduksi secara massal untuk keperluan komersial. Penelitian untuk menghasilkan *tray* berbasis protein kedelai telah dilakukan dengan penambahan gum gellan atau κ -karagenan dengan pemlastis gliserol, tetapi tetap harus dilakukan pelapisan pada *tray* dengan menggunakan material hidrofobik untuk mengatasi sifat hidrofilik protein kedelai. Penelitian lain menyebutkan penambahan asam stearat hingga 25% dapat menurunkan sensitivitas terhadap air dan meningkatkan kekuatan mekanis biofilm berbasis protein kedelai. Diperlukan penelitian yang lebih intensif untuk mengaplikasikan protein berbasis tumbuhan sebagai bahan bioplastik.

Agro-polimer Hasil Fermentasi

Poliasam Laktat (PAL)

PAL merupakan poliester alifatik linier yang disintesis dari monomer berupa asam laktat. Asam laktat dapat diproduksi dengan biaya murah melalui fermentasi glukosa yang berasal dari pati di dalam hasil pertanian seperti jagung, gandum atau singkong juga sukrosa dari molase oleh *Lactobacillus sp.* Selain disintesis dari biopolimer, Asam laktat juga dapat disintesis dari petroleum menghasilkan asam laktat dalam bentuk campuran D dan L (50:50), sementara asam laktat hasil sintesis biomassa dominan menghasilkan asam laktat-L. Komposisi asam laktat-D dan-L dapat diatur pada proses produksi, sehingga dihasilkan PAL dengan karakteristik spesifik sesuai yang dikehendaki. PAL-L murni memiliki titik leleh dan kristalinitas yang tinggi. Penambahan pemlastis dapat dilakukan untuk memperbaiki mobilitas molekul dan mengubah kristalinitasnya. Jenis pemlastis yang dapat digunakan antara lain asam oligomer, ester sitrat dan polietilen glikol. Polimerisasi PAL melalui reaksi pembukaan cincin perlu dilakukan untuk menghasilkan PAL berbobot molekul tinggi yang memiliki kekuatan mekanis lebih baik dibandingkan PAL berbobot molekul rendah. Bioplastik umumnya diproduksi menggunakan PAL berbobot molekul tinggi dengan komposisi asam laktat-L dan -D (90:10).

PAL dapat diproses dengan metode yang sama untuk plastik konvensional melalui *thermoforming*, *injection molding*, *blow molding*, dan ekstrusi. Kekuatan mekanis PAL setara dengan plastik berbasis petroleum. Sifat lain dari PAL adalah transparan, *gloss* tinggi dan *haze* rendah. Hal ini menjadikan PAL potensial sebagai pengganti LDPE, HDPE, PP, dan

PET. Produsen asam laktat komersial terbesar di dunia adalah Purac dengan kapasitas produksi 100.000 ton per tahun dengan memanfaatkan biomassa gula tebu dan pati singkong. Sementara produsen PAL terbesar di dunia adalah Natureworks dengan kapasitas produksi 150.000 ton per tahun. PAL telah menjadi bahan baku bioplastik komersial yang paling banyak digunakan di seluruh dunia. Beberapa merk dagang bioplastik berbasis PAL antara lain Ceramis®, Ecovio®, Biofoam®, Biophan® and Ecotainer®.

Polihidroksi Alkanoat (PHA)

PHA merupakan poliester alifatik yang dihasilkan melalui proses fermentasi hasil pertanian yang kaya akan pati seperti jagung dan singkong. Beberapa spesies mikroba seperti *Escherichia coli* dan *Ralstonia eutrophus* memanfaatkan gula sebagai sumber karbon untuk memproduksi PHA secara intraseluler. Karakteristik PHA yang dihasilkan sangat tergantung pada sumber karbon dan *strain* bakteri yang digunakan. Keunggulan PHA dibandingkan biopolimer lain adalah permeabilitas terhadap uap air yang rendah, sehingga sangat potensial sebagai kemasan produk pangan yang umumnya sangat peka terhadap keberadaan air/uap air. PHA dapat diaplikasikan untuk substitusi LDPE, HDPE, PVC (polivinil klorida) dan PP (polipropilen).

Modifikasi pada media pertumbuhan mikroba penghasil PHA dapat menghasilkan PHB (poli 3-hidroksi butirat) dan PHBV (poli 3-hidroksi butirat-co-valerat) melalui reaksi kopolimerisasi. Kedua kopolimer tersebut dikenal sebagai kelompok PHA rantai pendek (mengandung 3-5 karbon) dengan kristalinitas dan suhu leleh yang lebih rendah, sehingga lebih mudah diproses untuk menghasilkan bioplastik yang kuat. Rasio HB dan HV dalam kopolimer dapat divariasikan untuk mendapatkan material yang menyerupai PP (rasio HV rendah) atau LDPE (rasio HV tinggi). Biokompatibilitas dan sifat mekanis PHA dapat diperbaiki melalui pencampuran dengan polimer lain, misalnya senyawa anorganik, ataupun dengan memodifikasi permukaan PHA.

PHA dan kopolimernya dapat diproses menjadi film, fiber, kemasan elastis, laminasi dan pelapis, serat ataupun foam melalui beragam metode konvensional seperti *injection molding*. Beberapa merk kemasan biodegradable komersial berbasis PHA antara lain Biomer®, Biogreen®, Tephaflex®, dan Enmat™.

Aplikasi Bioplastik Berbasis Agro-polimer

Performa kemasan *biodegradable* diharapkan setara dengan plastik konvensional dalam melindungi dan mempertahankan kualitas produk yang dikemas. Terdapat beragam variasi bioplastik, baik berupa komposit, laminasi ataupun pelapis dengan karakteristik berbeda-beda dan bidang aplikasi yang luas untuk produk pangan. Meski demikian tidak dapat dipungkiri bahwa bioplastik berbeda secara signifikan dengan plastik konvensional berbasis petroleum, misalnya dalam hal sifat *glossy*, *barrier*, *antistatic*, transparansi, kemudahan dicetak dan tekstur. Beberapa kekurangan bioplastik, misalnya permeabilitas uap air yang tinggi, mungkin justru menguntungkan saat diaplikasikan sebagai pengemas buah dan sayur segar karena dapat memperpanjang umur simpannya.

Berikut adalah beberapa produk pangan yang cocok untuk dikemas dengan kemasan *biodegradable*:

- Produk pangan yang dikonsumsi dalam jumlah besar dan limbahnya dibuang langsung beserta kemasannya, misalnya produk pada *outdoor events*.
- Buah dan sayuran utuh segar.
- Produk pangan yang awet pada suhu ruang, misalnya beras, pasta.
- Produk *confectionary*, karena umumnya membutuhkan kemasan kecil untuk membungkus produknya.

Mekanisme Biodegradasi Bioplastik

Biodegradasi adalah proses konversi biomaterial secara biokimia menghasilkan air, biomassa, karbondioksida atau metana oleh aksi mikroorganisme. Proses biodegradasi terdiri dari dua langkah: 1) pemotongan rantai panjang polimer oleh panas, kelembapan dan keberadaan mikroorganisme, 2) polimer rantai pendek menjadi sumber energi bagi mikroorganisme (bakteri, fungi dan alga) dan sebagai hasil metabolismenya dihasilkan air, biomassa dan karbondioksida.

Laju biodegradasi sangat tergantung pada jenis agro-polimer yang digunakan (berat molekul, struktur kimia, kristalinitas) dan jenis aditif yang ditambahkan (pemlastis, *filler* dan lain-lain). Material berbasis agro-polimer pada umumnya bersifat *fully biodegradable*, sehingga tidak berbahaya bagi lingkungan. Laju biodegradasi biopolimer dapat diatur dengan melakukan formulasi atau modifikasi kimia pada polimer.

Masa Depan Bioplastik

Banyak faktor yang mempengaruhi perkembangan dan kesuksesan bioplastik sebagai kemasan produk pangan di masa depan. Faktor-faktor tersebut antara lain meningkatnya kebutuhan global akan pangan dan sumber energi, isu lingkungan, legislasi dan kebijakan pemerintah. Tidak diragukan lagi bahwa penggunaan material biodegradable sebagai kemasan produk pangan akan terus mengalami peningkatan. Beberapa hal yang menjadi penyebab adalah karakteristik kemasan biodegradable yang semakin membaik mendekati sifat plastik konvensional, semakin menipisnya persediaan minyak bumi sebagai bahan baku plastik konvensional, dan semakin meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap isu pencemaran lingkungan oleh limbah plastik. Beberapa kota di Indonesia bahkan sudah memulai langkah awal untuk mengurangi penggunaan plastik belanja hingga 0% dan “memaksa” para retailer untuk beralih pada kantong belanja ramah lingkungan.

Material kemasan biodegradable untuk produk pangan di masa depan akan lebih banyak berupa campuran antara polimer dengan nano-clay (bionanokomposit) untuk menghasilkan kemasan dengan karakteristik *barrier* dan mekanis sesuai kebutuhan industri pangan. Penelitian di area ini juga terus berkembang dengan mengeksplorasi berbagai biomaterial, aditif dan metode untuk memperoleh kemasan biodegradable yang mampu memenuhi ekspektasi dunia industri pangan.

Tantangan terbesar produksi bioplastik adalah biaya produksi yang masih sangat tinggi dibandingkan plastik berbasis petroleum. Tetapi dengan meningkatnya kapasitas industri bioplastik maka faktor biaya dapat ditekan lebih rendah. Eksplorasi sumber biomaterial dari bahan limbah pertanian juga dapat menjadi salah satu cara untuk mengurangi biaya produksi bioplastik. Dengan mempertimbangkan efek jangka panjang terhadap ekosistem lingkungan yang tentu jauh lebih berharga dibandingkan biaya produksi, maka masa depan bioplastik akan semakin cerah.

Daftar Pustaka

- European Bioplastics. N.D. *Bioplastics market data*. [online] <http://www.european-bioplastics.org/market/>
- Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Siegler, T.R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., dan Law, K.L. (2011). Plastic waste

inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768-771. DOI: 10.1126/science.1260352.

Plastic Europe. (2019). *Plastics-the Facts 2019*. Associations of Plastics Manufacturers in Europe, Jerman. <http://www.plasticeurope.org>.

Rexam. 2011. *Packaging Unwrapped*. Consumer Packaging Report 2011/12. Rexam PLC, United Kingdom. https://www.rexam.com/files/pdf/packaging_unwrapped_2011.pdf

Ritchie, H., dan Roser, M. (2018). *Plastic Pollution*. *Published online at OurWorldInData.org*. <https://ourworldindata.org/plastic-pollution>.

UCAPAN TERIMA KASIH

Buku ini merupakan kumpulan ide, gagasan dan kajian akademisi/dosen di lingkungan Fakultas Pertanian (Faperta) Universitas Mulawarman (Unmul) dalam rangka "*Tribute to 60 Tahun Faperta Unmul*". Artikel-artikel kemudian dikelompokkan berdasarkan bidang ilmu yang ada di Faperta Unmul, lantas dikonsep menjadi sebuah buku referensi. Oleh karena itu, tim editor menyampaikan terima kasih kepada Dekan Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman atas kepercayaan yang diberikan untuk penyusunan buku ini dan kepada para kontributor atas sumbangan pemikirannya dalam bentuk artikel dalam buku ini.