



PERTANIAN dan MASA DEPAN

Tim Editor:
Bernatal Saragih
Panggulu Ahmad Ramadhani Utoro
Rahadian Adi Prasetyo
Qurratu Aini



Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

PERTANIAN DAN MASA DEPAN

**Fakultas Pertanian
Universitas Mulawarman**

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).

PERTANIAN DAN MASA DEPAN

Tim Editor:
Bernatal Saragih
Panggulu Ahmad Ramadhani Utoro
Rahadian Adi Prasetyo
Qurratu Aini



Cerdas, Bahagia, Mulia, Lintas Generasi.

PERTANIAN DAN MASA DEPAN

Tim Editor:
Bernatal Saragih
Panggulu Ahmad Ramadhani Utoro
Rahadian Adi Prasetyo
Qurratu Aini

Desain Cover : **Dwi Novidiantoko**
Sumber : www.pxhere.com

Tata Letak : **Amira Dzatin Nabilah**

Proofreader : **Meyta Lanjarwati**

Ukuran : xii, 343 hlm, Uk: 17.5x25 cm

ISBN :
978-623-02-3845-1

Cetakan Pertama :
Desember 2021

Hak Cipta 2021, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2021 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

Bekerja sama dengan

Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman
Jl. Pasir Balengkong, Gn. Kelua, Kota Samarinda 75117, Kalimantan Timur, Indonesia
Telp. 0541-749159 ; 749352 ; 479314
Email : faperta@unmul.ac.id

KATA PENGANTAR

Buku berjudul *Pertanian dan Masa Depan* ini merupakan kumpulan artikel berdasarkan pemikiran para Dosen Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman. Hasil yang telah dirangkum dan dijadikan buku ini diharapkan dapat menambah wawasan dan pengetahuan khususnya di bidang pertanian kompleks.

Di dalam buku ini, terdapat tiga puluh satu artikel yang bersumber dari dosen atau akademisi di Faperta Universitas Mulawarman. Artikel-artikel tersebut kemudian dibagi menjadi 5 bagian/kelompok, yaitu Kelompok 1: Pertanian Masa Depan Berbasis Agrokompleks; Kelompok 2: Kebijakan Pangan; Kelompok 3: Keamanan dan Pangan Fungsional; Kelompok 4: Pengembangan Kawasan, Pembiayaan dan Kelembagaan Pertanian dan Kelompok 5: Pengembangan Peternakan Berbasis Sumber Daya Lokal.

Kelompok 1, memberikan informasi tentang potensi, tantangan, dan hambatan pertanian di masa depan. Mulai dari degradasi lahan, pengendalian gulma, hama, pemanfaatan bahan organik dalam menunjang pertanian juga dibahas dalam kelompok ini. Termasuk dalamnya adalah prospek bioenergi, diversifikasi dan ketahanan pangan serta rekayasa dalam dunia pertanian.

Kelompok 2, membahas tentang kebijakan diversifikasi pertanian dan ketahanan pangan. Mulai dari kebutuhan pangan dan sistem logistik pangan. Strategi kebijakan ketahanan pangan pada masa depan juga dibahas dalam kelompok ini.

Kelompok 3, dalam bagian ini membahas sistem yang mengendalikan usaha pangan dalam praktik pengawasan mutu pangan. Potensi pangan fungsional dan pemanfaatan bahan pangan lokal, dan pemanfaatan limbah hasil pertanian sebagai sumber selulosa untuk bahan tambahan pangan.

Kelompok 4, pengembangan pertanian khususnya sektor perkebunan berbasis kawasan, kebutuhan modal dan pembiayaan pada sektor pertanian serta strategi penguatan kelembagaan penyuluhan dengan program kostratani.

Kelompok 5, bidang peternakan diulas dalam bahasan kelompok ini. Potensi dari ternak kerbau untuk substitusi kebutuhan daging sapi berbasis biodiversitas lokal Kalimantan Timur, potensi penggembalaan ternak di lahan

reklamasi pascatambang, integrasi antara ternak dan perkebunan sawit, sampai upaya untuk mengurangi stres terhadap hewan ruminansia di RPH juga dibahas dalam kelompok ini.

Tim editor menyampaikan rasa terima kasih kepada Dekan Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman atas kepercayaan yang diberikan untuk penyusunan *book chapter* jilid 2 ini dan kepada para kontributor atas sumbangsih pemikiran dalam bentuk artikel dalam buku ini.

Kami sadar bahwa masih banyak kekurangan dalam buku ini, kritik dan saran dari pembaca sangat kami perlukan untuk perbaikan di masa yang akan datang.

Samarinda, Oktober 2021
Ketua Tim Editor

Bernatal Saragih

SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS MULAWARMAN

Dalam perkembangannya pertanian merupakan sektor yang memiliki peranan vital dalam menunjang *SDGs (Sustainable Development Goals)* karena berhubungan langsung dengan kebutuhan akan pangan. Kebutuhan akan teknologi tepat guna untuk dapat memaksimalkan pengelolaan potensi sumber daya pada bidang pertanian kompleks. Rekayasa proses sesuai dengan era Revolusi Industri 4.0 mulai dari hulu sampai hilir yang artinya mulai dari proses pengolahan lahan, proses penyiapan benih dan pemilihan bibit unggul untuk tanaman dan ternak, prospek pengembangan teknologi pembuatan pupuk sampai alat aplikatornya, teknologi *hybrid*, mekanisasi pertanian, teknologi pascapanen.

Integrasi yang diperlukan dalam sektor pertanian adalah tantangan yang harus dijawab dalam kondisi sekarang ini. Diharapkan setelah penerapan pertanian yang terintegrasi, dunia pertanian akan semakin berkembang dan skenario penerapan pertanian berkelanjutan dapat menunjang kebutuhan akan pangan di seluruh daerah di Indonesia.

Pertanian berkelanjutan adalah suatu proses yang bertujuan untuk mengembangkan berbagai teknologi tepat guna yang terintegrasi untuk mewujudkan siklus yang konsisten dalam produksi dan pencukupan kebutuhan masyarakat. Tentu dengan efisiensi energi yang digunakan dan efektivitas hasil yang didapatkan akan menambah profit bagi petani. Pengembangan teknologi ramah lingkungan, memenuhi keinginan konsumen dan terjamin dari segi mutu yang dihasilkan adalah perwujudan dari sistem pertanian terintegrasi. Kesejahteraan petani menjadi tujuan akhir dari sistem pertanian berkelanjutan.

Sebagai penutup saya mengucapkan terima kasih kepada para penulis dan wakil dekan bidang akademik yang telah menginisiasi penulisan buku Faperta jilid 2 ini dengan judul *Pertanian dan Masa Depan*. Semoga buku ini memberikan manfaat dan dapat menambah informasi dan wawasan secara akademis dan regulasi untuk sektor pertanian.

Samarinda, Oktober 2021
Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Mulawarman

Rusdiansyah

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS MULAWARMAN	vii
DAFTAR ISI.....	ix

BAGIAN 1 PERTANIAN MASA DEPAN BERBASIS AGROKOMPLEKS - 1

<i>SMART FARMING</i> 4.0, PERTANIAN MASA DEPAN, POTENSI DAN HAMBATAN PENERAPANNYA	2
Alvera Prihatini Dewi Nazari	
PENGENDALIAN GULMA BERKELANJUTAN UNTUK PERTANIAN KONSERVASI.....	12
Encik Akhmad Syaifudin dan Ni'matuljannah Akhsan	
PERTANIAN MASA DEPAN	23
Mulyadi	
DINAMIKA PEMENUHAN KEBUTUHAN PANGAN DAN BIOENERGI DI MASA DEPAN	39
Odit Ferry Kurniadina	
DEGRADASI TANAH TANTANGAN PERTANIAN MASA DEPAN	47
Ria Rachel Paranoan	
KOMPOS UNTUK PERTANIAN MASA DEPAN	53
Roro Kesumaningwati	
PEMANFAATAN CENDAWAN <i>METARHIZIUM ANISOLIAE</i> (METCHNIKOFF) SOROKIN UNTUK PENGENDALIAN SERANGGA HAMA	60
Abdul Sahid	

PENGENDALIAN ORGANISME PENGGANGGU TANAMAN MELALUI BUDIDAYA TANAMAN UNTUK PERTANIAN MASA DEPAN	71
Sopialena	
PENGENDALIAN TERPADU DAN PENGENDALIAN HAYATI TERHADAP ORGANISME PENGGANGGU TANAMAN UNTUK PERTANIAN MASA DEPAN.....	78
Sopialena	
SUMBER BAHAN ORGANIK DI LINGKUNGAN RUMAH DAN PERTANIAN, POTENSI UPAYA PEMANFAATAN BAHAN ORGANIK LOKAL.....	87
Suria Darma	
REKAYASA KEANEKARAGAMAN HAYATI RIZOSFER	104
Surya Sila	
IMPLEMENTASI PRAKTIK PERTANIAN YANG BAIK DALAM MENDUKUNG PERTANIAN BERKELANJUTAN	116
Syamad Ramayana	
PENTINGNYA PEMBIBITAN DALAM BUDIDAYA TANAMAN AREN GENJAH (<i>ARENGA PINNATA MERR</i>).....	124
Yetti Elidar	
AKUMULASI DAN DISTRIBUSI BAHAN KERING TANAMAN PADI LOKAL HUBUNGANNYA TERHADAP HASIL GABAH	139
Sadaruddin	
BIBIT UNGGUL DAN PERANANNYA DALAM PENINGKATAN PRODUKSI PERTANIAN SEJAK MASA REVOLUSI HIJAU HINGGA REVOLUSI GEN	146
Widi Sunaryo dan Nurhasanah	
BAGIAN 2 KEBIJAKAN PANGAN - 158	
STRATEGI KEBIJAKAN KETAHANAN PANGAN PADA MASA PANDEMI COVID-19 DI KALIMANTAN TIMUR	159
Tetty Wijayanti	
KEBUTUHAN PANGAN DAN SISTEM LOGISTIK PANGAN.....	168
Bernatal Saragih	

DIVERSIFIKASI PERTANIAN DAN KETAHANAN PANGAN PERTANIAN MASA DEPAN	176
Hadi Pranoto	
PEKARANGAN LESTARI SEBAGAI BENTUK PERTANIAN MASA DEPAN.....	186
Penny Pujowati	
BAGIAN 3 KEAMANAN DAN PANGAN FUNGSIONAL - 195	
PRAKTIK MENCENGANGKAN PELAKU USAHA PANGAN	196
Sulistyo Prabowo	
PANGAN FUNGSIONAL DALAM SKENARIO NUTRISI BERTEKNOLOGI TINGGI	205
Miftakhur Rohmah, Anton Rahmadi, Panggulu Ahmad Ramadhani Utoro dan Maghfirotin Marta Banin	
POTENSI UMBI-UMBIAK KHAS INDONESIA DALAM MENUNJANG KETAHANAN PANGAN DAN INDUSTRI PANGAN.....	223
Maulida Rachmawati, Yulian Andriyani, Nur Amaliah dan Maghfirotin Marta Banin	
LIMBAH HASIL PERTANIAN SEBAGAI SUMBER SELULOSA UNTUK BAHAN TAMBAHAN PANGAN	235
Agustu Sholeh Pujokaroni	
KOMPETENSI SAMPLING DALAM KEAMANAN DAN MUTU PANGAN SEGAR.....	244
Panggulu Ahmad Ramadhani Utoro, Miftakhur Rohmah, Anton Rahmadi dan Maghfirotin Marta Banin	
BAGIAN 4 PENGEMBANGAN KAWASAN PEMBIAYAAN DAN KELEMBAGAAN PERTANIAN - 265	
PENGEMBANGAN PERKEBUNAN BERBASIS KAWASAN	266
Achmad Zaini	
MODAL DAN PEMBIAYAAN DALAM PERTANIAN	277
Mursidah	

STRATEGI PENGUATAN KELEMBAGAAN PENYULUHAN MELALUI PROGRAM KONSTRATANI	284
Dina Lesmana	
BAGIAN 5 PENGEMBANGAN PETERNAKAN BERBASIS SUMBER DAYA LOKAL - 297	
POTENSI PENGEMBANGAN TERNAK KERBAU KALANG (<i>BABALUS BUBALIS</i>) SEBAGAI SUBSTITUSI DAGING MERAH (DAGING SAPI).....	298
Suhardi dan Ari Wibowo	
PENTINGNYA PENGGEMBALAAN TERNAK DI LAHAN REKLAMASI PASCATAMBANG.....	308
Taufan Purwokusumaning Daru	
SAPI BALI: PERANANNYA DALAM INTEGRASI SAPI-SAWIT	319
H. Ibrahim	
PENERAPAN KESEJAHTERAAN HEWAN DALAM UPAYA MENEKAN TINGKAT STRES PADA HEWAN RUMINANSIA BESAR DI RUMAH POTONG HEWAN	330
Ari Wibowo dan Suhardi	

BAGIAN 1

PERTANIAN MASA DEPAN BERBASIS AGROKOMPLEKS

SMART FARMING 4.0, PERTANIAN MASA DEPAN, POTENSI DAN HAMBATAN PENERAPANNYA

Alvera Prihatini Dewi Nazari

Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Pendahuluan

Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) meramalkan bahwa produksi pangan dunia akan menurun secara drastis pada tahun 2030 disebabkan oleh perubahan iklim global (Andri, 2019). Hal ini mengisyaratkan bahwa dunia, tak terkecuali Indonesia, akan menghadapi ancaman krisis pangan.

Ancaman krisis pangan menuntut peningkatan produksi pertanian yang tidak akan dapat dipenuhi jika bertahan hanya dengan pertanian konvensional. Keterlibatan teknologi canggih sangat diperlukan untuk mengatasi tantangan besar tersebut. Pemanfaatan teknologi canggih di sektor pertanian tidak hanya akan meningkatkan produktivitas, tetapi juga kualitas hasil pertanian. Salah satu konsep pemanfaatan teknologi canggih dalam pertanian dikenal dengan istilah *smart farming* (pertanian cerdas) atau dikenal dengan *Smart Farming 4.0*.

“Praktik pertanian cerdas memanfaatkan teknologi-teknologi *big data*, *machine learning*, *robotic*, dan *Internet of Things* (IoT) akan menjadi konsep wajib pertanian pada masa depan karena mampu meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil pertanian dengan lahan yang terbatas” (Budiharto, 2019). Pemanfaatan teknologi juga dapat meminimalisasi dampak buruk terhadap lingkungan dan risiko pertanian (Andri, 2019).

Praktik pertanian ini memberikan peluang untuk meningkatkan produktivitas pertanian dan sudah diterapkan di banyak negara, namun penerapannya di Indonesia masih menghadapi banyak hambatan. Beberapa hambatan penerapan *Smart Farming 4.0* di antaranya adalah terbatasnya sumber daya manusia, khususnya petani, terbatasnya ketersediaan data dan jaringan internet, dan tingginya harga alat teknologi.

Smart Farming 4.0 dan Teknologinya

Menurut ramalan FAO, jumlah penduduk dunia pada tahun 2050 akan mencapai 9,6 miliar, hal ini menuntut peningkatan produksi pertanian sebesar

70% untuk memenuhi kebutuhan pangan penduduk sebanyak itu (Budiharto, 2019). Sementara luas lahan pertanian semakin sempit, kualitas tanah pertanian semakin menurun, dan perubahan iklim global yang semuanya berdampak terhadap menurunnya hasil pertanian. Kondisi ini merupakan tantangan yang besar terkait upaya pemenuhan pangan penduduk, harus ada lompatan inovasi teknologi di bidang pertanian dalam upaya mengatasi tantangan tersebut.

Saat ini dunia telah memasuki era Revolusi Industri 4.0 yang ditandai dengan pemakaian mesin-mesin teknologi canggih yang terintegrasi dengan jaringan internet. Teknologi canggih ini telah merambah ke berbagai kegiatan sektor kehidupan sehingga menjadi cepat dan presisi. Bidang pertanian tak terkecuali harus dipacu untuk mengadopsi revolusi teknologi tersebut agar menjadi pertanian yang maju, mandiri, dan modern, pertanian dengan produktivitas yang tinggi dan mencapai swasembada pangan serta mempunyai daya saing. Salah satu konsep pengembangan teknologi canggih di bidang pertanian dikenal dengan istilah pertanian cerdas (*Smart Farming 4.0*).

“*Smart Agriculture 4.0* merupakan teknologi pada era Revolusi Industri 4.0 untuk mengembangkan pertanian modern” (Sitanggang, 2021). Ciri-ciri pertanian 4.0 adalah pemanfaatan teknologi *artificial intelligence, robotic, Internet of Things (IoT), drone, blockchain, dan big data analytic* untuk menghasilkan produk pertanian yang unggul, presisi, efisien, dan berkelanjutan (Kilmanun dan Astuti, 2020).

Sistem pertanian ini merupakan evolusi dari *precision agriculture* atau pertanian presisi yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil pertanian serta mengoptimalkan penggunaan tenaga kerja (Sitanggang, 2021). *Smart farming* memakai data yang dikumpulkan melalui sistem sensor, *drone*, dan *remote sensing* yang merupakan inovasi pertanian presisi untuk meningkatkan akurasi manajemen usaha tani (Andri, 2019).

Definisi *smart farming* adalah “penggunaan aplikasi dan *data-rich ICT (Information and Communication Technology)-service* cerdas yang dikombinasikan dengan perangkat keras (contohnya traktor dan *greenhouse*) untuk menghasilkan makanan yang berkualitas” (Wolfert, 2014). “Sistem pertanian ini merupakan penerapan teknologi data dan informasi untuk proses optimasi sistem pertanian yang kompleks guna mendukung petani dalam mengambil keputusan berdasarkan data real, tidak hanya melibatkan mesin untuk memonitor dan mengoptimalkan proses produksi pertanian, tetapi mencakup seluruh kegiatan pertanian”. Penerapan *smart agriculture* meliputi berbagai kegiatan pertanian, di antaranya pemetaan lahan, manajemen irigasi,

monitoring hasil pertanian, penyimpanan produk pertanian, dan pengiriman produk pertanian kepada konsumen (Sitanggang, 2021).

Teknologi yang telah diterapkan dalam *Smart Farming 4.0* di beberapa daerah di Indonesia adalah *blockchain*, *agri drone sprayer*, *drone surveillance*, *soil and weather sensor*, *smart irrigation*, *Agriculture War Room*, dan *siscrop* (sistem informasi *standing crop*) 1.0 (Rachmawati, 2020).

Blockchain. Teknologi ini berguna untuk memudahkan pelacakan *supply chain* (rantai pasok) produk pertanian untuk pertanian *off-farm* modern, membuat pengiriman logistik pertanian menjadi lebih sederhana serta rantai pasok yang terdiri atas petani, ketua kelompok tani, pabrik, *retailer* dan kondisi produksi, pengiriman, pembayaran, pembelian dan penjualan hasil pertanian dapat didokumentasikan dengan baik (Divianta, 2018).

Agri Drone Sprayer. *Agri drone sprayer* adalah pesawat nirawak yang berfungsi untuk menyemprotkan pupuk cair dan pestisida, bahkan dapat melakukan penyiraman secara tepat. Pemanfaatan teknologi ini mencegah aplikasi pupuk cair dan pestisida secara berlebihan (Ditjen PDTT, 2019).

Drone Surveillance, adalah pesawat nirawak, disebut juga UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*), dipakai untuk pemetaan lahan perkebunan, lahan sawah, areal proyek, dan pemukiman atau perkotaan (Rachmawati, 2020).

Soil and Weather Sensor (Sensor Tanah dan Udara). Alat ini dipasang di lahan pertanian, berguna untuk membantu petani dalam memantau, mengukur, dan mencatat kondisi tanaman, memberikan data tentang kelembapan tanah dan udara, kecepatan dan arah angin, suhu, pH dan EC (*Electrical Conductivity*) tanah, kadar air, perkiraan waktu panen, dan curah hujan sehingga petani dapat menentukan perlakuan yang tepat kepada lahan. Alat ini juga dapat memberikan rekomendasi kepada petani untuk mencegah terjadinya kerusakan lahan (Ditjen PDTT, 2019).

Smart Irrigation (Sistem Irigasi Cerdas), dikembangkan oleh Balitbangtan (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian), adalah teknologi yang dipakai untuk melakukan penyiraman dan pemberian unsur hara secara efektif dan efisien yang dapat dikendalikan dari jarak jauh. Alat ini mempunyai sensor untuk membaca kadar air tanah dan lingkungan di sekitarnya serta dilengkapi sistem kontrol untuk menyalakan dan mematikan katup irigasi memakai *microcontroller* yang dapat terhubung dengan *web server* (Balitbangtan, 2020).

Agriculture War Room (AWR), disebut juga Ruang Kontrol Pembaharuan Pertanian, merupakan pusat komando strategis pembangunan pertanian yang dikembangkan oleh Balitbangtan. Fungsi AWR adalah

melakukan pengawasan dan mengendalikan serangan hama, memantau penyebaran benih dan bibit unggul. *Agriculture War Room* merupakan alat komunikasi langsung antara petani dengan pemerintah dengan sensor data hasil pertanian (Rachmawati, 2020).

Siscrop (Sistem Informasi Standing Crop) 1.0 adalah teknologi berbasis pengindraan jarak jauh, merupakan sistem yang dapat memberikan informasi dan data mengenai kondisi faktual tanaman di lahan sehingga membantu para pengambil kebijakan dalam menentukan jumlah dan distribusi pupuk, bibit, pestisida, dan air (BBSDLP,2020).

Potensi Smart Farming 4.0

Menurut Poerwanto ‘‘Pertanian berbasis teknologi tinggi akan sangat produktif, kualitas produknya tinggi dan aman serta kandungan gizi dan zat berkhasiat yang ada di dalamnya dapat diatur sesuai dengan kebutuhan, oleh karena itu pertanian ini memerlukan input tinggi (teknologi, bahan-bahan kimia, dan energi). Pertanian ini dapat mengatasi kendala dan hambatan alam, dan mungkin tidak menyebabkan degradasi lahan pertanian dan lingkungan di sekitarnya karena tidak tergantung kepada alam dalam produksinya’’.

Smart farming mempunyai potensi yang besar untuk keberlanjutan pertanian dan meningkatkan pendapatan petani (Knierim *et al.*, 2019). Penerapan teknologi kecerdasan buatan dan robot dapat menjalankan berbagai kegiatan di bidang pertanian dengan lebih cepat dan presisi yang jauh lebih baik dibandingkan dengan manusia (Popa, 2011).

Sistem cerdas ini dapat diterapkan pada setiap tahap kegiatan pertanian, mulai dari pembibitan, penanaman, panen, sampai pascapanen. ‘‘Penerapan sistem cerdas akan menghasilkan inovasi digital yang luar biasa dan memberikan beberapa keuntungan, yaitu meningkatkan efisiensi, mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan, dan mengurangi cedera kerja’’ (Colantoni *et al.*, 2018).

Pemberian input kepada tanaman dan lahan pertanian pada praktik *smart farming* dapat dilakukan secara lebih tepat (Knierim *et al.*, 2019). Pemanfaatan teknologi dapat membuat prediksi yang lebih akurat yang sangat penting untuk menjaga efisiensi hasil pertanian dalam rangka mencegah kegagalan panen (Wolfert *et al.*, 2017). Kegiatan budidaya pertanian tidak lagi tergantung kepada musim dan dapat dilakukan dengan mekanisasi. Kegiatan penanaman sampai panen dapat dilakukan secara akurat, baik waktu tanam, tenaga kerja serta proses panen sehingga kegiatan budidaya pertanian akan menjadi efisien, terukur, dan terintegrasi (Rachmawati, 2020).

Pemakaian mesin-mesin pertanian pada *smart farming* dapat meningkatkan efisiensi pertanian dan mengurangi biaya tenaga kerja, produktivitas dan daya saing produk pertanian akan meningkat. Di Shanghai, Cina, mesin pertanian nirawak menghemat kebutuhan benih padi sampai 2 kg dan hasil pertanian meningkat sampai 10 kg dari lahan seluas 667 m² dibandingkan dengan pertanian tradisional, biaya tenaga kerja dan bahan bakar menurun sebesar 50% dan 65%, dan tingkat pemanfaatan lahan meningkat sebesar 0,5-1,0% (Smartcityindo, 2020). Selain itu kesulitan mencari pemasok bahan baku pangan impor dan tempat pemasaran baru dalam sistem rantai pasar global dapat diatasi dengan teknologi *artificial intelligence* dan *intelligent forecasting* (Arkeman, 2021).

Di India, penerapan *smart farming* meningkatkan hasil pertanian sebesar 20%, mengurangi pemakaian air, pupuk, dan pestisida masing-masing sebesar 30%, 10%, dan 10% serta mengurangi penggunaan tenaga kerja manusia sebesar 50% (Cultyvate, 2020). Praktik *smart farming* di Thailand bahkan dapat menurunkan pemakaian pestisida sampai 60%, tanah menjadi lebih sehat, dan hasil per hektar meningkat. Mereka juga mengembangkan *data processing system* yang membantu petani melakukan pemantauan lahan secara *real time* dan bisa merespons lebih awal apabila terjadi perubahan kondisi cuaca yang dapat menyebabkan hilangnya hasil pertanian serta dapat meningkatkan produktivitas pertanian dan mengatur waktu panen (Tiammee *et al.*, 2019).

Konsep *Smart Farming 4.0* yang terintegrasi dengan internet juga berpotensi menjadi daya tarik bagi generasi muda untuk berkiprah di bidang pertanian dan menjadi petani yang mempunyai daya saing sehingga dapat meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan keluarganya (Kilmanun dan Astuti, 2020; Rachmawati, 2020). Generasi muda pada umumnya akrab dengan internet sehingga diharapkan akan lebih cepat mengadopsi teknologi *smart farming*. Hal ini akan berdampak terhadap peningkatan produktivitas, nilai tambah, dan daya saing produk pertanian Indonesia serta dapat memanfaatkan pasar nasional, regional, dan internasional.

Daya saing yang kuat (ditunjukkan oleh banyak produk pertanian yang dieksport ke pasar global) adalah salah satu ciri pertanian yang maju. Pertanian yang maju memegang peranan yang sangat penting untuk meningkatkan kesejahteraan dan ketahanan nasional. *Smart Farming 4.0* dengan salah satu teknologinya adalah *artificial intelligence*, mampu memberikan solusi untuk mencapai tujuan pertanian yang maju (Kilmanun dan Astuti, 2020).

Hambatan Penerapan *Smart Farming 4.0*

Penerapan *Smart Farming 4.0* di Indonesia jauh tertinggal jika dibandingkan dengan negara-negara lain. Menurut Pivoto *et al.*, (2019), beberapa faktor penghambat dalam penerapan *Smart Farming 4.0* adalah tingkat adopsi petani yang rendah, akses internet yang terbatas, tingginya biaya investasi alat *smart farming*, dan sulit mengubah persepsi petani terhadap teknologi baru.

1. Tingkat Adopsi Petani yang Rendah

Tingkat adopsi petani terhadap teknologi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu usia, tingkat pendidikan, pengalaman bertani, dan luas lahan yang diusahakan (Aditiawati *et al.*, 2014).

Usia Petani. Petani di Indonesia sebagian besar berusia di atas 40 tahun, mereka pada umumnya jarang berhubungan dengan teknologi. Salah satu masalah pertanian di Indonesia adalah fenomena *aging farmer*, yaitu jumlah petani usia muda semakin sedikit karena kurangnya minat generasi muda menjadi petani (Rachmawati, 2020).

Tingkat Pendidikan. Tingkat pendidikan sangat berpengaruh terhadap sikap dan perilaku petani terhadap teknologi. Tingkat pendidikan yang tinggi akan lebih mudah untuk mengubah sikap dan perilaku menjadi lebih rasional (Adawiyah *et al.*, 2017). Lebih dari 70% petani di Indonesia berpendidikan rendah (Wartaekonomi, 2019). Pendidikan formal yang rendah menyebabkan pengetahuan petani dalam mengelola pertanian tidak berkembang, pengelolaan pertanian tidak diikuti dengan inovasi terbaru untuk meningkatkan hasil pertaniannya (Kilmanun dan Astuti, 2020).

Pengalaman Bertani. Pengalaman bertani sangat mempengaruhi cara petani dalam merespons suatu inovasi baru dan mengelola usahatani, baik dalam pengambilan keputusan untuk memilih komoditas yang akan ditanam maupun dalam penggunaan faktor-faktor produksi. Petani yang lebih berpengalaman mempunyai tingkat respons yang lebih tinggi terhadap suatu teknologi (Adawiyah *et al.*, 2017).

Luas Lahan. Luas lahan sangat menentukan pendapatan, taraf hidup, dan kesejahteraan petani. Petani yang mengusahakan lahan yang lebih luas akan memperoleh pendapatan yang lebih tinggi sehingga cenderung lebih berani mencoba teknologi baru (Adawiyah *et al.*, 2017).

Sebagian besar petani di Indonesia memiliki luas lahan kurang dari 0,5 ha (Rachmawati, 2020), bahkan banyak di antara mereka hanya menjadi penggarap lahan milik orang. Selain itu, alih fungsi lahan pertanian menjadi

lahan non-pertanian yang mencapai 150-200 ribu ha per tahun berdampak terhadap semakin berkurangnya lahan pertanian (Wartaekonomi, 2019).

2. Akses Internet yang Terbatas

Akses internet yang baik sangat diperlukan agar *Internet of Thing* (IoT) dapat diterapkan, akan tetapi tidak semua daerah di Indonesia mempunyai akses internet yang berjalan dengan baik (Kilmanun dan Astuti, 2020).

3. Tingginya Biaya Investasi Alat *Smart Farming*

Alat-alat teknologi yang canggih memerlukan biaya tinggi, apalagi wilayah pertanian dan perkebunan Indonesia yang luas membutuhkan alat dalam jumlah yang banyak (Kilmanun dan Astuti, 2020).

4. Sulit Mengubah Persepsi Petani

Penerimaan inovasi teknologi tergantung kepada persepsi petani terhadap teknologi tersebut. Suatu inovasi akan diadopsi oleh petani jika mereka mempunyai persepsi yang baik terhadap inovasi tersebut. Petani seringkali enggan untuk menerapkan suatu inovasi baru karena mereka belum memahami teknologi dan kegunaan suatu mesin pertanian serta kemudahan yang akan didapat dengan penggunaan alat tersebut, terutama jika teknologi tersebut adalah hasil penelitian yang tidak melibatkan mereka dalam menciptakannya (Adawiyah *et al.*, 2017).

Petani lebih tertarik untuk mengadopsi teknologi yang dapat meningkatkan produktivitas pertanian dan besarnya keuntungan yang akan diperoleh dengan mengadopsi teknologi baru. Teknologi yang ramah lingkungan, yang bertujuan untuk memitigasi dampak perubahan iklim maupun teknologi yang meningkatkan kenyamanan bekerja bagi petani, tetapi berdampak negatif terhadap hasil pertanian tidak akan diadopsi oleh petani.

Selain faktor-faktor di atas, beberapa faktor penghambat lain adalah karakteristik teknologi yang rumit untuk memfasilitasi pengumpulan dan analisis data, ketidakpastian kredibilitas perusahaan yang mengembangkan produk peralatan teknologi *smart farming*, dan kebutuhan untuk menginput banyak data dan informasi ke dalam *software* (Pivoto *et al.*, 2019).

Kesimpulan

Penerapan *smart farming* menjadikan kegiatan usaha tani menjadi lebih efisien sehingga produktivitas dan daya saing produk pertanian akan meningkat. Selain itu, adanya inovasi teknologi dapat menjadi daya tarik bagi

generasi muda untuk bekerja di sektor pertanian. Akan tetapi peralihan pola pertanian konvensional ke pertanian berbasis teknologi (*smart farming*), tidak akan berjalan dengan sendirinya. Pendampingan dan pembelajaran lapangan sangat diperlukan agar petani mampu menerapkan teknologi dalam kegiatan pertaniannya dari hulu sampai hilir. Komando Strategis Pembangunan Pertanian, petugas penyuluhan atau siapa saja dapat berperan dalam pendampingan penerapan teknologi tersebut. Selain itu diperlukan penguatan manajemen data dan informasi untuk memudahkan proses pendampingan dan meningkatkan efektivitas pemantauan dan evaluasi yang dijalankan oleh pemerintah pusat.

Referensi

- Adawiyah, C.R., Sumardjo, Mulyani, E.S. 2017. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Peran Komunikasi Kelompok Tani dalam Adopsi Inovasi Teknologi Upaya Khusus (Padi, Jagung, dan Kedelai) di Jawa Timur. *Jurnal Agro Econ.* 35(2): 151-170.
- Aditiawati, P., Rosmiati, M., Sumardi, D. 2014. Persepsi Petani terhadap Inovasi Teknologi Pestisida Nabati Limbah Tembakau (Suatu Kasus pada Petani Tembakau di Kabupaten Sumedang). *Sosiohumaniora.* 16(2): 184-192.
- Andri, K.B. 2019. Memulai Pertanian Masa Depan. Opini. Media Indonesia 04 Desember 2019. <https://mediaindonesia.com/opini275512/memulai-pertanian-masa-depan>.
- Arkeman, Y. 2021. Kecerdasan Buatan untuk Industri Pangan 2021. Foodreview Indonesia. XVI:1.
- [Balitbangtan] Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2020. *Smart Farming System.* <http://www.litbang.pertanian.go.id/indo-teknologi/3934/>.
- [BBSSDLP] Balai Besar Sumber Daya Lahan Pertanian. 2020. BBSSDLP Luncurkan Sistem Informasi *Standing Crop* (SISCrop 1.0). <https://bbsdlp.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php/layanan-mainmenu-65/info-terkini/1075-bbsdlp-luncurkan-sistem-informasi-standingcrop-siscrop-1-0>.
- Budiharto, W. 2019. Inovasi Digital di Industri *Smart Farming*: Konsep dan Implementasi. Prodising Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2019, Palembang 4-5 September 2019: Smart Farming yang Berwawasan Lingkungan untuk Kesejahteraan Petani. Palembang. Unsri Press.

- Colantoni, A., Monarca, D., Laurendi, V., Villarini, M., Gambela, F., Cecchini, M. 2018. *Smart Farming, Remote Sensing, Precision Farming, Processes, Mechatronic, Materials and Policies for Safety and Health Aspects*. Agriculture. 8(47): 1-14.
- Cultyvate. 2020. *Smart Irrigation System*. <https://www.cultyvate.com/products/smartirrigation-system/>.
- [Ditjen PDTT] Direktorat Jenderal Pembangunan Daerah Tertinggal dan Transmigrasi. 2019. Cerdas Bertani di Daerah Tertinggal dengan *Smart Farming 4.0*.
- Divianta. 2018. Mengenal Blockchain, Teknologi Terbaru Revolusi Pertanian.
- Kilmanun, J.C., Astuti, D.W. 2020. Potensi dan Kendala Revolusi Industri 4.0. di Sektor Pertanian. Prosiding Seminar Nasional Kesiapan Sumber Daya Pertanian dan Inovasi Spesifik Lokasi Memasuki Era Industri 4.0. Repozitori Publikasi Kementerian Pertanian. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Knierim, A., Kernecker, M., Erdie, K., Kraus, T., Borges, F., Wurbs, A. 2019. *Smart Farming Technology Innovations-Insights and Reflections from the German Smart-AKIS hub*. NJAS-Wageningen J Life Sci. 10(03): 90-91 (October): 100314. doi: 10.1016/j.njas.2019.100314. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100314>.
- Pivoto, D., Barham, B., Waquli, P.D., Faguesatto, C.R., Corte, V.F.D., Zhang, D., Talamini, E. 2019. *Factors Influencing the Adoption of Smart Farming by Brazilian Grain Farmers*. Int. Food Agribus Manag. Rev. 22(4): 571-588. doi: 10.22434/IFAMR2018.0086.
- Poerwanto, R. Pertanian Masa Depan. Departemen Agronomi dan Hortikultura. Fakultas Pertanian IPB. <https://agroland.worldpress.com/pertanian-masa-depan>.
- Popa, C. 2011. *Adoption of Artificial Intelligence in Agriculture*. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca-Agriculture. 68(1): 284-293.
- Rachmawati, R.R. 2020. *Smart Farming 4.0* untuk Mewujudkan Pertanian Indonesia Maju, Mandiri dan Modern. Pusat Penelitian Agro Ekonomi. 35(2): 137-155. DOI: <http://x.doi.org/10.21082/fae.v38n2.2020>.
- Sitanggang, I.S. 2021. Pengenalan Pertanian Cerdas. MOOC Mata Kuliah Kapita Selekta Sistem Cerdas. Laboratorium Sistem Cerdas Departemen Ilmu Komputer dan Elektronika FMIPA UGM 15 Februari 2021. Departemen Ilmu Komputer FMIPA IPB.

- Smartcityindo. 2020. Sawah di Shanghai Tak Pakai Petani, Digarap Otomatis Dengan Teknologi Buatan.
- Tiammee, S.J., Wongyai, P., Udomwong, A., Phaphuangwittayakul, L. Saenchana and S. Chanaim, “*Smart Farming in Thailand*”. 2019. 13th International Conference on Software, Knowledge, Information Management and Applications (SKIMA). 2019. pp. 1-7.
- Wartaekonomi. 2021. <https://www.wartaekonomi.co.id/read215598/begini-revolusi-industri-40-di-sektor-pertanian>. Begini Revolusi Industri 4.0 di Sektor Pertanian.
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C, Bogaardt, M.J. 2017. *Big Data in Smart Farming-A Review*. Agricultural Systems. 153: 69-80. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>

DOI: 10.1109/SKIMA47702.2019.8982525.

<http://www.smartcityindo.com/2020/11/sawah-dishanghai-tak-pakai-petani.html>.

<https://doi.org/10.15835/buasvmcm-agr:6454>.

<https://www.liputan6.com/region/read/3624969/mengenal-blockchain-teknologi-baru-revolusipertanian>.

<https://www.liputan6.com/regional/read/3624969/mengenal-blockchain-teknologi-baru-revolusi-pertanian>.

PENGENDALIAN GULMA BERKELANJUTAN UNTUK PERTANIAN KONSERVASI

Encik Akhmad Syaifudin dan Ni'matuljannah Akhsan

Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Pendahuluan

Selama tahun-tahun mendatang, pertanian-khususnya pertanian skala kecil di negara berkembang, akan menghadapi konvergensi tekanan, di antaranya populasi manusia yang tumbuh semakin besar, migrasi yang meningkat, kelangkaan tenaga kerja pertanian, penurunan produktivitas lahan, ketidakstabilan iklim dan kerawanan pangan. Pangan berkelanjutan dan sistem pertanian bergantung pada sumber daya alam lestari; tanah, khususnya, telah terdegradasi oleh produksi tanaman intensif yang juga membahayakan produksi pangan di masa depan daerah. Banyak yang harus dilakukan untuk mencegah kerugian lebih lanjut dan untuk meningkatkan status sumber daya alam. Berdasarkan perhitungan, pada saat Indonesia mencapai usia 100 tahun di 2045 maka jumlah penduduk Indonesia diproyeksikan mencapai 319 juta jiwa (BPS, 2018) di saat itu, Indonesia akan mendapatkan bonus demografi di mana 70% jumlah penduduk Indonesia terdiri atas usia produktif (15-64 tahun), sedangkan sisanya 30% merupakan penduduk yang tidak produktif (usia di bawah 14 tahun dan di atas 65 tahun). Dengan jumlah penduduk sebesar itu dapat dipastikan Indonesia membutuhkan bahan pangan yang cukup sementara itu dalam masa budidayanya, tanaman pangan senantiasa tidak pernah sepi dari gangguan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT), di antaranya adalah gulma.

Budidaya tanaman pangan seperti padi, jagung, kacang-kacangan dan ubi-ubian maupun hortikultura seperti tanaman sayuran, buah-buahan serta tanaman hias maupun tanaman perkebunan dan industri merupakan agroekosistem yang kerap berasosiasi dengan gulma sebagai bagian dari faktor pembatas biologis, yang dengan kata lain bahwa masalah ini belum dipecahkan tuntas. Kehadiran gulma pada pertanaman padi, misalnya, menimbulkan masalah secara langsung, yaitu kompetisi antara padi dengan gulma untuk memperoleh air, unsur hara, dan radiasi matahari, dan secara tidak langsung gulma berpengaruh buruk karena dapat meningkatkan kelembapan lingkungan pertumbuhan padi serta dapat menjadi inang bagi

hama dan patogen tertentu. Kompetisi untuk memperoleh air akan terjadi manakala air dalam keadaan terbatas. Hal ini memungkinkan terjadi pada saat musim kering daripada musim penghujan. Kompetisi yang lain, di mana gulma berkompetisi mendapatkan cahaya matahari, dengan catatan bahwa cahaya matahari dalam keadaan terbatas serta tajuk gulma saling menaungi tajuk tanaman. Kompetisi mendapatkan unsur hara, baik unsur hara makro (C, H, O, N, S, P, K, Ca, Mg) artinya unsur hara yang diperlukan dalam jumlah banyak maupun unsur hara mikro (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo dan Cl) yaitu unsur hara yang diperlukan dalam jumlah yang sedikit namun tidak boleh digantikan dengan yang lain adalah berlangsung melalui interaksi di zona perakaran tanaman dengan gulma. Tanah sebagai media tumbuh tanaman serta gulma merupakan media penting berkaitan dengan kompetisi ini.

Akibat migrasi pemuda dan pekerja ke perkotaan maka pedesaan sebagai basis kegiatan pertanian terdampak kehilangan tenaga kerja yang mempengaruhi produktivitas. Pertanian skala kecil memiliki kebutuhan puncak untuk tenaga kerja pada waktu-waktu tertentu, di antaranya adalah penyiraman tepat waktu, Penyiraman gulma secara mekanis dengan tenaga kerja manusia (menebas, memotong, mencangkul, dan mencabut) merupakan usaha yang melelahkan. Kegiatan ini sering kali mengharuskan keluarga petani untuk bekerja berjam-jam yang kemudian membatasi ketersediaan tenaga kerja tani, yang menyebabkan sektor pertanian menjadi tidak menarik. Penggunaan herbisida dalam pengendalian gulma yang sebelumnya dapat menyelesaikan persoalan tenaga kerja juga perlu dirasionalisasi lagi mengingat banyaknya klaim kerusakan lingkungan akibat penggunaan herbisida yang tidak bijaksana. Pentingnya rasionalisasi menurut Las, *et al.*, (2006) adalah untuk 1) mengurangi kerusakan sumber daya lahan, air, lingkungan, dan produk; 2) mengurangi risiko kesehatan bagi manusia; 3) Meningkatkan keuntungan usaha tani (efisiensi produksi).

Berdasarkan latar belakang tersebut makalah ini mengulas penerapannya dan kemanjuran berbagai pengendalian gulma mekanis, biologis dan terintegrasi untuk pengelolaan gulma yang efektif dan berkelanjutan dalam sistem pertanian konservasi petani kecil, termasuk peran peralatan yang sesuai dan prasyarat bagi petani kecil secara berkelanjutan.

Kompetisi Tanaman dan Gulma

Kompetisi tanaman dan gulma sehubungan dengan air terjadi bilamana ada keterbatasan air di lahan pertanian akibat intensitas hujan yang rendah. Mengambil contoh kebutuhan air pada padi sawah menurut Fuadi, *et al.*,

(2016) Kebutuhan air padi sawah dengan sistem konvensional di sawah rata-rata 655 mm sementara padi sawah SRI rata-rata 467 mm 100 hari masa tanam. Produktivitas air pada sawah konvensional yaitu $0,82 \text{ kg/m}^3$ dan sawah SRI yaitu $1,12 \text{ kg/m}^3$, dengan demikian bilamana ketersediaan air di bawah kebutuhan air maka akan besar peluang terjadinya kompetisi gulma terhadap padi, sebaliknya, meratanya jumlah bulan basah dalam setahun seperti Tabel 1 berikut, dapat pula disebutkan bahwa dalam tahun 2020 di Kalimantan Timur kecil peluang bahwa air merupakan faktor pembatas mengingat jumlah bulan basah tersebar sepanjang tahun, kecuali pada bulan Februari dan bulan Juli. Pada Tabel 2 bahwa ada peluang terjadinya kompetisi terhadap cahaya matahari karena penyinaran matahari di Kalimantan Timur tahun 2020 yang banyak terpengaruh kondisi iklim setempat.

Tabel 1. Curah Hujan Kalimantan Timur Sepanjang Tahun 2020

No	Bulan	Curah Hujan (mm)	Hari Hujan
1	Januari	247	13
2	Februari	91,8	11
3	Maret	135,5	16
4	April	176,5	19
5	Mei	224,7	19
6	Juni	172,6	25
7	Juli	148	23
8	Agustus	228,7	27
9	September	282,5	26
10	Okttober	170	24
11	November	185,3	19
12	Desember	117,9	25

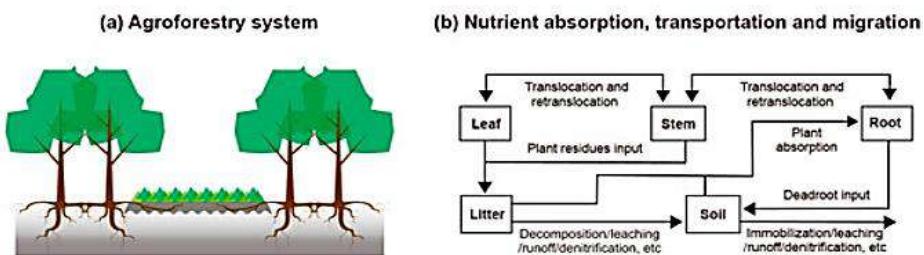
Sumber: Prov. Kaltim Dalam Angka 2021

Tabel 2. Persentase Penyinaran di Kalimantan Timur Sepanjang Tahun 2020

No	Bulan	Penyinaran Matahari (%)
1	Januari	68,10
2	Februari	66,47
3	Maret	61,90
4	April	65,54
5	Mei	44,88
6	Juni	34,38
7	Juli	36,41
8	Agustus	43,79
9	September	40,00
10	Okttober	44,96
11	November	43,41
12	Desember	41,73

Sumber: Prov. Kaltim Dalam Angka 2021

Kompetisi tanaman dengan gulma sehubungan dengan unsur hara diduga berkaitan erat dengan suplai unsur hara di tanah. Sebagian besar persaingan tanaman dengan gulma berkaitan dengan unsur Nitrogen, Fosfor, dan Kalium. Fosfor merupakan hara yang sangat sedikit di lahan basah, sementara Nitrogen sangat terbatas di lahan kering. Kalium sering diabaikan, namun beberapa gulma lahan kering dapat tumbuh pada lahan yang kaya Kalium. Menurut Safdar (2016) Serapan N, P dan K oleh *Parthenium* meningkat dengan meningkatnya periode persaingan. Hal ini mungkin disebabkan oleh akumulasi biomassa kering yang lebih tinggi per luas unit. Nitrogen, fosfor dan kalium diserap oleh *Parthenium* berada pada kisaran 2,7-18,4; 0,2-2,4 dan 2,3-17,7 N, P dan K kg ha⁻¹ masing-masing, pada periode persaingannya yang berbeda.



Gambar 1. Sistem Perharaaan
(Junen Wu, 2020)

Pada saat hutan masih lebat maka siklus perharaan adalah tertutup. Di dalam ekosistem hutan alami tercipta “siklus hara tertutup” yaitu suatu sistem yang memiliki jumlah kehilangan hara lebih rendah dibandingkan dengan jumlah masukan hara yang diperoleh dari penguraian seresah atau dari serap ulang (*recycle*) hara pada lapisan tanah dalam di mana akar dapat menyerap hasil dekomposisi bahan organik yang kemudian mengalami mineralisasi untuk kemudian dapat diserap akar dalam bentuk ion. Bilamana hutan sudah terbuka, dan lahan ditanami tanaman, siklus perharaan adalah terbuka di mana pasokan yang hara berasal dari luar sistem berupa pupuk kimia lebih dominan daripada bersumber bahan organik tanaman sendiri, sebab panen tanaman pada dasarnya mengangkut semua bahan organik ke luar (Hislop, 2007).

Hubungan antara tanaman dengan gulma memainkan peran dalam menentukan kejadian dan dampak penyakit. Gulma dapat berinteraksi dengan patogen melalui beberapa cara, antara lain berperan sebagai agensi pengendali hayati gulma, gulma parasit dapat secara langsung berfungsi sebagai vektor

patogen tanaman, gulma dapat berfungsi sebagai gudang inang alternatif bagi patogen dan vektor, gulma dapat menjadi inang alternatif obligat bagi beberapa patogen (Wisler dan Norris, 2017). Pada percobaan asosiasi gulma sehubungan dengan kejadian penyakit bulai pada jagung, menurut Sudarma *et al.*, (2012) hubungan jumlah spesies gulma dengan kejadian penyakit bulai sangat bermakna ($P < 0,01$). Pada eradikasi gulma di tanaman padi sawah, gulma utama potensial sebagai sumber inokulum yang ditemukan adalah *Cyperus rotundus*, *C. iria*, *Fimbristylis miliacea*, dan *Echinochloa colonum*. Eradikasi gulma sebelum dan setelah tanam baik secara mekanis maupun aplikasi herbisida cenderung menekan populasi wereng hijau dan kejadian penyakit tungro (Praptana dan Senoaji, 2017). Hubungan penyakit busuk pangkal batang lada dengan adanya keberadaan gulma diungkap oleh Bande, *et al.*, (2015), jika gulma banyak, model perkembangan penyakit adalah Gompertz, dengan laju infeksi lebih rendah, namun bilamana hanya sedikit gulma, model perkembangan penyakitnya adalah logistik dengan laju infeksi lebih besar. Beberapa relasi spesies gulma dengan penyakit atau penyebab penyakit (patogen) tanaman dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Relasi Keberadaan Gulma dengan Kejadian Penyakit Tanaman

No	Spesies Gulma	Hubungan dengan Penyakit Tanaman/Patogen	Rujukan
1	<i>Amaranthus viridis</i>	Inang <i>Meloidogyne arenaria</i>	Kaspary, <i>et al.</i> , (2017)
2	<i>Tamarix nilotica</i>	<i>F. oxysporum</i> f.sp <i>radices-lycopersici</i>	Rekah, <i>et al.</i> , (2001)
3	<i>Ageratum conyzoides</i>	<i>Meloidogyne incognita</i>	Pavaraj, <i>et al.</i> , (2010)
4	<i>Solanum pseudocapsicum</i>	<i>Meloidogyne enterolobii</i>	Groth, M.Z <i>et al.</i> , (2016)
5	<i>Sida spinosa</i>	<i>Sclerotinia minor</i>	
6	<i>Datura stramonium</i>	<i>Tomato mosaic virus</i> (<i>Tobamovirus</i>) <i>Potato virus X</i> (<i>Potexvirus</i>)	Alemu, <i>et al.</i> , 2002
7	<i>Raphanus raphanistrum</i>	<i>Beet western yellows virus</i>	Aftab dan Freeman 2013, Zitter dan Provvidenti 1984
8	<i>Sorghum halapense</i>	<i>Maize dwarf mosaic virus</i>	Gatton, 2015

Metode Pengelolaan Gulma Berkelanjutan dalam Pertanian Konservasi

Pengelolaan gulma preventif. Titik fokus pengelolaan ini yaitu menghalangi masuknya gulma baru dan secara keseluruhan mengurangi munculnya propagasi gulma di lahan termasuk cara Undang-undang, cara mekanik, cara kultur teknis, cara biologi, dan cara kimia (Tjitrosoedirdjo *et al.*, 1984; Palou, 2008). Keberhasilan pengelolaan ini tergantung pemahaman petani tentang gulma yang umum ada di lahan serta makna pentingnya gulma tersebut. Keterkaitan beberapa spesies gulma genus *Solanum* dengan nematoda *Globodera rostochiensis* antara lain menunjukkan pentingnya peranan karantina tumbuhan yang secara aturan perundang-undangan mengurangi peluang munculnya gulma (Mimee *et al.*, 2014) dengan informasi seperti kemampuan reproduksi, lokasi dengan kepadatan gulma tinggi, dan dinamika populasi gulma berkait musim, oleh karenanya petani harus peduli dengan siklus hidup gulma, dan memiliki pengetahuan tentang apa yang harus dilakukan bilamana ingin mengurangi perkembangbiakan gulma di lahan (Cristoffoletti, 2007). Mencermati hal ini, berarti implementasi perundang-undangan karantina tumbuhan terkait genus *Solanum* perlu dilakukan sebab memiliki keterkaitan dengan perkembangan jasad pengganggu tanaman lainnya. Pengelolaan gulma secara preventif juga berarti mengurangi atau menghalangi jalur masuknya gulma baru maupun munculnya propagasi gulma di lahan melalui pergerakan manusia, hewan ternak, hewan kerja, hasil panen, bahan tanam serta alat-alat maupun mesin pertanian merupakan faktor penting untuk diperhatikan (Duary, 2014).

Pengendalian secara mekanik merupakan upaya menurunkan jumlah populasi gulma dengan tenaga manusia maupun menggunakan peralatan untuk menurunkan populasi gulma secara langsung. Menurut Rueda-Ayala (2010), pengendalian gulma secara mekanis terutama terkait dengan pengolahan tanah (misalnya pengolahan tanah tersier), tetapi juga pengolahan tanah primer dan sekunder yang dapat mempengaruhi gulma. Pengolahan tanah dilakukan dengan garu, cangkul, sikat dan sejumlah alat khusus untuk pengendalian gulma di dalam baris tanaman. Pengendalian mekanik ini berkaitan dengan pengendalian gulma secara kultur teknis manakala yang dilihat adalah hasil akhir (gulma dapat dikendalikan) dan tanaman dapat terselamatkan. Sesungguhnya hasil langsung atas tindakan ini ditujukan untuk perubahan terbaik kualitas dan kuantitas tanaman, namun akibat tindakan itu gulma mengalami dampaknya.

Sejumlah penelitian pengendalian gulma nonkimia telah difokuskan pada optimalisasi penggunaan metode penyirianan termal baik dengan

penyalaan dengan *burner* maupun penguapan. Penggunaan robot untuk pengendalian gulma pada untuk tanaman baris dengan jarak yang cukup lebar antara individu tanaman serta merupakan harapan (Melander *et al.*, 2005). Pembangkitan termal untuk pengendalian gulma dapat berupa penggunaan mulsa plastik. Hasil penelitian Paiman (2014), tampak bahwa pada tanah yang dipanaskan (solarisasi dengan penutupan plastik bening) suhu dapat naik hingga 52 °C, dibanding dengan tanpa solarisasi hanya 36 °C. Cara ini dilakukan sebaiknya di sebelum tanam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lembaran plastik transparan dan lama solarisasi tanah 30 hari paling efektif mematikan propagul gulma pada kedalaman tanah 0-6 cm, tetapi tidak mematikan umbi *Cyperus rotundus* pada kedalaman tanah yang lebih dalam.

Sehubungan dengan pemanfaatan panas maka penggunaan api adalah hal yang umum dalam pengendalian gulma serta budidaya tanaman, bahkan secara tradisional sering dilakukan. Penggunaan api harus terkontrol dengan baik agar fokus pada gulma yang dikendalikan dan tidak menjalar ke tempat lainnya. Kelemahan penggunaan api adalah hanya efektif pada bagian gulma di permukaan tanah sementara bagian lainnya berupa propagul banyak yang ada di dalam tanah. Gulma pada dasarnya beradaptasi untuk meregenerasi dengan cepat dari sel meristematik dari sel daun dan pucuk apikal yang mungkin saja tertinggal di dalam tanah (Lefevre *et al.*, 2001; Wood, 2004 dalam Winer, 2014).

Pemulsaan, baik organik seperti jerami padi maupun mulsa plastik (anorganik) memberikan pengaruh kepada pertumbuhan gulma. Menurut Hutabarat (2019), Penggunaan mulsa mampu menghasilkan pengaruh yang berbeda nyata pad setiap variabel yang diamati. Bobot kering gulma terkecil diperoleh pada perlakuan mulsa plastik hitam perak sementara pada jenis mulsa organik, mulsa limbah kopi menghasilkan bobot kering gulma terkecil. Penggunaan mulsa limbah kopi mampu menghasilkan variabel pertumbuhan tanaman dan hasil tanaman terbaik. Penggunaan mulsa limbah kopi dan mulsa sekam padi mampu meningkatkan hasil tanaman masing-masing sebesar 113,4% dan 108,07%, sementara penggunaan mulsa plastik hitam perak mampu menekan pertumbuhan gulma hingga 98%.

Organisme asli serta asing yang menyerang gulma saat ini banyak yang menjadi bahan evaluasi sebagai agen kontrol biologis, yang dapat melengkapi metode konvensional terutama di mana beberapa gulma telah mengembangkan resistansi terhadap pengendalian kimia. Hal ini dievaluasi atas alasan lingkungan, kesehatan, ekonomi dan keberlanjutan tertentu yang menguntungkan (Ani *et al.*, 2018). Metode ini tidak cocok untuk semua jenis

gulma sehingga perlu pertimbangan. Fakta di lapangan bahwa gulma introduksi cocok sebagai target kontrol biologis. Pengendalian secara biologi kurang berbahaya untuk lingkungan, tidak memiliki efek residu sebagaimana herbisida, relatif murah, secara komparatif memiliki efek jangka panjang, tidak berbahaya bagi tanaman not-target, sangat efektif untuk daerah bukan untuk wilayah budidaya tanaman. Di samping itu beberapa ikan, siput, dan hewan lainnya dapat mengubah vegetasi gulma menjadi pakan bagi hewan di laut (Telkar *et al.*, 2015).

Kesimpulan

Pengendalian gulma untuk pertanian konservasi sangat dinamis dan berkembang sesuai dengan waktu serta penguasaan ilmu pengetahuan, teknologi dan keterampilan, tidak merekomendasikan penggunaan bahan kimiawi sintetis dalam bentuk herbisida, namun mendorong menggunakan semua teknik yang bermasukan energi rendah.

Referensi

- Aftab, M., and A. Freeman. 2013. Temperate pulse viruses: Beet western yellows virus (BWYV). Agriculture Victoria, Note AG1419.
- Alemu, T., J. Hamacher, and H. W. Dehne. 2002. The role of some weeds as hosts of Capsicum viruses in the rift valley parts of Ethiopia. Meded Rijksuniv Gent Fak Landbouwkde Toegep Biologische Wetenschappen 67: 283-289.
- Ani, O., O. Onu, G. Okoro dan M. Uguru. 2018. Overview of Biological Methods of Weed Control. (Overview of Biological Methods of Weed Control | Intech Open).
- Bande, L.O.S., B. Hadisutrisno, S. Somowiyarjo, dan B. H. Sunarminto, 2015. Epidemi penyakit busuk pangkal batang lada pada kondisi lingkungan yang bervariasi. *J. HPT Tropika*. 15(1): 95-103. ISSN 1411-7525.
- BPS. 2018. Populasi Penduduk Indonesia 2015-2045 Hasil Supas 2015. Jakarta. 505 hal.
- Cristoffoleti, P.; Carvalho, S.; Nicolai, M.; Doohan, D.; VanGessel, M. Prevention strategies in weed management. In Non-Chemical Weed Management.
- Duary, B. 2014. Weed prevention for quality seed production of crops. SATSA Mukhapatra-Annual Technical Issue 18: 48-57. ISSN 0971-975X.

- Fuadi, N.A., M. Yanuar J. Purwanto, Suria Darma Tarigan. 2016. Kajian kebutuhan dan produktivitas padi sawah dengan sistem pemberian air secara SRI dan konvensional menggunakan irigasi pipa. *J. Irrigasi* 11(1): 23-32.
- Gatton, H. A. 2015. Crop profile for sweet corn in Virginia. IPM Crop Profiles, Virginia Polytechnic Institute & State University.
- Gnanavel, I. 2015. Eco-friendly weed control options for sustainable agriculture. *Science International* 3 (2): 37-47. Diakses 9 Mei 2021. <https://scialert.net/abstract/?doi=sciintl.2015.37.47>
- Groth, M.Z., C. Bellé, K. L. T. Cocco, T. E. Kaspary, G. Casarotto, L. Cutti, dan J. Schmitt. 2016. First report of meloidogyne enterolobii infecting the weed Jerusalem cherry (*Solanum pseudocapsicum*) in Brazil. *Plant Disease* 101 (3) Diakses pada 13 Mei 2021. <https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PDIS-09-16-1234-PDN>
- Hislop, H. 2007. The nutrient cycle. closing the loop. Green Aliance. 48 halaman.
- Hollowell, J.E, B. B. Shew. 2007. First report of sclerotinia minor on sida spinosa in north carolina. *Plant Disease*. 89 (10). <https://doi.org/10.1094/PD-89-1128A>.
- Hutabarat, R.T. 2018. Pengaruh penggunaan beberapa jenis mulsa terhadap pertumbuhan gulma dan hasil tanaman mentimun. (*Cucumis sativus* L.). Skripsi Sarjana. Universitas Bengkulu.
- Kaspary, T.E. C. Bellé, M. Z. Groth, K. L. T. Cocco, L. Cutti, G. Casarotto. 2017. Amaranthus viridis is a weed host of meloidogyne arenaria in Rio Grande do Sul State, Brazil. *Plant Disease*, 101 (4) diakses 9 Mei 2012.
- Las, I., K Subagyono, dan A.P. Setyanto. 2006. Isu pengelolaan lingkungan dalam revitalisasi pertanian. Reprint *Jurnal Litbang Pertanian* Vol. 25 Nomor 3.
- Lefevre L, Blanchet P & Angoujard G (2001) Non-chemical weed control in urban areas. In: The British Crop Protection Council Conference: Weeds 2001 (ed. CR Riches), 709–714. British Crop Protection Council, Farnham, UK.
- Melander, B., I.A. Rasmussen, dan P. Barberi (2005) Integrating physical and cultural methods of weed control-examples from European research. *Weed Science* 53:369–381.
- Paiman 2014. "Kajian Solarisasi Tanah untuk Pengendalian Gulma Pra-Tanam pada Tanaman Cabai". Disertasi Doktor, UGM.

http://etd.repository.ugm.ac.id/home/detail_pencarian/70581 diakses
7 April 2020)

- Palou, A.; Ranzenberger, A.; Larios, C. Management of herbicide-resistant weed populations: 100 questions on resistance. Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy, 2008.
- Praptana R.H, W. Senoaji. 2017. Pengaruh eradicasi gulma terhadap perkembangan populasi wereng hijau dan kejadian penyakit tungro pada padi. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, Desember 2017 Vol. 22 (3): 198–204
- Rekah Y., Shtienberg D., Katan J. 2001. Role of the shrub *Tamarix nilotica* in dissemination of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. *Plant Disease*. 85 (7): 735-739.
- Rueda-Ayala, V., J. Rasmussen, dan R. Gerhards. 2010. Mechanical weed control (Chap.17). *Cit. E.-C. Oerke et al. (eds.)*, Precision Crop Protection-the Challenge and Use of Heterogeneity. DOI 10.1007/978-90-481-9277-9_17,
- Safdar ME, Tanveer A, Khalid A, Maqbool R. Critical competition period of parthenium weed (*Parthenium hysterophorus* L) in maize. *J Crop Prot*. 2016; 80:101-107
- Sudarma, I.M. I.K Suada, K.A. Yuliadhi, dan N.M. Puspawati. 2012. Hubungan antara keragaman gulma dengan penyakit bulai pada jagung (*Zea mays* L.) stadium pertumbuhan vegetatif. *AGROTROP*, 2(1): 91-99 (2012)
- Telkar, S. G., Gurjar G. N., Dey Joy Kumar, Kant Kamal, Solanki Shivendu Pratap Singh. 2015. Biological weed control for sustainable agriculture. *IJEP*. 2 (4).
- Tjitrosoedirdjo, S., I. H. Utomo, J. Wiroatmodjo. 1984. Pengendalian gulma di perkebunan. Gramedia. Jakarta.
- Upadhyaya, M., Blackshaw, R., Eds. Principles, concepts and technology. CAB International: London, UK, 2007; pp. 1–16. ISBN 9781845932909.
- Winer, J. 2014. Holistic weed control practice for urban storm water catchments. Global trends, methods, limitations and cost benefits. *Stormwater 2014: 3rd National Conference on Urban Water Management*, 13-17 October 2014
- Wisler, G.C. dan R.F. Noris. 2005. Interactions between weeds and cultivated plants as related to management of plant pathogens. *Weed Sci*. 53(6): 914-917. <https://doi.org/10.1614/WS-04-051R.1>

Wu, J. Huanhuan Zeng Fan Zhao, Chunfeng Chen, Xiaojin Jiang, Xiai Zhu, Pingyuan Wang Zhixiang Wu, Wenjie Liu. 2020. The nutrient status of plant roots reveals competition intensities in rubber agroforestry Systems. forest. 11(11). Diakses pada 10 Mei 2021.
<https://doi.org/10.3390/f11111163>

Zitter, T. A., and J. F. Murphy. 2009. Cucumber mosaic virus. The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHII-2009-0518-01.

<http://agriculture.vic.gov.au/agriculture/pests-diseases-and-weeds/plant-diseases/grains-pulsesand-cereals/temperate-pulse-viruses-beet-western-yellowsvirus-bwv>

<https://dicoagroecologie.fr/en/encyclopedia/closing-nutrient-cycles/>

<https://doi.org/10.1094/PDIS-10-16-1428-PDN>

https://ipmdata.ipmcenters.org/documents/cropprofiles/VA_CP_SweetCorn_2015.pdf

<https://kaltim.bps.go.id/publication/2021/02/26/be2498bbcd1727ce780e4814/provinsi-kalimantan-timur-dalam-angka-2021.html>

<https://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/viruses/Pages/Cucumbermosaic.aspx>

PERTANIAN MASA DEPAN

Mulyadi

Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Pendahuluan

Pembangunan pertanian di Indonesia perlu dan harus terus dikembangkan serta diarahkan agar tercapai pertanian yang tangguh. Peningkatan produksi pertanian sebagai realisasi dari pembangunan pertanian telah ditempuh dengan cara ekstensifikasi, intensifikasi, dan diversifikasi. Salah satu bentuk intensifikasi pertanian di Indonesia adalah revolusi hijau. Revolusi hijau di Indonesia merupakan sistem pertanian yang terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan ekonomi secara global, khususnya di bidang pertanian.

Pelaksanaan program intensifikasi pertanian seiring berjalannya waktu ternyata tidak sesuai dengan yang diharapkan. Banyak penggunaan input usahatani yang tidak memperhatikan keseimbangan ekosistem, walaupun sebenarnya tujuan utama penggunaan input tersebut dimaksudkan supaya memberikan peningkatan produksi dalam usahatani dan nantinya akan memperkuat sektor pertanian sebagai salah satu sektor pembangunan.

Adanya dampak buruk intensifikasi pertanian tersebut memberi pelajaran untuk mengubah orientasi pembangunan ke arah pembangunan pertanian berkelanjutan. Salah satu bentuk pertanian berkelanjutan yang diterapkan di Indonesia adalah pertanian organik. Menurut Hakim *et al.*, (2014), pertanian organik merupakan suatu sistem pertanian yang didesain dan dikelola sedemikian rupa sehingga mampu menciptakan produktivitas yang berkelanjutan. Perkembangan pertanian organik di Indonesia di mulai pada awal 1980-an yang ditandai dengan bertambahnya luas lahan pertanian organik, dan jumlah produsen organik Indonesia dari tahun ke tahun.

Kelelahan Lahan Pertanian

Istilah kelelahan lahan dan tanah sakit, belum ada definisi ilmiahnya karena dua istilah tersebut digunakan untuk menggambarkan secara kualitatif-empiris beban lahan yang secara terus-menerus digunakan dalam penyediaan pangan bagi kehidupan manusia. Sejarah penggunaan lahan sama lamanya dengan sejarah kehidupan manusia dari generasi ke generasi. Reformasi

kebijakan menuju transformasi pembangunan pertanian dengan konsep pertanian modern, ekologis dan berkelanjutan untuk memproduksi bahan pangan yang merupakan sumber energi bagi kehidupan dan tidak dapat dihentikan, sebagaimana halnya kebutuhan energi untuk mesin. Pertanian merupakan sentral seluruh kegiatan dinamis kehidupan manusia (*the centre of all human dynamic activities*). Tidak akan ada kegiatan dan aktivitas manusia modern, apabila tidak ada kegiatan usaha pertanian.

Hal ini tidak pernah disadari oleh manusia yang bekerja pada bidang nonpertanian karena selama ini ketersediaan bahan pangan dianggap sebagai sesuatu yang pasti ada (*taken for granted*), seperti halnya ketersediaan air minum dan atau oksigen. Padahal faktanya pangan harus diproduksi dengan kerja keras pada lahan yang digunakan terus menerus dalam rentan waktu yang lama. Pada dua dasawarsa terakhir abad ke-20, dan pada tahun-tahun selanjutnya, bahan pangan bahkan diperuntukkan bagi bahan energi substitusi untuk sumber energi automotif dan mesin. Walaupun secara sepintas, penyediaan energi substitusi ini bersifat terbarukan, akan tetapi beban lahan untuk penyediaan pangan bagi manusia ditambah lagi oleh beban bahan energi substitusi, akan mengakibatkan tekanan yang sangat berat terhadap lahan pertanian. Akibatnya produksi bahan pangan dan bahan energi dipacu dan dimaksimalkan dari lahan yang luasannya konstan dan bahkan cenderung berkurang. Pengusahaan lahan untuk pertanian secara super intensif, terutama di negara-negara yang luasan lahannya sangat terbatas seperti Indonesia, mengakibatkan terjadinya *stres farm lands* atau lahan yang mengalami cekaman atau tekanan di luar kemampuan normalnya.

Swaminathan (1997) menyebut kondisi stres lahan tersebut sebagai kelelahan tanah (*soil fatigue*) yang akan berakibat terjadinya disfungsi elemen pembentuk tanah. Swaminathan menyamakan *soil fatigue* dengan *metal fatigue*, yang mengakibatkan metal logam menjadi regas, mudah patah. Secara empiris, contoh kerusakan tanah terjadi pada berbagai jenis tanah sehingga tanah tidak dapat digunakan untuk usaha pertanian karena tanah menjadi padat; tanah didominasi oleh fraksi pasir, tanah menjadi masam; salin; atau berkapur tinggi; atau lapisan olah tanah hilang.

The World Watch Institute (2007) dalam bahasannya tentang tanda-tanda kehidupan penting dunia (*world vital signs*), mengingatkan bahwa penyediaan pangan dan energi untuk pasar dunia telah memperberat tekanan terhadap sumber daya lahan, yang sebenarnya lahan justru menjadi penyangga ekonomi dunia. Kebutuhan pangan dan energi merupakan kegiatan ekonomi terbesar di dunia, di mana kompetisi permintaan antarkeduanya berakibat

negatif terhadap sumber daya lahan dan air, yang akan memiliki dampak besar dalam jangka panjang. Dicontohkan, bahwa jagung di Amerika Serikat secara konvensional merupakan bahan industri pakan ternak, minyak goreng dan sedikit sebagai bahan pangan. Mulai tahun 1980, jagung digunakan sebagai bahan bakar berupa etanol, yang mana sebelum tahun 2000, kebutuhan jagung untuk etanol hanya sekitar 6% dari total produksi jagung nasional, tetapi pada tahun 2006 telah meningkat menjadi 20% atau 55 juta ton jagung, menyamai jumlah jagung yang diekspor oleh Amerika. Diversifikasi penggunaan jagung ini telah mengakibatkan harga jagung meningkat dua kali lipat. Demikian juga Reformasi Kebijakan Menuju Transformasi Pembangunan Pertanian, khususnya kedelai yang penggunaan konvensionalnya untuk minyak goreng dan pakan ternak, mulai awal abad XXI digunakan untuk bio-diesel sebagai bahan bakar mesin diesel. Pada tahun 2005 sekitar 92% dari 250 juta liter bio-diesel di Amerika Serikat berasal dari minyak kedelai. Hal ini yang menyebabkan harga kedelai di pasar internasional naik tajam.

Dalam kondisi yang berbeda, lahan pertanian di Indonesia untuk memproduksi bahan pangan, juga mengalami beban yang sangat berat oleh kebutuhan pangan yang besar bagi menghidupi 250 juta penduduk Indonesia. Bahan pangan pokok bangsa Indonesia yang didominasi beras, harus dihasilkan dari lahan sawah yang luasnya hanya sekitar 7,9 juta ha. Ini berarti lahan harus dipaksa untuk berproduksi secara maksimal, yang mengakibatkan terjadinya stres terhadap lahan, stres terhadap ekologi dan ekosistem yang mengakibatkan terjadinya kelelahan tanah (*soil fatigue*), yang akhirnya akan berdampak terhadap penurunan tingkat kemampuan keberlanjutan produksi.

Walaupun tanah pada lahan sawah dianggap memiliki kemampuan untuk memperbarui sifat-sifatnya oleh perlakuan usahatani yang intensif (Greenland, 1997), akan tetapi gejala-gejala kelelahan tanah sawah yang dicirikan oleh rendahnya aktivitas mikroba tanah, rendahnya kandungan bahan organik tanah dan menurunnya efisiensi serapan hara oleh tanaman, mulai terjadi (Abrol *et al.*, 1997; Sisworo, 2006).

Secara empiris, petani lahan sawah di Banten dan Lampung mengamati bahwa sekarang ini tanah memerlukan air pengairan yang lebih banyak, dosis pupuk yang lebih tinggi, dan lapisan lumpur yang lebih dangkal (Sumarno dan Kartasasmita, 2011). Kekhawatiran akan terjadinya tanah sakit, juga dinyatakan oleh Sisworo (2006), sebagai akibat oleh penggunaan pupuk anorganik dosis tinggi secara terus-menerus dan tidak digunakannya pupuk organik. Penelitian terhadap penerapan teknologi revolusi hijau dalam jangka panjang (8-30 tahun), dilaporkan oleh Duxbury *et al.*, (2000) dan oleh Ladha

et al., (2003), yang menyatakan bahwa secara umum telah menurunkan produktivitas padi sawah rata-rata 0,1 ton/ha/5 tahun pada dosis pupuk konstan. Penerapan teknologi revolusi hijau pada padi sawah di Indonesia, telah berjalan lebih dari 40 tahun sehingga diperkirakan telah terjadi penurunan kemampuan produktivitas lahan (dengan dosis pupuk konstan) sebesar $40 \times 20\text{kg} = 0,8$ ton/ha. Dalam praktik di lapangan, penurunan produktivitas ini tidak diketahui karena diimbangi oleh pemberian dosis pupuk yang lebih tinggi.

Kesadaran masyarakat pertanian tentang pentingnya pemeliharaan keberlanjutan produksi lahan pertanian masih sangat rendah. Sumarno dan Kartasasmita (2011) dari penelitian di Provinsi Banten dan Lampung menyimpulkan bahwa konsep pelestarian sumber daya lahan untuk keberlanjutan sistem produksi pertanian belum dipahami oleh para pejabat Dinas Pertanian Provinsi, Kabupaten dan Penyuluhan Pertanian, dan lebih lagi belum dimengerti oleh petani. Pada sisi lain, telah diamati adanya gejala penurunan mutu sumber daya lahan sawah yang perlu mendapat perhatian dari pemerintah. Reformasi Kebijakan Menuju Transformasi Pembangunan Pertanian menuju Konsep Pertanian Modern, Ekologis Dan Berkelanjutan, Kelelahan tanah sawah banyak mendapat perhatian dari Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) yang bergerak di bidang lingkungan. Tindakan koreksi yang mereka advokasikan adalah praktik pertanian input organik, yang mereka yakini akan memulihkan kesuburan dan kesehatan tanah (Amani Organik, 2003; Sutanto, 2002). Untuk diterapkan secara terbatas bagi pemenuhan konsumen khusus, pertanian input organik dapat dianjurkan. Akan tetapi untuk memenuhi kebutuhan pangan bagi 250 juta jiwa penduduk Indonesia, pertanian input organik sangat mengkhawatirkan.

Penerapan teknologi revolusi hijau yang ramah lingkungan, yang merupakan pertanian modern ekologis dan konservatif, seperti yang antara lain dirumuskan sebagai teknologi revolusi hijau lestari, merupakan opsi yang lebih rasional (Sumarno, 2007). Kelelahan lahan (*soil fatigue*) atau tanah sakit sebagai akibat penerapan teknologi revolusi hijau intensif, memang belum ditunjukkan oleh data dan belum dapat dibuktikan secara ilmiah, akan tetapi gejala-gejala empiris mulai dirasakan di lapangan. Kita tidak harus menunggu sampai sumber daya lahan benar-benar menjadi rusak karena kerusakan itu pasti akan terjadi hanya persoalan waktu saja (Brown dan Kane, 1979).

Reorientasi Pertanian Produktivitas Maksimal

Produktivitas maksimal pada usahatani padi sawah, dinilai tidak kondusif terhadap kelestarian lingkungan dan berkelanjutan. Hal tersebut disebabkan oleh berbagai tindakan yang dilakukan untuk memperoleh produktivitas maksimal beserta akibatnya, antara lain:

1. Pemberian pupuk anorganik dosis tinggi atau secara berlebihan;
2. Pengendalian hama penyakit bersifat protektif, ikut membasmu musuh alami;
3. Keseimbangan ekologi biota terganggu, berakibat timbulnya super strain serangga hama dan patogen penyakit;
4. Timbul gejala kekahatan unsur hara mikro oleh pemberian pupuk hara makro dosis tinggi;
5. Efisiensi agronomi pupuk menurun;
6. Keuntungan ekonomis usahatani menurun;
7. Insidensi hama penyakit tanaman lebih tinggi oleh gejala efek pletora;
8. Terjadi degradasi lahan (*soil fatigue*); dan
9. Produktivitas lahan pada akhirnya cenderung menurun.

Terdorong oleh kebutuhan pangan nasional yang terus meningkat dan usaha mencapai swasembada beras, kementerian pertanian memprogramkan produksi beras yang terus meningkat pada luasan lahan sawah yang terbatas. Pembangunan pertanian (tanaman pangan) selama ini dimaknai sebagai program peningkatan produksi pangan pada lahan sawah yang tersedia, melalui perbaikan mutu intensifikasi dan peningkatan intensitas tanam padi. Dua hal tersebut pada dasarnya adalah upaya memaksimalkan produktivitas lahan yang akan berdampak negatif pada lahan.

Keterlibatan petani lebih sering diborongkan, dibagikan hasilkan. Petani sebagai operator industri yang memiliki kemampuan kapasitas terpasang, lahan pertanian juga memiliki kemampuan produksi tertentu, pada batas mana peningkatan produktivitas menjadi kurang ekonomis dan justru akan merusak mutu sumber daya lahan. Dengan mengadakan reorientasi produktivitas menuju keuntungan usahatani optimal secara berkelanjutan maka target produktivitas menjadi lebih wajar, tidak terjadi penggelembungan angka laporan produktivitas padi. Suyamto dan Zaini (2010) membuat estimasi produktivitas rata-rata nasional maksimal, apabila teknologi budidaya baku diterapkan dan tidak terjadi gangguan OPT dan kekeringan/kebanjiran secara ekstrem, sebesar 5,68 ton/ha GKG atau 7,1 ton/ha GKP. Akan tetapi untuk mencapai produktivitas rata-rata 5,68 ton/ha GKG tersebut, persyaratannya hampir mustahil dapat dipenuhi secara nasional, dikarenakan sangat

beragamnya kesuburan tanah, kurang optimalnya pengairan, masih tingginya insidensi OPT serta sangat beragamnya kemampuan modal petani. Dengan demikian, produktivitas padi nasional yang kini mencapai 5,1 ton/ha GKG, diperkirakan sudah *over estimate* atau bias ke atas. Tanaman padi di lapangan terutama padi MK-II masih sangat luas yang produktivitasnya hanya 4,0-4,5 ton/ha GKP atau 3,2-3,6 ton/ha GKG. Teknologi revolusi hijau yang diadopsi oleh petani padi sawah di Indonesia sejak 1970-an, pada dasarnya adalah teknologi untuk memaksimalkan produktivitas.

Dibandingkan dengan produktivitas padi sebelum penerapan teknologi revolusi hijau yang hanya 2,5 ton/GKG/ha, produktivitas padi sawah yang berpengairan cukup pada tahun 1980-2000 mencapai 5-6 ton/ha GKG. Pencapaian produktivitas maksimal tersebut dicapai dengan penanaman varietas unggul berdaya hasil tinggi, pupuk anorganik dosis tinggi dan proteksi tanaman dari hama-penyakit. Implikasi dari maksimalisasi produktivitas lahan adalah: (1) Varietas yang ditanam petani seragam dalam hamparan Reformasi Kebijakan Menuju Transformasi Pembangunan Pertanian melalui Konsep Pertanian Modern, Ekologis dan Berkelanjutan Luas, yaitu varietas yang dinilai produktivitasnya terbaik pada masa yang bersangkutan; (2) Pupuk anorganik, terutama urea dan atau ZA, diberikan dalam jumlah tinggi, (3) Tanaman dijaga dari insidensi hama-penyakit dengan penggunaan pestisida secara liberal; (4) Selama tersedia air, petani terus menerus menanam padi 5 kali dalam 2 tahun, yang akan diikuti oleh lima kali tanam padi dalam dua tahun berikutnya tanpa ada rotasi tanaman.

Intensitas bertanam padi yang sangat tinggi, dapat menimbulkan efek samping yang bersifat negatif sebagai berikut:

1. Tanah tidak sempat istirahat, selalu tergenang air dalam kondisi reduktif;
2. Petani tidak sempat membusukkan jerami, justru melakukan pembakaran jerami;
3. Pengolahan tanah cenderung tergesa-gesa, lapisan olah tanah dangkal;
4. Drainase tanah menjadi buruk dan tidak terjadi oksidasi tanah;
5. Bibit hama-penyakit terakumulasi;
6. Pengaruh alelopati diperkirakan terjadi;
7. Hama dan penyakit menjadi adaptif atau menyesuaikan dengan inangnya sehingga sifat varietas tahan terhadap hama dan penyakit menjadi patah;
8. Tanaman padi menjadi rentan terhadap serangan hama-penyakit, dan epidemi OPT akan terjadi secara luas;

9. Terjadi penambangan hara tanaman dari dalam tanah sehingga sering terjadi kahat unsur hara mikro;
10. Terjadi gejala kelelahan tanah (*soil fatigue*) karena lahan sawah terus menerus ditanami padi tanpa istirahat;
11. Efisiensi pupuk menjadi menurun;
12. Keuntungan ekonomis menurun, sesuai dengan hukum *Law of Diminishing Return*;
13. Terdapat risiko kerusakan tanaman atau kegagalan panen dan ketidakberlanjutan produksi, oleh berbagai hal tersebut di atas, terkait dengan penggunaan input tinggi.

Walaupun dampak negatif dari maksimalisasi produktivitas tersebut belum seluruhnya terlihat dan dirasakan saat ini, namun gejala-gejalanya sudah mulai terdeteksi (Sumarno dan Kartasasmita, 2011). Banyak faktor sosial yang kurang kondusif terhadap pemahaman dan upaya pencegahan dampak negatif tersebut antara lain:

1. Lahan sawah dikelola oleh bukan pemilik lahan, dalam bentuk kontrak jangka pendek melalui bagi hasil, sewa, gadai, kedokan dan borongan pengkerjaan;
2. Kesadaran akan pentingnya menjaga mutu lahan untuk penggunaan jangka panjang masih lemah atau belum ada;
3. Tidak terdapat program penyuluhan dari pemerintah tentang perlunya pelestarian mutu sumber daya lahan;
4. Program pembangunan pertanian ditekankan pada peningkatan produksi pangan untuk mencapai target produksi yang terus meningkat;
5. Harga pupuk disubsidi pemerintah menjadikan sangat murah sehingga petani menggunakan pupuk secara liberal melebihi dosis optimum;
6. Karena pemilikan lahan sempit, petani berupaya memperoleh hasil panen yang lebih banyak dari lahan yang dimiliki;
7. Petani penggarap secara musiman berupaya memperoleh hasil setinggi-tingginya dari musim tanam terkait; dan
8. Petani memang belum tahu akibat negatif dari praktik penggunaan input sangat tinggi untuk memaksimalisasi produktivitas lahannya.

Lahan sawah sebenarnya serupa fungsinya dengan mesin industri pada suatu pabrik. Apabila mesin dipaksa bekerja melebihi kapasitas pasang secara terus-menerus tanpa dilakukan perawatan secara reguler, setelah jangka waktu tertentu pasti mengalami kerusakan mesin secara parah. Begitu juga halnya dengan lahan sawah.

Dasar-Dasar Kesuburan Tanah Berbasis Siklus Hara

Peningkatan kesuburan tanah adalah sesuatu yang sudah menjadi perhatian serius dan bernilai kritis bagi para penggiat pertanian organik maupun untuk mempertahankan pemanfaatan lahan untuk pertanian berkelanjutan. Konservasi kesuburan tanah dikalangan petani maupun praktisi lainnya kurang mendapat perhatian yang cukup di mana konsep dasar pertanian organik adalah sistem pertanian yang mengutamakan kesuburan tanahnya berasal dari kesuburan tanah alami melalui siklus hara hasil dekomposisi dan mineralisasi bahan organik. Tanah-tanah yang telah dieksplorasi terus menerus untuk budidaya pertanian dari tahun ke tahun akan rusak dan menurun drastis kualitasnya yang pada akhirnya tidak dapat memberikan harapan untuk pertanian berkelanjutan. Mempertahankan kesuburan tanah lahan pertanian menjadi tantangan masyarakat tani, praktisi pertanian dan akademisi untuk mensosialisasi pentingnya mempertahankan bahan organik tanah dan temuan-temuan teknologi tepat guna yang lebih praktis dan mudah untuk diaplikasikan petani agar pertanian berkelanjutan dan bersifat organik data terealisasi dengan baik. Hal ini bias tercapai jika perawatan tanah menjadi perhatian utama selain produktivitas.

Perawatan tanah dengan cara mengembalikan bahan organik ke dalam tanah adalah suatu kebijakan yang tepat dan penuh tanggung jawab untuk mempertahankan kesuburan dan kesehatan tanah melalui siklus hara yang tentunya akan menjaga keseimbangan ekosistemnya. Praktik-praktik peningkatan bahan organik tanah telah dilakukan oleh petani-petani Eropa Utara sejak berabad-abad yang lalu melalui pemberian pupuk kandang cair (*green manure*) sebelum diolah lahannya dan hingga sekarang masih dilakukan. Penciri akibat pemberian pupuk kandang cair tersebut dapat terdeteksi hingga kedalaman lebih dari satu meter pada profil tanah yang dalam genesis tanah dikenal dengan plagen epipedon. Bahan organik yang diberikan/dikembalikan ke dalam tanah sangat mempengaruhi sifat fisik dan kimia tanah baik berupa kemampuan menukar kation karena memiliki koloid yang sangat tinggi, memantapkan agregat tanah dan menyediakan senyawa energi dan senyawa pembentuk tubuh jasad mikro. Bahan organik tanah berasal dari jaringan tumbuhan dan hewan. Bahan-bahan seperti akar pohon, semak-semak, rumput dan tanaman tingkat rendah lainnya tiap tahun menyediakan sejumlah besar sisa-sisa organik. Begitu pula hewan-hewan yang mengkonsumsi jaringan tanaman untuk mempertahankan hidupnya, juga memberikan hasil samping dan meninggalkan bagian tubuhnya sebagai sumber bahan organik. Bentuk kehidupan hewan seperti cacing tanah,

sentipoda dan semut memegang peranan penting dalam pengubahan sisa-sisa tumbuhan. Bahan organik sangat berpengaruh terhadap sifat fisika dan kimia tanah, setidaknya separuh dari kemampuan pertukaran kation dan kemantapan agregat tanah. Bahan organik juga menyediakan senyawa energi dan pembentuk jasad mikro tanah.

Humus adalah istilah yang sangat populer yang memberikan pengertian umum tentang bahan organik tanah mati dalam berbagai tahap dekomposisi, dan ungkapan "bahan organik tanah" lebih dikenal oleh masyarakat umum. Humus merupakan suatu koloid tanah tingkat tinggi yang berbentuk amorf dengan muatan *acidoid* yang punya kemampuan kapasitas pertukaran kation berkisar antara 200-500 meq/100 gram humus, membentuk kompleks *clay-humus* dan juga melepaskan sejumlah hara NPK selama proses dekomposisi dan mineralisasinya serta kemampuan mengabsorpsi air yang juga tinggi yaitu sekitar 80-90% dari bobotnya.

Peningkatan kesuburan tanah sudah merupakan nilai kritis bagi para pionir pertanian organik, konservasi tanah tidak selalu mendapat perhatian yang cukup. Namun pertanian organik bergantung pada kesuburan tanah alami yang baik. Tanah yang telah dieksplorasi untuk budidaya dan rusak tidak dapat memberikan harapan untuk pertanian berkelanjutan. Mempertahankan kesuburan tanah membutuhkan banyak perawatan.

Bahan organik sangat berpengaruh terhadap sifat fisika dan kimia tanah, setidaknya separuh dari kemampuan pertukaran kation dan kemantapan agregat tanah. Bahan organik juga menyediakan senyawa energi dan pembentuk jasad mikro tanah. Humus adalah istilah yang sangat populer yang memberikan pengertian umum tentang bahan organik tanah yang telah mati dalam berbagai tahap dekomposisi, dan istilah "bahan organik tanah" lebih dikenal oleh masyarakat umum.

Kesuburan tanah adalah fondasi pertanian yang tak tergantikan, dengan cara ini tanah berada di tangan para masyarakat/petani yang memelihiaranya, bukan oleh para spekulasi. Menghadapi tantangan abad ke-21, pemahaman dan pengetahuan praktis akademisi harus dipadukan dengan lebih baik agar masyarakat dapat memahaminya secara gamblang dan dapat diterapkan secara maksimal yang tentunya juga dapat memberikan hasil yang baik.

Kesuburan Tanah-Istilah yang Mengalami Perubahan

Pertanian organik telah berkembang sebagai pendekatan pertanian sejak awal abad ke-20. Namun, akar sejarahnya setua pertanian itu sendiri. Selama beberapa dekade, pertanian organik diperlakukan dan dikembangkan hanya

pada jaringan pertanian skala kecil. Tahun 1980-an dan 1990-an terlihat peningkatan pengakuan dan diterima masyarakat terhadap pendatang baru yaitu pertanian organik sebagai produk yang sehat dan ramah lingkungan dalam sistem pertanian.

Munculnya ilmu pertanian terapan, produksi pertanian terhadap pemanfaatan tanah sebagai media tumbuh dianggap sebagai ukuran kesuburan yang esensial. Kandungan hara tanah (terutama Nitrogen, Fosfor, dan Potas) ditafsirkan sebagai indikator kesuburan sehingga pupuk buatan disuplai sesuai permintaan dan peran pupuk buatan tersebut mengantikan kesuburan tanah mandiri melalui siklus hara tergantikan. Tetapi dengan sumber daya yang semakin berkurang, khususnya bahan baku pupuk buatan, adanya kelelahan tanah akibat pemupukan yang berlebihan, produktivitas menurun dengan menggunakan pupuk dan dosis yang sama berakibat bergesernya pemahaman kesuburan tanah ke arah lain. Efisiensi siklus hara dalam tanah, terutama pengembalian sisa-sisa jaringan tanaman/bahan organik dari tanaman yang dihasilkan ke dalam tanah menjadi acuan untuk menetapkan kesuburan tanah menjadi perhatian masyarakat dunia dan memiliki *market* tersendiri.

Kesuburan Tanah adalah Proses Kehidupan

Tanah adalah habitat bagi berbagai macam mikroorganisme, hewan, dan akar tanaman. Tanah yang subur menghasilkan tanaman yang sehat dari satu musim tanam ke musim tanam berikutnya dengan permintaan input eksternal seperti pupuk, pestisida dan energi. Di tanah yang subur, organisme tanah efisien mengubah nutrisi dan bahan organik menjadi hasil tanaman, membangun bahan organik, melindungi tanaman dari penyakit, dan membuat tanah menjadi gembur. Tanah seperti itu dapat dengan mudah diolah, menyimpan air hujan, dan tahan terhadap *capping/siltasi* dan erosi. Tanah yang subur akan mampu berperan sebagai penyaring untuk membersihkan air tanah dan menetralkan (penyangga) asam yang mencapai permukaan tanah akibat tercemar oleh udara maupun input eksternal seperti pupuk, pestisida dan energi. Tanah yang subur juga cepat merusak zat berbahaya seperti pestisida. Apalagi kesuburan tanah merupakan *reservoir* yang efisien untuk nutrisi dan karbon dioksida sehingga dapat mencegah pencemaran sungai, danau dan laut dan memberikan kontribusi untuk mengurangi pemanasan global.

Dalam pandangan pertanian organik, kesuburan tanah harus berasal dari hasil proses biologis, dan bukan dari nutrisi kimia yang diterapkan. Tanah yang subur bereaksi aktif dengan tanaman; bersama-sama dengan udara

menyusun jaringan tanaman sehingga mampu melakukan regenerasi. Analisis ilmiah tanah subur sebagai alternatif kimia nutrisi murni dan sudah lama ada upaya untuk mendeteksi kesuburan tanah berdasarkan kimia bahan organik serta mencoba untuk menjelaskan dan mengklasifikasikan bahan organik. Saat ini kita fokus pada sifat bahan organik seperti ketersediaan nutrisi, karbon/rasio nitrogen (C/N) bahan organik serta aktivitas transformasi dan daur ulang dan kualitas bahan organik tanah. Semua sifat bahan organik tersebut berfungsi sebagai ukuran untuk nutrisi langsung yang tersedia bagi tanaman.

Arti Kesuburan Tanah pada Organik Farming

Pemahaman tentang kesuburan tanah dalam sistem pertanian organik harus diartikan sebagai karakteristik kehidupan di dalam tanah. Kesuburan tanah adalah sebuah keistimewaan organisme tanah yang tidak transparan dan tidak mudah dipahami dan hanya dapat diukur seperti halnya kehidupan manusia. Oleh sebab itu jika kita membicarakan tentang kesuburan tanah hanya pada konteks holistik terhadap dampak pada tanaman serta analisis terhadap karakteristik individu.

Diagnosis dan pengamatan yang berhubungan dengan kemungkinan pengamatan tanah yang berhubungan dengan kualitas individu yaitu:

1. Kualitas Fisik, dapat dikenali melalui tes sekop (*spade test*). Suara fisik tanah.
2. Kualitas kimia ditentukan melalui: mengukur nutrisi individu dan mungkin juga bahan pencemar, dan nilai pH (kalsium kadar oksida/asam). Bahan kimia yang ditunjuk dengan baik organisme tanah-tanaman memiliki semua bahan kimia yang diperlukan unsur dan senyawa organik tersedia untuk nutrisinya. Metabolit kompleks dari organisme yang berbeda meningkatkan kekebalan tanaman tanggapan. Dengan mengembalikan nutrisi yang diekstraksi, kami mencoba untuk mendukung kualitas ini secara sehat keseimbangan. Dalam kasus eksploitasi berlebihan sebelumnya, tanah pertama-tama perlu diseimbangkan.
3. Kualitas biologis tanah yang kami dapat lihat dalam aktivitas transformasi/daur ulang, kejadian dan bukti nyata dari bentuk kehidupan di dalam tanah. Kohabitasi kuat dan aktif pada waktu yang tepat. Dalam pengaturan diri sendiri keseimbangan ekologi, semua hewan, tumbuhan dan mikroorganisme bekerja secara simbiosis. Tugas kita sebagai pembudidaya untuk memahami ekologi tanah cukup baik

untuk dapat membuat atau memulihkan kondisi untuk keseimbangan yang kuat. Sebagai efek kumulatif dari kegiatannya, tanah subur yang dibudidayakan dapat menghasilkan hasil yang baik lagi dan lagi. Jika ini tidak terjadi, kita harus mengamati kualitas tanah tersebut di atas dengan cermat untuk mengidentifikasi penyimpangan.

Kontribusi Tak Ternilai dari Organisme Tanah

Cacing tanah menghasilkan 40 hingga 100 ton cacing berharga per hektar. Ini setara dengan pertumbuhan tanah 0,5 cm untuk lahan subur, dan 1,5 cm untuk padang rumput. Bahan berharga mengandung rata-rata lima nitrogen kali lebih banyak, fosfor tujuh kali lebih banyak, dan kalium sebelas kali lebih banyak daripada tanah sekitarnya. Pencampuran intensif zat organik dengan partikel tanah mineral, mikroorganisme dan lendir sekresi cacing tanah menyebabkan remah yang stabil struktur. Yang terakhir membantu mencegah tanah dari pendangkalan, dan mempromosikan budidaya serta nutrisi dan kemampuan menahan air. Di dalam cara, cacing tanah melonggarkan tanah yang berat dan membuat tanah berpasir lebih kohesif. Dengan liang mereka, cacing tanah memastikan yang baik aerasi tanah. Terutama liang yang stabil dari menggali secara vertikal cacing tanah meningkatkan penyerapan dan penyimpanan air secara signifikan. Tanah yang kaya akan cacing tanah menyerap empat hingga sepuluh kali lipatnya air tanah dengan sedikit cacing. Dengan cara ini, limpasan permukaan dan erosi dapat dikurangi. Hingga 900 meter liang cacing dapat ditemukan per persegi meter dan hingga kedalaman satu meter dalam keadaan tidak dibajak tanah. Tanah yang subur menampung berbagai macam organisme yang semuanya mengambil bagian dalam proses penting es. Cacing tanah dan larva serangga menggali melalui lapisan tanah paling atas untuk mencari tanaman mati bahan. Lintasan mereka menganginkan bumi dan pori-pori dan saluran mampu menyerap air seperti spons. Springtails, tungau dan kaki seribu terdegradasi sampah tanaman. Mikroorganisme mengubah residu dari hewan dan tumbuhan menjadi bahan organik yang berharga. Akhirnya, bakteri mengubah residu organik menjadi konstituen kimianya, dan tungau predator, lipan, kumbang, jamur dan bakteri mengatur organisme sebelum mereka menjadi berbahaya. Cacing tanah merupakan ahli pembangun tanah subur, dengan satu generasi dan maksimal delapan kepompong per hewan dan tahun, cacing tanah bereproduksi pada tingkat yang agak lambat. Dengan harapan hidup dari lima hingga delapan tahun mereka adalah yang paling hewan tanah berumur panjang, dan memainkan peran penting di dalam tanah.

Cacing tanah memecah hingga 6 ton bahan organik mati per hektar dan tahun di tanah. Pada saat yang sama, mereka mengangkat material tanah dari lapisan tanah bawah ke lapisan tanah atas, dengan demikian meremajakan yang terakhir. Mereka juga mempromosikan kolonisasi dan reproduksi bakteri dan jamur tanah yang berguna dalam saluran dan fesesnya. Satu kali dedaunan yang sakit bergerak ke tanah, berbahaya organisme yang menghuni daun terdegradasi secara organik. Lebih dari 90% liang cacing diisi dengan akar tanaman. Yang terakhir dengan demikian dapat menembus lapisan tanah yang lebih dalam tanpa menemui hambatan, dan di sana menemukan kondisi nutrisi yang ideal.

Mempertahankan Kesuburan Alamiah Tanah

Kesuburan alamiah tanah pertanian sangat ditentukan oleh pH tanah yang ideal yaitu sekitar 5,5 (H_2O), tingginya kandungan bahan organik dan organisme Tanah. Umumnya tanah dengan kandungan bahan organik tinggi bersifat masam sehingga pemberian kapur kalsit secara bertahap sangat dianjurkan sehingga mikroorganisme tanah berkembang sangat cepat yang tentunya berperan sebagai pengurai bahan organik. Tanah dengan tekstur lempung liat berpasir adalah tekstur tanah yang cukup baik untuk budidaya berbagai jenis sayuran yang ditanam dan menunjukkan hasil yang baik dengan pergiliran tanam (rotasi) bebas selama tujuh tahun. Penggunaan lahan selama bertahun-tahun dengan mengurangi pengolahan tanah seminimal mungkin untuk melestarikan bahan organik tanah dan menghindari kerusakan tanah perlu dilakukan. Hal ini tidak mudah, terutama karena kurangnya peralatan yang sesuai untuk digunakan oleh pertani sayur skala kecil. Pemanfaatan pupuk hijau dengan baik selama musim tanam yaitu melakukan pergiliran tanam (rotasi), menempatkan pupuk hijau di sekitar tanaman sayur dapat memberikan hasil yang baik selama hampir 3 tahun tanam.

Memanfaatkan kesuburan ini dengan baik merupakan tantangan dalam konteks persiapan lahan sebelum menanam dan menabur tanaman. Bajak/cangkul/alat potong masih menjadi alat utama budidaya di beberapa titik dalam rotasi untuk membuat persemaian/lahan pertanian bersih dari tanaman pupuk hijau yang berat/gulma. Pengaturan waktu sangat penting dan semua budidaya utama dilakukan selama musim semi atau setelah kemarau, dan sesegera mungkin menanam untuk meminimalkan periode di mana tanah tidak banyak tertutupi oleh gulma.

Karena tingginya penggunaan pupuk hijau dan aplikasi tambahan kompos selama fase pembangunan/perbaikan kesuburan dalam rotasi, struktur

tanah terlihat sangat baik tanpa ada masalah dengan pemasaran. Populasi cacing tanah memainkan peran utama dalam mempertahankan struktur tanah yang baik.

Budidaya sekunder dangkal, tidak lebih dari 100 mm, kecuali sebelum kentang mencapai 150 mm. *Power harrow/garu tanah* adalah alat yang disukai dengan beberapa penggunaan pegas triple K dan/atau sisir garu untuk membuat persemaian atau penyiapan lahan. Semua peralatan yang diberi gigi garpu termasuk power harrow adalah garpu bulat sebagai lawan dari pisau karena pisau sangat merusak struktur tanah. Penggunaan peralatan berbilah menyebabkan noda dan geser sehingga dihindari. Semua budidaya ditujukan untuk menciptakan kondisi terbaik untuk pembentukan tanaman dan pengendalian gulma dengan menggunakan kekuatan minimum dalam membalik tanah. Penggunaan banyak pupuk hijau dilakukan terus menerus agar permukaan tanah selalu tertutup yang dapat meningkatkan keanekaragaman hayati, perangkap nutrisi yang berarti memperbaiki kesuburan tanah serta pengendali gulma.

Melindungi dan Mempromosikan Cacing Tanah

Petani dapat berkontribusi untuk mempromosikan cacing tanah. Berikut ini adalah poin-poin terpenting yang harus dilakukan, antara lain:

1. Pengolahan tanah dan mekanisasi bajak dan alat putar cepat (*hand tractor*) hanya boleh digunakan jika penting karena dapat membunuh banyak cacing tanah, tergantung kapan budidaya dilakukan. Tingkat kehilangan dengan membajak adalah sekitar 25%, dengan instrumen pemutar/*hand tractor* kehilangan cacing tanah hingga 70%. Pada saat aktivitas cacing tanah, Maret/April dan September/Okttober, pengolahan tanah (intensif) harus dihindari. Pengolahan tanah dalam keadaan kering atau dingin jauh lebih tidak berbahaya bagi cacing tanah karena mereka akan tetap berada di lapisan tanah yang lebih dalam. Saat membajak, tanah harus dibalik sesedikit mungkin, lakukan seminimal mungkin dengan bajak darat, untuk menghindari pemasaran di lapisan tanah yang lebih dalam. Residu tanaman harus dihamparkan hanya di permukaan sehingga tidak terkubur terlalu dalam.
2. Merotasi dengan tanaman berumur panjang dengan perakaran dalam dan tahan lama yang dapat menyumbangkan pupuk hijau banyak, dan sisa panen yang bervariasi, akan memberikan nutrisi yang berlimpah bagi cacing tanah. Tanaman penutup, terutama selama musim dingin, dapat menyebabkan cacing tanah bertahan secara signifikan. Periode

- regenerasi tanah, yang terdapat pada padang rumput abadi, adalah anugerah bagi cacing tanah.
3. Pemupukan tanah yang seimbang dan dirawat dengan baik bermanfaat bagi tanaman dan cacing tanah. Pupuk kandang atau kompos yang sedikit membosuk biasanya lebih bermanfaat daripada pupuk kandang segar untuk membangun bahan organik tanah, mengurangi gulma, dan mempercepat penyerapan bila diterapkan ke padang rumput agar mencapai pasokan nutrisi jangka panjang. Pupuk organik dan pupuk kandang hanya boleh dikerjakan secara dangkal. Pengenceran dan pengolahan pupuk cair berpengaruh positif terhadap cacing tanah. Namun pupuk cair yang tidak diproses (*amonia*) dapat merusak cacing tanah dan organisme bermanfaat lainnya yang hidup di lapisan permukaan tanah. Pupuk cair hanya boleh diaplikasikan pada tanah dengan daya serap yang baik. Pengapuran secara teratur (sesuai dengan nilai pH) adalah penting karena kebanyakan cacing tanah menghindari tanah dengan pH di bawah 5,5.

Bakteri dan jamur-pembantu yang diremehkan Satu gram tanah mengandung ratusan juta bakteri dan ratusan meter hifa jamur. Mikroorganisme (termasuk yang ada di saluran pencernaan hewan) mampu menguraikan bahan tumbuhan dan hewan menjadi komponen dasarnya. Mereka tidak hanya mengatur siklus nutrisi dengan memecah bahan organik, tetapi juga mampu mengikat nitrogen dari udara dan membentuk simbiosis dengan tanaman. Bakteri dan jamur merupakan bagian dari hampir semua proses mineralisasi di dalam tanah. Mikoriza (*root fungi*) membentuk hubungan simbiosis dengan tanaman, diinvestasikan pada akar tanaman, dan bisa menyediakan hara tanah yang lebih banyak. Jamur mikoriza berkontribusi lebih positif untuk struktur tanah. Jamur-jamur tersebut memungkinkan berperan terjadinya pertukaran zat hara antara tanah dengan tanaman yang saling berhubungan/timbal balik. Pengolahan tanah mengganggu keberadaan jamur di dalam tanah terutama regenerasi mycellium.

Referensi

- Ameryckx. 1985. General Pedology. International Training Center State University of Ghent. Belgium. 203 h.
- Anonim. 2020. The Basic of Soil Fertility. Institue for Organic Training and Advice. Organic Research Centre. 33 h.

Julita Hasanah, Muhammad Rondhi, dan Triana Dewi Hapsari (2018).
Analisis RisikoProduksi Usahatani Padi Organik. Jurnal Agribisnis
Indonesia (Vol 6 No 1, Juni 2018); halaman 23-34 ISSN 2354-5690;
E-ISSN 2579-3594

Soegiman. 1982. Ilmu Tanah. Bhratara Karya Aksara-Jakarta. 788 h.

DINAMIKA PEMENUHAN KEBUTUHAN PANGAN DAN BIOENERGI DI MASA DEPAN

Odit Ferry Kurniadinata

Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Pendahuluan

Kebutuhan masyarakat akan pangan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan peningkatan perekonomian suatu bangsa. Meningkatnya kebutuhan pangan tersebut mendorong pemerintah untuk melakukan berbagai kebijakan dan kegiatan untuk dapat meningkatkan produksi pangan nasional. Dalam kurun waktu 25 tahun ke depan Indonesia akan menghadapi tantangan berat untuk keluar dari krisis pangan akibat berkurangnya areal lahan pertanian produktif dan tingginya laju pertumbuhan penduduk, di sini lain saat ini terbukti bahwa sektor industri berbasis pertanian adalah salah satu sektor yang mampu bertahan terhadap krisis ekonomi, termasuk pada saat pandemi Covid-19 melanda ditahun 2020-2021 saat ini, sektor pertanian dan industri terkait tetap dapat berproduksi dengan baik.

Pembangunan pertanian tanaman pangan dan hortikultura pada dasarnya merupakan rangkaian upaya untuk memfasilitasi tumbuh dan berkembangnya usaha tanaman pangan dan hortikultura yang mampu menghasilkan produk mulai dari hulu sampai hilir. Pembangunan pertanian tanaman pangan dan hortikultura berorientasi pada peningkatan produksi dan peningkatan pendapatan.

Desakan akan kebutuhan pangan juga mendorong berbagai pihak terkait seperti LSM pertanian, Akademisi, Pemulia Tanaman dan lain-lain, untuk dapat menghasilkan inovasi dalam hal pengetahuan maupun teknologi di bidang pertanian, hal ini dibuktikan dengan bermunculannya berbagai sistem pertanian yang kemudian dikenal luas karena keunggulan masing-masing dalam memberikan dukungan terhadap tercapainya pertanian yang maju dengan produktivitas yang tinggi dan berkelanjutan. Beberapa sistem pertanian yang telah dikenal adalah sistem pertanian intensif (*green revolution*), Leisa (*low external input sustainable agriculture*), sistem pertanian organik, SRI (*System of Rice Intensification*), jajar legowo, haston dan lain sebagainya, termasuk modifikasi-modifikasi masing-masing sistem

tersebut. Selain terbentuknya berbagai sistem pertanian, teknologi dan pengetahuan pendukung juga berkembang pesat seperti pemuliaan tanaman, bioteknologi, mekanisasi pertanian, *data collection*, manajemen pemasaran dan lain sebagainya. Kemudian didukung pula dengan adanya kebijakan dan penerapan teknologi seperti GAP (*Good Agriculture Practice*), *precision farming*, dan kebutuhan akan peningkatan luasan lahan pertanian untuk mendukung tujuan tersebut serta mencegah terjadinya konversi lahan pertanian.

Pangan, Bioenergi, dan Lingkungan

Perkembangan pertanian yang demikian pesat ternyata menimbulkan isu-isu negatif pada bidang lain. Para pemerhati lingkungan menyatakan bahwa beberapa sistem pertanian yang berkembang di Indonesia membawa dampak negatif terhadap lingkungan yaitu adannya peluang dampak kerusakan lingkungan seperti terjadinya pencemaran lingkungan, mengganggu keseimbangan ekologi dan terjadinya perusakan lingkungan. Selain itu keberadaan pertanian kemudian dinilai ikut memberikan sumbangan besar terhadap pemanasan global dengan adanya areal persawahan dan penebangan hutan untuk perluasan areal pertanian.

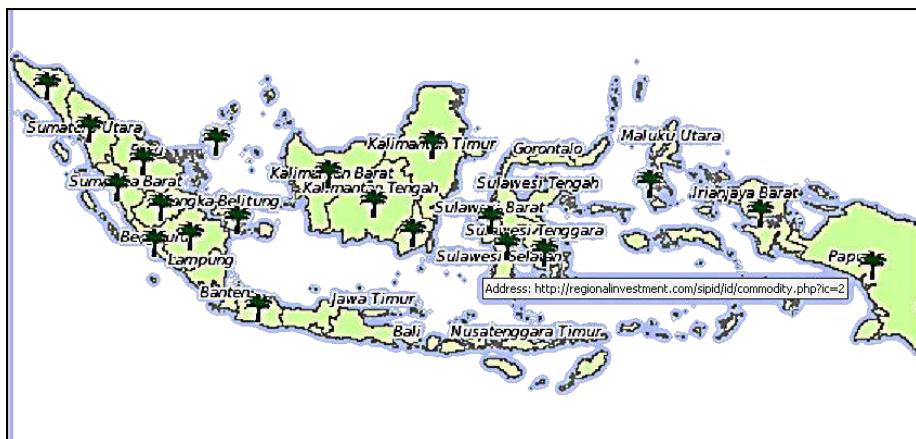
Keberadaan lahan yang terbatas ini kemudian "diperebutkan" pula dengan adanya kebutuhan akan bioenergi, sebagai akibat mulai menipisnya ketersediaan bahan bakar minyak (BBM) bumi. Hal ini ditandai oleh fenomena meningkatnya harga bahan bakar fosil yang memaksa berbagai negara mencari sumber-sumber energi alternatif terbarukan, yaitu bioenergi.

Biofuel cair seperti bioetanol dan biodiesel saat ini menyuplai sekitar 20 juta ton setara minyak atau sekitar 1% dari permintaan bahan bakar kendaraan transportasi global. Sementara itu sistem bioenergi berupa biomassa tradisional yang bersifat *carbon-neutral* seperti kayu bakar masih tetap dapat ditemukan penggunaannya skala rumah tangga di banyak negara berkembang, khususnya di pedesaan.

Peluang pasar bagi biofuel cair yang diproduksi dari tanaman mengandung pati maupun minyak sangat besar. Inilah yang memicu berbagai negara berpacu mengembangkan bioenergi yang umumnya berbasis bahan pangan. Sebagai contoh, Brasil telah mengonversi 50% produksi tebunya untuk menghasilkan etanol untuk keperluan domestik dan ekspor. Amerika Serikat memproduksi etanol sekitar 23% dari produksi jagung sesuai dengan *Energy Policy Act*. Eropa menyubsidi minyak nabati untuk menghasilkan biodiesel dengan target pangsa pasar biofuel dalam petroleum dan diesel.

Pemerintah Indonesia bertekad dapat menjadi salah satu negara penghasil minyak nabati melalui tanaman kelapa sawit (*Elaeis guinensis* Jack.). Hal ini mendorong hadirnya berbagai perusahaan perkebunan kelapa sawit baik yang dikelola oleh BUMN maupun Swasta dengan menggunakan sistem Inti dan atau Plasma di beberapa daerah di Indonesia seperti Sumatera, Jawa Barat, Aceh, Kalimantan, Sulawesi dan Papua (Gambar 1), disertai dengan pabrik-pabrik pengolah minyak sawit mentah (CPO) dan minyak inti sawit (PKO) serta perkebunan kelapa sawit rakyat yang dikelola secara mandiri.

Beberapa tahun terakhir, penggunaan minyak sawit sebagai minyak sayur mulai beralih fungsi menjadi salah satu sumber bioenergi yang memiliki prospek yang baik untuk dikembangkan. Selain kelapa sawit, terdapat pula penelitian dan pengembangan beberapa komoditi penghasil bioenergi lainnya seperti tanaman jarak pagar (*Jatropha sp.*) maupun tanaman penghasil ethanol lainnya seperti jagung dan ubi kayu, walaupun tidak semasif tanaman sawit yang distribusi sebaran budidayanya mencakup hampir di semua provinsi di Indonesia.



Gambar 1. Peta Sebaran Perkebunan Kelapa Sawit di Indonesia

Indonesia menargetkan biofuel akan dapat menggantikan sekitar 20%, 30% bahkan 100% dari konsumsi bahan bakar konvensional, dengan istilah B20, B30 dan B100. B20 adalah program Pemerintah yang mewajibkan pencampuran 20% Biodiesel dengan 80% bahan bakar minyak jenis Solar, yang menghasilkan produk Biosolar B20, Program ini mulai diberlakukan sejak Januari 2016. Sedangkan B30 adalah program Pemerintah yang

mewajibkan pencampuran 30% Biodiesel dengan 70% bahan bakar minyak jenis Solar, yang menghasilkan produk Biosolar B30. Hal ini sesuai Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Nomor 12 tahun 2015 tentang Perubahan Ketiga atas Peraturan Menteri ESDM nomor 32 tahun 2008 tentang Penyediaan, Pemanfaatan dan Tata Niaga Bahan Bakar Nabati (*Biofuel*) sebagai Bahan Bakar Lain. Maka dalam jangka panjang akan terjadi kompetisi langsung dalam pemanfaatan lahan untuk produksi bioenergi dan pangan. Mengingat keberadaan perkebunan kelapa sawit dan tanaman penghasil bioenergi lainnya, menjadi pesaing dalam pemanfaatan lahan yang tersedia bagi pertanian maupun keberadaan hutan sebagai bagian dari keseimbangan lingkungan.

Dalam persaingan untuk pemanfaatan lahan, apakah untuk komoditas penghasil minyak atau penghasil pangan, petani akan memilih komoditas yang memberikan keuntungan tertinggi seperti halnya perkebunan kelapa sawit sebagai salah satu tanaman penghasil bioenergi, dilain pihak permintaan untuk pangan akan terus ada dan cenderung meningkat sehingga kedua kondisi ini akan mempengaruhi harga pasar dunia dan secara langsung akan memberikan pengaruh terhadap pemanfaatan lahan yang ada.

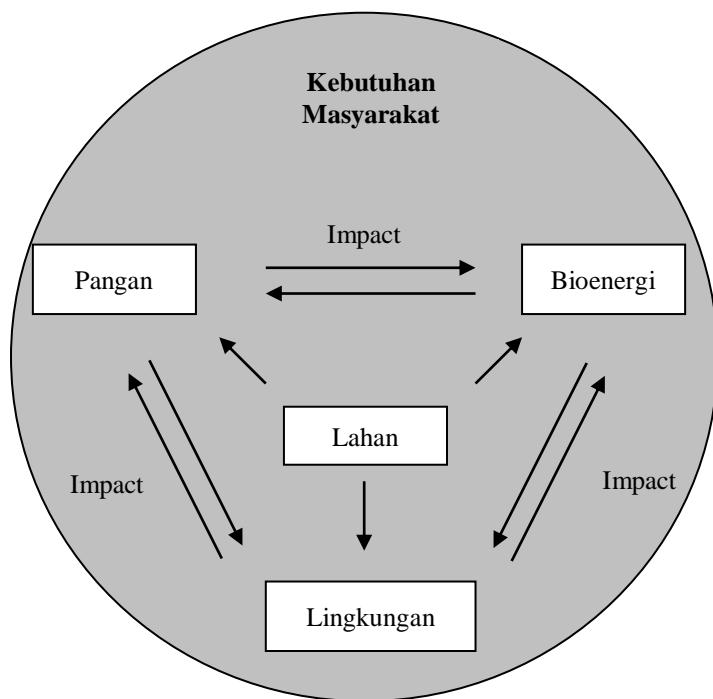
Ekspansi yang sangat cepat pada sektor bioenergi dapat mempengaruhi ketahanan pangan tingkat rumah tangga dan tingkat nasional melalui empat dimensi yaitu ketersediaan, akses pangan, volatilitas harga, dan konsumsi. Selain itu harus dilihat juga dampak terhadap pendapatan produsen/petani.

Tanpa pengaturan dan kebijakan yang terencanakan maka pasokan pangan dapat terjadi persaingan pemanfaatan lahan yang ada, di dalam penggunaan sebagai lahan tanaman pangan maupun tanaman produksi bioenergi.

Dari segi kualitas, faktanya lahan pertanian saat ini telah mengalami degradasi yang luar biasa, dari sisi kesuburannya akibat dari pemakaian pupuk anorganik yang berlebih. Selain itu banyaknya lahan yang berpotensi dikembangkan menjadi kawasan pertanian telah terkonversi menjadi lahan penggunaan lain selain pertanian, seperti bangunan, pemukiman, jalan-jalan, dan lain sebagainya seiring kebutuhan manusia akan sarana umum dan tempat tinggal, ikut andil dalam penurunan kuantitas daya lahan pertanian terhadap peningkatan produksi komoditi pertanian.

Sektor bioenergi menawarkan peluang kerja dan pertumbuhan ekonomi pedesaan. Karena lebih kurang 70% masyarakat miskin ada di pedesaan, secara umum dampaknya akan positif untuk akses pangan. Sebaliknya, masyarakat perkotaan yang sebagian besar menjadi konsumen produk

pertanian terutama pangan akan dirugikan. Hal ini karena kenaikan harga pertanian akibat produksi bioenergi akan berdampak pada aksesibilitas pangan bagi sebagian masyarakat, hal ini setidaknya terjadi dalam jangka pendek. Selain itu terdapat keterkaitan antara dampak kenaikan harga minyak dunia dengan harga produk pertanian. Melalui kenaikan biaya input semisal pupuk, mekanisasi pertanian dan biaya transportasi maka harga-harga pangan cenderung meningkat dan menurunkan daya beli riil masyarakat terutama masyarakat miskin. Hal ini berdampak terhadap isu ketahanan pangan yang kemudian menjadi salah satu faktor penting di Indonesia (Gambar 2).



Gambar 2. Ilustrasi pemanfaatan lahan dalam pemenuhan kebutuhan pangan, biodiesel dan melestarikan lingkungan serta keterkaitan di antaranya

Pengelolaan Lahan

Adanya berbagai tingkat kepentingan terhadap ketersediaan lahan bagi pemenuhan kebutuhan pangan, bioenergi dan kelestarian lingkungan menyebabkan perlunya dibuat suatu strategi pengelolaan lahan sehingga dapat memberikan pemanfaatan lahan yang tepat dan efisien sesuai dengan kebutuhannya.

Terdapat beberapa strategi konsep-konsep pengelolaan lahan yang dapat dilakukan, antara lain:

1. Konsep Pengembangan Wilayah Berbasis Karakter Sumber Daya. Konsep ini memiliki berbagai pendekatan di antaranya: a) pengembangan wilayah berbasis sumber daya; b) pengembangan wilayah berbasis komoditas unggulan; c) pengembangan wilayah berbasis efisiensi; d) pengembangan wilayah berbasis pelaku pembangunan.
2. Konsep Pengembangan Wilayah Berbasis Penataan Ruang. Konsep ini dilakukan dengan pendekatan penataan ruang wilayah yang membagi wilayah ke dalam: a) pusat pertumbuhan; b) integrasi fungsional; c) desentralisasi.
3. Konsep Pengembangan Wilayah Terpadu. Konsep ini menekankan kerja sama antarsektor untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan penanggulangan permasalahan-permasalahan seperti permasalahan kemiskinan di daerah-daerah tertinggal.
4. Konsep Pengembangan Wilayah Berbasis Klaster. Konsep ini berfokus pada keterkaitan dan ketergantungan antara pelaku-pelaku dalam suatu jaringan kerja produksi, jasa pelayanan, dan inovasi pengembangannya dengan motor penggerak sektor industri.

Penggunaan sistem *precision farming* juga dapat menjadi faktor penting lainnya di dalam optimalisasi pembagian dan penggunaan lahan secara tepat dan efisien. Hal ini dilakukan dengan *me-monitoring* suatu daerah pertanian dan mengumpulkan data sumber daya pertanian secara kontinyu, memproses dan menganalisa dan menginformasikan untuk keperluan manajemen pertanian secara praktis.

Pemanfaatan teknologi pengindraan jarak jauh (*remote sensing*) dalam pembuatan peta terkait dengan keadaan suatu wilayah dalam hubungannya dengan pemanfaatan lahan tersebut sebagai lahan penghasil pangan, bioenergi maupun demi menjaga kelestarian lingkungan. Dengan adanya pemanfaatan teknologi ini maka keadaan riil suatu lahan dapat diketahui dengan lebih baik, di antaranya yaitu dengan melalui pendekatan peta suatu lahan yang disusun dengan menggunakan data spasial yang ada.

Dari informasi yang teliti maka manajemen produksi yang menyeluruh dalam suatu areal lahan akan dapat diterapkan sistem manajemen produksi cerdas (*production management expert system*) yang dapat diintegrasikan dari beberapa subsistem seperti rekomendasi pupuk, jadwal pemupukan dan irigasi, sistem pengendalian hama dan penyakit dan lain-lain. Serta dapat pula

memberikan hasil maksimal pada areal tanaman yang luas dengan meminimalkan biaya investasi, meningkatkan efisiensi seperti mengoperasikan traktor dengan kedalaman penanaman, jumlah pupuk, jumlah dan jenis pestisida dan pemberian air irigasi yang tepat dan tidak boros.

Kebijakan pemerintah dalam menetapkan pemanfaatan suatu lahan, seperti penetapan kawasan-kawasan perlu mendapat dukungan dari setiap pihak, termasuk dukungan dari tiap-tiap daerah. Hal ini penting mengingat dengan adanya hak otonomi daerah membuat kebijakan-kebijakan pemerintah pusat perlu mendapat dukungan langsung dari setiap daerah untuk dapat diterapkan pada daerah tersebut. Seperti adanya penetapan kawasan pertanian, perkebunan (termasuk sawit) maupun kawasan lindung bagi lingkungan serta dukungan semua pihak di dalam pelaksanaan kegiatan maupun di dalam pengawasannya, baik oleh pelaku kegiatan, pemerintah pusat dan daerah, masyarakat, perguruan tinggi, LSM dan pihak terkait lainnya.

Selain itu strategi pengembangan bioenergi ke depan haruslah memiliki sinergi dengan peningkatan ketahanan pangan dan penurunan kemiskinan. Kebijakan yang dapat dilaksanakan adalah bioenergi diproduksi oleh petani dan tenaga kerja pedesaan yang merupakan 70% masyarakat miskin (*labor intensive*). Strategi bioenergi masa depan harus mendorong produsen skala kecil, UKM yang biasanya mempraktikkan sistem biodiversitas, dan bukan monokultur skala besar yang dipraktikkan oleh industri besar. Hal ini dikarenakan timbulnya kekhawatiran berbagai kalangan bahwa memproduksi bioenergi skala besar yang *capital intensive* yang mengancam kualitas lingkungan. Sistem bioenergi skala kecil berpotensi menyediakan energi dengan biaya murah, khususnya di daerah terpencil, meningkatkan peluang kerja dan pertumbuhan ekonomi. Pengembangan Kawasan dengan melibatkan petani mandiri dalam skema korporasi petani dapat menjadi salah satu solusi kunci dalam menyinkronisasi pemenuhan kebutuhan dan pemanfaatan lahan untuk memenuhi kebutuhan pangan dan bioenergi di Indonesia.

Penutup

Untuk menjamin terpenuhinya kebutuhan pangan dan bioenergi serta sekaligus mengentaskan masalah kemiskinan pada masyarakat khususnya pada daerah pedesaan, diperlukan penyusunan kebijakan pengembangan Kawasan yang terintegrasi serta adanya koordinasi dari semua *stakeholder* yang terkait. Keseimbangan pemanfaatan lahan, tepat pemanfaatan dan tepat sasaran menjadi hal yang mutlak menjadi pertimbangan dalam penyusunan kawasan pertanian dan bioenergi. Pengembangan kawasan pertanian dan

perkebunan tanaman bioenergi memiliki fungsi memadu padankan serangkaian program dan kegiatan subsektor pertanian menjadi suatu kesatuan yang utuh baik dalam perspektif sistem, kewilayahan maupun kelembagaan sehingga dapat mendorong peningkatan daya saing komoditas dan wilayah. Selain itu penting untuk dilakukan peningkatan sinergi, sinkronisasi dan harmonisasi program antarsektoral dan mitra pembangunan, seperti halnya sinergitas antarorganisasi perangkat daerah (OPD), pelaku usaha, pemodal, perusahaan besar milik negara dan swasta serta untuk mewujudkan kesejahteraan petani. Dengan adanya siklus perencanaan, pelaksanaan serta evaluasi yang dilakukan secara periodik dan berkelanjutan, dengan melibatkan setiap *stakeholder* terkait maka pengembangan Kawasan pertanian secara terintegrasi adalah sebuah jawaban terhadap segala permasalahan pertanian saat ini dan juga menjadi dasar kebijakan dalam menghadapi tantangan pengembangan pertanian di masa depan.

Referensi

Keputusan Menteri Pertanian (Kepmentan) Republik Indonesia Nomor 472/Kpts/RC.040/6/2018 tentang Lokasi Kawasan Pertanian Nasional.

DEGRADASI TANAH TANTANGAN PERTANIAN MASA DEPAN

Ria Rachel Paranoan

Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Pendahuluan

Pemenuhan kebutuhan akan pangan semakin meningkat seiring dengan semakin meningkatnya pertambahan jumlah penduduk. Sektor pertanian memiliki peranan yang sangat penting pada masa kini (sekarang) dan masa depan (akan datang) sebagai penyedia bahan pangan dalam mendukung perekonomian nasional terutama dalam hal ketahanan pangan, Dijelaskan dalam UU Nomor 41 Tahun 2009, ketahanan pangan adalah kondisi terpenuhinya pangan bagi rumah tangga yang tercermin dari tersedianya pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutunya, aman, merata, dan terjangkau.

Pada masa sekarang ini, di mana seluruh negara di dunia termasuk di Indonesia diperhadapkan dengan masalah pandemi Covid-19 yang belum berakhir dan sulit untuk diprediksi kapan akan berakhir, yang merupakan tantangan bagi sektor pertanian untuk tetap bertahan dalam kondisi pandemi. Sektor pertanian diharapkan tetap terus dan mampu meningkatkan produksi pangan guna memenuhi kebutuhan hidup manusia. Oleh karena itu sektor pertanian masih memiliki peran penting dan strategis dalam menopang perekonomian nasional.

Pertanian masa depan tidak terlepas dari tantangan dalam hal inovasi, kemajuan dan modernisasi pertanian (teknologi pertanian), peningkatan sumber daya manusia di sektor pertanian menjadi sebuah keharusan untuk meningkatkan daya saing petani, yaitu harus tanggap terhadap perubahan-perubahan yang mengharuskan para petani untuk menggunakan teknologi baru dalam kegiatan pertanian.

Petani memandang tanah sebagai tempat untuk kehidupan tumbuhan, dan petani lebih menaruh perhatian pada sifat-sifat tanah karena bagi petani tanah merupakan tempat menggantungkan hidup (Buckman and Brady, 1982). Tanah merupakan tubuh alam (*natural body*) yang membentuk horizon mineral dan organik yang berbeda baik dari kedalamannya maupun sifat-sifat dari bahan induknya yaitu sifat morfologi, komposisi sifat kimia, sifat fisik

dan biologinya (Joffe, 1949). Menurut Hakim dkk., 1986, bahwa tanah merupakan media tumbuh, menyediakan unsur-unsur hara bagi pertumbuhan tanaman.

Degradasi Tanah

Degradasi memiliki arti status atau makin menurunnya nilai dan penurunan nilai tersebut dalam bentuk kualitas atau kuantitas. Apabila tanah telah mengalami degradasi dapat berarti kualitas tanah tersebut menurun, dan dalam arti luas dapat dikatakan produktivitasnya menurun (Utomo *et al.*, 2016). Terdapat 6 kategori proses degradasi tanah yaitu erosi oleh air, erosi oleh angin, kelebihan garam, degradasi kimia (pencucian basa-basa, peningkatan sifat racun oleh unsur aluminium, mangan dan besi pada tanah tua/lanjut), degradasi fisika (perubahan porositas tanah, stabilitas agregat/stabilitas struktur tanah) dan degradasi biologi berupa peningkatan laju mineralisasi humus (Organisasi Pangan dan Pertanian PBB *dalam* Utomo *et al.*, 2016). Degradasi tanah dapat diartikan sebagai suatu kondisi lahan yang telah mengalami penurunan tingkat produktivitasnya.

Menurut Sallata dan Nugroho 2019, tanah yang terdegradasi mempengaruhi pertumbuhan serta produktivitas tanaman, sifat dari tanah yang mengalami degradasi memiliki karakteristik tersendiri tergantung dari faktor penyebabnya.

Arsyad dalam Banuwa, 2013 menyatakan ada beberapa faktor yang menyebabkan degradasi lahan/kerusakan tanah, di antaranya hilangnya unsur hara serta bahan organik dari daerah perakaran, terkumpulnya garam atau senyawa racun bagi tanaman di daerah perakaran, penjenuhan tanah oleh air, dan erosi, namun dari keempat faktor penyebab degradasi lahan tersebut, penyebab utamanya yaitu erosi.

Sumber Daya Lahan

Lahan adalah bagian daratan dari permukaan bumi sebagai suatu lingkungan fisik yang meliputi tanah beserta segenap faktor yang mempengaruhi penggunaanya seperti iklim, relief, aspek geologi, dan hidrologi yang terbentuk secara alami maupun akibat pengaruh manusia (UU RI Nomor 41 Tahun 2009; UU RI Nomor 37 Tahun 2014).

Lahan pertanian adalah bidang lahan yang digunakan untuk usaha pertanian. Lahan pertanian pangan berkelanjutan adalah bidang lahan pertanian yang ditetapkan untuk dilindungi dan dikembangkan secara konsisten guna menghasilkan pangan pokok bagi kemandirian, ketahanan, dan

kedaulatan pangan nasional (UU RI Nomor 41 Tahun 2009). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Adhitya *et al.*, 2013 di 25 Provinsi selama tahun 2005-2009, lahan pertanian yang teraliri irigasi, anggaran penelitian dan pengembangan pertanian, modal, sumber daya manusia merupakan faktor-faktor yang berpengaruh positif terhadap produktivitas lahan pertanian subsektor tanaman pangan,

UU RI Nomor 37 Tahun 2014 tentang Konservasi Tanah dan Air, menjelaskan lahan prima adalah lahan yang berfungsi secara baik untuk menumbuhkan tanaman yang dibudidayakan atau yang tidak dibudidayakan, lahan kritis adalah lahan yang fungsinya kurang baik sebagai media produksi untuk menumbuhkan tanaman yang dibudidayakan atau yang tidak dibudidayakan. Lahan rusak adalah lahan yang tidak dapat berfungsi lagi sebagai media produksi untuk menumbuhkan tanaman yang dibudidayakan atau yang tidak dibudidayakan.

Produktivitas Lahan dan Permasalahannya

Selain permasalahan yang terkait dengan terbatasnya luas areal tanaman, permasalahan lain yang dihadapi yaitu rendahnya produktivitas tanah. Studi yang pernah dilakukan oleh Adhitya *et al.*, 2013, menunjukkan produktivitas lahan tiga wilayah terbesar berada di Provinsi Jawa Tengah termasuk DIY, Jawa Timur, Jawa Barat dengan nilai masing-masing sebesar 24,10 juta rupiah/ha, 23,60 juta rupiah/ha dan 22,50 juta rupiah/ha, dan produktivitas lahan terendah berada di Provinsi Maluku termasuk Maluku Utara sebesar 1,70 juta rupiah/ha, di mana laju perkembangan produktivitas lahan (tahun 2005-2009) cenderung meningkat dengan laju pertumbuhan per tahun yang positif sebesar 2,38%.

Menurut Sallata dan Nugroho (2019), setiap kegiatan yang mengubah sumber daya alam untuk pembangunan seperti pertanian, pertambangan, industri, perumahan, infrastruktur dapat mengakibatkan kemunduran produktivitas sumber daya lahan akibat hilangnya tanah lapisan atas yang subur. Sumber daya lahan merupakan salah satu komponen sumber daya alam yang berperan dalam proses produksi di bidang pertanian, perikanan, peternakan serta kehutanan. Menurunnya produktivitas lahan memberikan dampak terhadap menurunnya penghasilan petani.

Penyebab utama dari kerusakan tanah pada pertanian lahan kering di daerah tropik adalah dikarenakan erosi oleh air. Pada wilayah tropika basah yaitu wilayah dengan suhu dan curah hujan yang tinggi, disertai dengan pencucian unsur hara yang tinggi sehingga menghasilkan tanah dengan

kemasaman tinggi (pH rendah), KTK dan Kejenuhan basa rendah sehingga memiliki kesuburan tanah yang rendah. Oleh karena itu, untuk meningkatkan produktivitas tanah diperlukan usaha pengelolaan kesuburan tanah. Pengelolaan kesuburan tanah merupakan tindakan pengelolaan untuk meningkatkan produktivitas tanah secara efisien dengan tetap menjaga kualitas lingkungan (Utomo *et al.*, 2016) serta untuk memenuhi kebutuhan hidup berkelanjutan diperlukan upaya pengelolaan kesuburan tanah secara berkelanjutan pula.

Upaya Pengelolaan Tanah

Pengelolaan tanah merupakan upaya mengatasi tanah dari berbagai permasalahan khususnya permasalahan fisik, kimia dan biologi bagi pertumbuhan tanaman agar menjadi lebih produktif. Pengelolaan sumber daya lahan yang baik dalam pembangunan pertanian guna peningkatan kebutuhan hidup manusia dan meningkatkan kualitas lingkungan, merupakan salah satu faktor mendukung pertanian berkelanjutan. Menurut Adhitya *et al.*, 2013, pengelolaan lahan merupakan salah satu faktor penting dalam meningkatkan produktivitas lahan pertanian komoditas tanaman pangan.

Pengelolaan tanah yang baik yaitu pengelolaan tanah yang membangun atau paling tidak dengan menjaga kandungan bahan organik tanah. Dengan penambahan pupuk organik tanah dapat memperbaiki sifat kimia tanah (sumber alamiah utama unsur hara N tanah untuk tanaman serta sebagai tambahan unsur hara P, K, S dan hampir semua unsur hara mikro yang penting) serta memperbaiki sifat fisika tanah (Purwanto *et al.*, 2020).

Contoh pengelolaan tanah dapat berupa pengapuruan pada tanah masam, mengatur pola tanam pada lahan kering. Sallata dan Nugroho (2019), menjelaskan bahwa pergiliran tanaman merupakan sistem penanaman tanaman secara bergilir dalam urutan tertentu pada satu bidang tanah.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hidayanto *et al.*, 2008 di kawasan perbatasan Pulau Sebatik, degradasi lahan oleh erosi pada lahan perbukitan atau lahan miring yang menyebabkan menurunnya kualitas kesuburan tanah akan berdampak pada produktivitas hasil komoditas yang diusahakan maka salah satu contoh arahan pengelolaan lahan untuk pengembangan komoditas unggulan pertanian di Pulau Sebatik, yaitu dengan peningkatan produktivitas tanaman kakao melalui konservasi lahan dan air, penambahan bahan organik, pemupukan berimbang, pemberian mulsa, integrasi tanaman semusim di antara tanaman kakao, integrasi tanaman dan ternak serta peningkatan kapasitas kelembagaan petani. Hal ini dikarenakan

sektor pertanian adalah sektor yang potensial untuk dikembangkan di Pulau Sebatik dalam rangka untuk mempercepat pembangunan pertanian yang diharapkan dapat menjadi sektor unggulan yang mampu bersaing di pasar luar negeri yaitu Tawau-Malaysia.

Pertanian organik dinilai sebagai sistem pertanian yang mampu menyediakan ketersediaan pangan secara berkelanjutan karena ramah lingkungan. Sistem produksi pangan organik dirancang di antaranya untuk menjaga kesuburan tanah dalam jangka panjang, meningkatkan aktivitas biologi tanah dan mengembangkan keanekaragaman hayati secara keseluruhan dalam sistem. Pertanian organik merupakan produksi tanaman, hewan, dan produk lainnya tanpa menggunakan pupuk kimia sintetis dan pestisida, spesies transgenik atau antibiotik dan steroid peningkatan pertumbuhan serta bahan kimia lainnya. (Purwanto *et al.*, 2020).

Konservasi tanah dan air merupakan salah satu contoh kegiatan pengelolaan tanah dengan tujuan untuk melindungi tanah dan air dari kerusakan, degradasi (karena erosi), contoh konservasi berupa pembuatan terasering, penghijauan, reboisasi. Konservasi tanah sangat penting dalam menjawab tantangan pengembangan lahan. Dalam UU Nomor 37 Tahun 2014 Tentang Konservasi Tanah dan Air, menjelaskan bahwa yang dimaksud dengan konservasi tanah dan air adalah upaya pelindungan, pemulihan, peningkatan, dan pemeliharaan Fungsi Tanah pada Lahan sesuai dengan kemampuan dan peruntukan Lahan untuk mendukung pembangunan yang berkelanjutan dan kehidupan yang lestari.

Menurut Utomo *et al.*, 2016, pengelolaan tanah tanpa memperhatikan teknik-teknik konservasi tanah dan air dapat mengakibatkan menurunnya produktivitas tanah serta degradasi tanah pada lahan pertanian di Indonesia seperti pada tanah-tanah mineral masam yaitu ultisol dan oxisol. Penggunaan tanah serta pengelolaan tanah yang tidak sesuai dengan kemampuannya dapat menyebabkan terjadinya kerusakan tanah.

Tanah merupakan sumber daya alam yang sangat penting dalam mendukung pemenuhan hidup manusia, oleh karena itu, sumber daya alam harus dapat dimanfaatkan dengan baik yaitu secara efisien dan lestari.

Referensi

- Adhitya, F.W., Hartono, D., Awirya, A.A. 2013. Determinan Produktivitas Lahan Pertanian Subsektor Tanaman Pangan di Indonesia. Jurnal Ekonomi Pembangunan, vol.14, no.1 hlm.110-125.
Banuwa, I. S. 2013. Erosi. Prenadamedia Group, Jakarta. 204 hlm.

- Buckman, H.O Brady, N.C. 1982. Ilmu Tanah. *Terjemahan*: Soegiman. Penerbit Bhratara Karya Aksara. Jakarta. 788 hlm.
- Hakim, N., Nyakpa, M.Y., Lubis, A.M., Nugroho, S.G. Diha, M.A. Hong, G. B., Bailey, H.H. 1986. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Penerbit Universitas Lampung. 488 hlm.
- Hidayanto, M., Sabiham, S., Yahya, S., A Mien, L. I. 2008. Arahan Pengelolaan Lahan Berkelanjutan di Kawasan Perbatasan Kalimantan Timur-Malaysia. *Jurnal Sumber Daya Lahan* vol.2, no.2.
- Purwanto, B.H. Utami, S.N.H., Indradewa, D., Maartono, E. 2020. Pertanian Organik Solusi Pertanian Berkelanjutan. Lily Publisher, Yogyakarta. 273 hlm.
- Sallata, M. K dan Nugroho, H.Y.S.H. 2019. Pengelolaan Lahan Kering. Andi Offset, Yogyakarta.
- Undang-Undang RI Nomor 37 Tahun 2014 tentang Konservasi Tanah dan Air
Undang-Undang RI Nomor 41 Tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pagan Berkelanjutan
- Utomo, M. dkk. 2016. Ilmu Tanah. Dasar-Dasar dan Pengelolaan. Prenadamedia Group, Jakarta.

KOMPOS UNTUK PERTANIAN MASA DEPAN

Roro Kesumaningwati

Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Pendahuluan

Sistem pertanian modern berbasis kimia yang sudah diterapkan selama ini di Indonesia, sebagian besar menggunakan bahan kimia sintesis dalam bentuk pupuk dan pestisida. Pada awal penggunaannya, pupuk kimia memberikan hasil panen menakjubkan, tetapi kondisi ini tidak dapat bertahan dalam jangka panjang. Penggunaan pupuk kimia dalam kadar yang berlebihan akan menyebabkan masalah lingkungan.

Indonesia saat ini sedang berupaya mengurangi penggunaan bahan kimia dalam pertanian. Tujuannya adalah menghasilkan bahan pangan yang lebih sehat dan berkualitas serta mengurangi masalah terhadap lingkungan. Pengelolaan limbah organik dapat dijadikan sebagai salah satu strategi untuk mewujudkan pertanian yang ramah lingkungan. Pengelolaan limbah organik menghasilkan pupuk organik yang ramah lingkungan. Pengelolaan limbah organik menghasilkan pupuk organik yang dapat digunakan dalam budidaya kimia sehingga melalui pengelolaan limbah organik diharapkan dapat menciptakan pertanian yang berkelanjutan.

Pengelolaan limbah organik dengan menerapkan konsep *zero waste* (tanpa limbah) menitikberatkan pada tidak adanya limbah karena semua limbah organik dalam sistem pertanian didaur ulang dan digunakan kembali. Konsep *zero waste* merupakan konsep yang sangat sesuai untuk diterapkan dalam rangka mewujudkan pertanian yang berkelanjutan. Pada sektor pertanian, *zero waste* merupakan konsep pertanian yang sesuai bagi petani karena dapat mengurangi biaya produksi dan menghasilkan produk pertanian organik yang lebih sehat dan memiliki daya jual tinggi. Konsep *zero waste* ini dapat dilakukan petani dengan memanfaatkan kembali sisa bahan organik hasil panen sehingga tidak ada bahan organik yang terbuang secara percuma.

Definisi Limbah Organik

Limbah organik merupakan limbah yang dapat diuraikan secara sempurna melalui proses biologi secara aerob atau anaerob. Limbah organik memiliki sifat mudah lapuk sehingga mudah menimbulkan bau yang tidak

sedap. Limbah organik meliputi limbah dari kegiatan rumah tangga, pertanian maupun kegiatan industri pertanian dan perkebunan. Limbah organik dibagi menjadi 2 (dua), yaitu:

1. Limbah organik basah, yaitu limbah organik yang memiliki kadar air cukup tinggi misalnya sisa sayuran, kulit buah-buahan, dll.
2. Limbah organik kering, yaitu limbah organik yang memiliki kadar air rendah, misalnya daun kering, sekam, dll.

Potensi Limbah Organik

Limbah organik sangat potensial sebagai sumber bahan organik dan sumber unsur hara di dalam tanah. Limbah organik sangat mudah melapuk dan mudah dalam pengelolaannya. Bahan organik yang bersumber dari limbah organik bermanfaat dalam memperbaiki sifat fisik tanah dan mempertahankan kondisi fisik tanah agar tetap sehat, bahan organik juga merupakan makanan bagi mikroorganisme tanah sehingga penambahan bahan organik di dalam tanah akan meningkatkan populasi mikroorganisme dalam tanah. Unsur hara hasil dekomposisi limbah organik juga sangat dibutuhkan tanaman. Potensi limbah organik sangat besar untuk dimanfaatkan sebagai pupuk organik. Sumber limbah organik yang berasal dari limbah pertanian, limbah organik rumah tangga, limbah perkebunan, dan limbah ternak jika diolah menjadi pupuk organik sangat potensial untuk menyuburkan tanah dan menyediakan unsur hara bagi tanaman.

Kandungan unsur hara pada bahan organik umumnya rendah tetapi mengandung unsur hara yang lengkap dan tidak memiliki efek merugikan bagi tanah sehingga sangat disarankan untuk digunakan dalam rangka meningkatkan kesuburan tanah. Ditambahkan oleh Badan Litbang Pertanian (2011), unsur hara makro dari sisa tanaman berkisar antara 0,7-2 % Nitrogen, 0,07-0,2 % Fosfor dan 0,9-1,9 % Kalium, sedangkan pupuk kandang 1,7-4 % Nitrogen, 0,5-2,3 % Fosfor dan 1,5-2,9 % Kalium.

Tabel 1. Kualitas Beberapa Limbah Organik Berdasarkan Kandungan N, P, Lignin, Nisbah C/N, Nisbah C/P, dan Nisbah C/S

Limbah Organik Kualitas Tinggi	Limbah Organik Kualitas Rendah
Limbah tanaman kacang tanah	Jerami padi
Limbah tanaman kedelai	Sekam padi
Limbah jagung	Pelepas kelapa sawit
Limbah kulit kakao	Tongkol jagung Tandan kosong kelapa sawit

Sumber: Sismiyanti (2018)

Limbah Organik sebagai Kompos

Kompos adalah pupuk organik yang berasal dari pengolahan limbah organik. Pengomposan adalah proses di mana bahan organik mengalami penguraian secara biologis oleh mikroba seperti bakteri, jamur dengan memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi.

Pengomposan merupakan salah satu upaya untuk mengurangi limbah organik dengan menerapkan prinsip mengurangi (*reduce*), memanfaatkan kembali (*reuse*), dan mendaur ulang (*recycle*). Pengomposan merupakan pengolahan limbah organik menjadi bahan yang lebih sederhana dengan menggunakan aktivitas mikroba (Hadiwiyono 1983 *dalam* Dahlianah (2015)). Pengomposan merupakan proses dekomposisi dengan memanfaatkan aktivitas mikroba sehingga pembuatan kompos sangat bergantung pada bahan organik asal dan mikroba yang aktif selama proses pengomposan.

Kompos merupakan pupuk organik yang sangat berpotensi untuk dimanfaatkan dalam budidaya pertanian mengingat semakin tingginya jumlah limbah organik baik yang berasal dari limbah rumah tangga maupun yang berasal dari limbah pertanian itu sendiri. Pengolahan kompos sangat dipengaruhi oleh rasio C/N. Rasio C/N merupakan indikator kualitas dan tingkat kematangan dari kompos. Proses dekomposisi pada pengomposan memerlukan karbon organik (C) sebagai sumber energi bagi mikroba, dan nitrogen (N) sebagai sumber protein untuk membangun sel dan proses metabolisme. Rasio C/N yang efektif dalam pengomposan sekitar 30-40. Menurut (Widarti, *et al.*, 2015), rasio C/N terlalu tinggi mengakibatkan mikroba kekurangan N untuk sintesis protein sehingga dekomposisi berjalan lambat, waktu yang dibutuhkan dalam pembuatan kompos menjadi lebih lama dan mutu kompos yang diperoleh lebih rendah.

Ditambahkan oleh (Ismayana, *et al.*, 2012), limbah organik dengan rasio C/N rendah mengandung banyak amoniak (NH_3) yang dihasilkan oleh bakteri amoniak. Rasio C/N terlalu rendah akan menyebabkan terbentuknya gas amoniak sehingga nitrogen mudah hilang ke udara.

Tabel 2. Kecepatan Dekomposisi Bahan Organik Berdasarkan Rasio C/N

Kecepatan Dekomposisi	Rasio C/N
Mudah terdekomposisi	< 18
Agak mudah terdekomposisi	18-27
Lambat terdekomposisi	28-60
Agak lambat terdekomposisi	> 60

Sumber: Saidy (2018)

Karakteristik bahan asal kompos sangat menentukan dalam proses pembuatan kompos dan menentukan kualitas kompos yang dihasilkan. Sumber bahan kompos yang paling mudah diperoleh adalah sampah daun kering. Berdasarkan penelitian dari Muktiningsih, *et al.*, (2016), rasio C/N daun kering adalah 17,3. Hasil pengomposan daun kering menunjukkan bahwa dengan proses pengomposan selama 2,5-4 bulan dengan aktivator EM4 diperoleh pH 7, Nitrogen 2,51 %, Fosfor 0,72 %, Kalium 0,0032 %, rasio C/N 9,33.

Faktor yang Mempengaruhi Pembuatan Kompos

1. Rasio C/N

Rasio C/N merupakan salah satu faktor yang menentukan dalam pembuatan kompos. Karbon dan Nitrogen diperlukan oleh mikroorganisme dalam metabolisme. Mikroorganisme memanfaatkan sekitar 30 bagian dari karbon untuk setiap bagian dari nitrogen. Karbon sebanyak 20 bagian di oksidasi menjadi CO₂ dan sisanya digunakan untuk sintesis protoplasma.

2. Ukuran Partikel

Luas permukaan mempengaruhi area kontak antara mikroba dengan bahan. Ukuran partikel yang lebih luas mengakibatkan proses dekomposisi lebih cepat. Ukuran partikel juga menentukan adanya pori pada tumpukan kompos sehingga berpengaruh pada siklus udara.

3. Aerasi

Faktor yang mempengaruhi aerasi adalah adanya porositas yang ditentukan oleh ukuran partikel dan kelembapan bahan kompos. Aerasi yang tidak baik menyebabkan terjadinya suasana anaerob yang akan menghasilkan bau yang tidak sedap pada kompos sehingga perlu untuk meningkatkan aerasi melalui pengadukan bahan secara teratur serta menjaga kelembapan bahan kompos agar tidak terlalu basah.

4. Porositas

Porositas adalah ruang yang terdapat pada tumpukan kompos. Porositas akan diisi oleh air dan udara. Udara menyediakan oksigen bagi mikroorganisme pada proses pengomposan.

5. Kelembapan

Proses pengomposan memerlukan kelembapan tertentu untuk dapat berjalan dengan baik. Kelembapan 40-60% adalah kisaran optimum untuk metabolisme mikroorganisme dalam kompos. Aktivitas mikroorganisme menurun jika kelembapan di bawah 40%, dan akan lebih rendah lagi pada kelembapan 15%. Kelembapan lebih besar dari 60% mengakibatkan hara akan tercuci, volume udara berkurang sehingga aktivitas mikroba akan menurun dan akan terjadi fermentasi anaerobik yang menimbulkan bau tidak sedap.

6. Temperatur

Temperatur yang tinggi menyebabkan konsumsi oksigen akan semakin tinggi dan berpengaruh terhadap kecepatan dekomposisi. Temperatur antara 30-60°C menunjukkan aktivitas pengomposan yang cepat, mengakibatkan mikroba mesofilik mati dan hanya mikroba termofilik yang akan tetap bertahan hidup. Temperatur dalam pembuatan kompos harus dijaga melalui proses pembalikan kompos.

7. Derajat Keasaman

Proses pengomposan memerlukan kisaran pH antara 6,5-7,5. Proses pengomposan sendiri akan menyebabkan terjadinya perombakan bahan organik dan menyebabkan peningkatan pH pada kompos.

Unsur Hara Dalam Kompos

Sumber bahan kompos sangat bervariasi meliputi limbah pertanian dan nonpertanian dengan kandungan hara yang sangat beragam sehingga kualitas pupuk organik yang dihasilkan juga bervariasi mutunya, oleh karena itu pengaruh kompos terhadap produktivitas tanah dan tanaman akan bervariasi. Berbagai cara digunakan dalam meningkatkan mutu dan kecepatan dekomposisi kompos melalui pemilihan bioaktivator yang digunakan dalam dekomposisi kompos. Perbedaan bioaktivator yang digunakan dalam proses pengomposan akan mempengaruhi mutu kompos, hal ini berkaitan dengan kandungan mikroorganisme di dalam bioaktivator dan keefektifan mikroorganisme dalam proses dekomposisi.

Tabel 3. Unsur Hara Kompos Limbah Pasar dan Limbah Jagung dengan Bioaktivator Mol Keong Mas dan Trichoderma

Kompos	pH	C org (%)	N (%)	C/N	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)
Limbah jagung + Trico	7,1	42,89	2,52	17	6,78	1,21
Limbah pasar + Trico	7,96	27,99	2,77	10	6,74	2,82
Limbah jagung + Mol Keong Mas	8,41	29,94	2,66	11	6,96	2,74
Limbah pasar + Mol Keong Mas	6,42	17,24	2,79	6	1,11	1,58

Sumber: Palupi dan Kesumaningwati (2017)

Tabel 4. Unsur Hara Kompos Sampah Kota dengan Bioaktivator Mol Keong Mas dan Trichoderma

Parameter	Satuan	Nilai
pH		7,65
C org	%	25,38
N total	%	0,81
C/N		31
P ₂ O ₅	%	0,68
K ₂ O	%	1,39

Sumber: Palupi dan Kesumaningwati (2017)

Penggunaan kompos pada tanah berpengaruh terhadap sifat kimia tanah. Kompos berperan sebagai penyedia hara makro (N, P, K, Ca, Mg, dan S) dan mikro (Zn, Cu, Mo, Co, B, Mn, dan Fe). Kompos juga dapat meningkatkan Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah, dan membentuk senyawa kompleks dengan ion logam Al, Fe, dan Mn sehingga mengurangi dampak negatif dari adanya ion logam terhadap tanah dan tanaman.

Kandungan unsur hara dalam kompos yang cenderung rendah dan bervariasi menyebabkan manfaat kompos bagi tanaman bersifat tidak langsung dan baru terlihat pengaruhnya pada jangka panjang, oleh karena itu perlu pemanfaatan kompos secara berkelanjutan untuk tetap mempertahankan manfaat kompos terhadap tanah dan tanaman. Penggunaan bahan kompos juga harus memperhatikan kandungan unsur hara pada bahan baku kompos. Penggunaan kompos dengan bahan yang sama terus menerus akan menimbulkan ketidakseimbangan hara dalam tanah. Pemanfaatan kompos juga harus mempertimbangkan rasio C/N kompos sehingga kompos yang digunakan sudah benar-benar matang dan siap menyediakan hara bagi tanaman.

Referensi

- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Ragam Inovasi Pendukung Pertanian Daerah. Agroinovasi Sinartani. Edisi 3-9 Agustus 2011 Nomor 3417 Tahun XLI
- Dahlianah, I. 2015. Pemanfaatan Sampah Organik sebagai Bahan Baku Pupuk Kompos dan Pengaruhnya terhadap Tanaman dan Tanah Klorofil X-1: 10-13
- Ismayana, A., N. S. Indrasti., Suprihatin, A. Maddu, A. Fredy. 2012. Faktor Rasio C/N Awal dan Laju Aerasi pada Proses Co-Composting Bagasse dan Blotong. Jurnal Teknologi Industri Pertanian 22 (3):173-179
- Muktiningsih, S. D., R. Wirosoedarmo., A. T. S. Haji., F. Anugroho., A. A. Sulianto., dan N. Lusiana. 2016. Evaluasi Teknis Pengomposan Sampah Daun di UPT Kompos Universitas Brawijaya. Jurnal Teknologi Pertanian Vol. 17 Nomor 3 (Desember); 165-176
- Palupi, N. P., dan R. Kesumaningwati, dan B. Widodo. Perbaikan Kualitas Tanah Bekas Tambang Batubara Melalui Aplikasi Kompos Sampah Kota dengan Bioaktivator Mikroorganisme Keong Mas dan *Trichoderma* sp. Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembap Volume 4, Nomor 1, Agustus 2021 Halaman: 1-12
- Palupi, N. P., dan R. Kesumaningwati. 2017. Karakter Kimia Kompos Limbah Pasar dan Jerami Padi dengan Bioaktivator Larutan Keong Mas dan Trichoderma. Prosiding Seminar Nasional Teknologi IV Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, 47-52
- Saidy, A. R. 2018. Bahan Organik Tanah; Klasifikasi, Fungsi, dan Metode Studi. Lambung Mangkurat University Press, Banjarmasin
- Sismiyanti, Hermansah, dan Yulnafatmawita. 2018. Klasifikasi Beberapa Sumber Bahan Organik dan Optimalisasi Pemanfaatannya Sebagai Biochar. J. Solum Vol.XV Nomor 1 (Januari): 8-16
- Widarti, B. N., W. K. Wardhini, dan E. Sarwono. 2015. Pengaruh Rasio C/N Bahan Baku pada Pembuatan Kompos dari Kubis dan Kulit Pisang. Jurnal Integrasi Proses Vol. 5, N. 2: 75-80

PEMANFAATAN CENDAWAN *METARHIZIUM ANISOLIAE* (METCHNIKOFF) SOROKIN UNTUK PENGENDALIAN SERANGGA HAMA

Abdul Sahid

Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Hama

Hama tanaman adalah hewan atau binatang yang merusak tanaman atau hasil tanaman karena aktivitas hidupnya, terutama untuk mendapatkan makanan dan perkembangbiakan. Apabila tidak dikendalikan maka hama tersebut dapat menimbulkan kerugian hasil pertanian. Pengelolaan hama tanaman berdasarkan jenisnya adalah sebagai berikut:

1. Golongan Mamalia (Hewan Menyusui)

Golongan mamalia sebagai salah satu golongan hewan yang cukup banyak spesiesnya. Terdapat beberapa hewan mamalia yang berpotensi sebagai hama tanaman dan menimbulkan kerugian cukup serius. Golongan mamalia sebagian besarnya adalah hewan herbivora atau pemakan tumbuhan sehingga tak mengherankan jika ada beberapa jenis di antaranya yang dapat menjadi hama bagi tanaman yang dibudidayakan oleh manusia. Beberapa hewan menyusui yang terkenal sebagai hama dan dapat menimbulkan kerusakan tanaman, menurunkan produksi dari hasil tanaman yang dibudidayakan bahkan dapat menyebabkan risiko kegagalan panen. Contohnya tikus (*Rattus* sp.), babi hutan (*Sus scrofa* L.), landak (*Hystrix Brachyura* L.), dll.

2. Golongan Serangga

Serangga hama adalah golongan serangga yang berperan sebagai hama. Aktivitas hidup dari serangga yang berpotensi menimbulkan kerugian tanaman dalam suatu agroekosistem disebut sebagai hama tanaman, baik karena aktivitasnya merusak secara langsung tanaman maupun secara tidak langsung yaitu menjadi vektor suatu penyakit tanaman. Serangga yang secara langsung merusak tanaman yaitu dengan cara memakan bagian dari tanaman misalnya, akar, batang, daun, bunga, buah. Contohnya: hama uret (*Lepidiota stigma* F.), penggerek batang padi putih (*Scirphophaga innotata* Walker), penggerek batang jagung (*Ostrinia furnacalis* Guen.), ulat grayak

(*Spodoptera litura* F.), ulat krop kubis (*Crocidolomia pavonana* F.), pengisap bunga lada (*Diconocoris hewetti* Dist.), pengisap buah lada (*Dasyurus piperis* China), penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella* Snellen). Aktivitas serangga hama secara tidak langsung yaitu menjadi vektor suatu penyakit tanaman, contohnya: wereng batang coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.), wereng hijau (*Nephrotettix virescens* Dist.), kutu daun (*Aphis gossypii* Glover), Kutu Kebul (*Bemisia tabaci* Gennadius). Kehilangan hasil akibat vektor suatu penyakit pada tanaman lebih besar bila dibandingkan dengan kehilangan hasil oleh serangan serangga hama itu sendiri. Kerusakan tanaman dan hasil tanaman yang diakibatkan oleh serangga hama disebabkan karena populasi dari serangga hama tersebut yang cukup besar melebihi ambang batas toleransi atau ambang ekonomi sehingga menimbulkan kerugian. Kerusakan tanaman yang diakibatkan oleh serangga hama berkaitan dengan aktivitas merusaknya. Aktivitas merusak serangga hama tergantung pada jenis tipe alat mulut yang dimiliki serangga tersebut. Tipe mulut serangga hama yang dapat menimbulkan kerusakan tanaman ada 2 tipe yaitu tipe mulut penggigit-pengunyah dan penusuk-pengisap. Tipe mulut penggigit-pengunyah adalah tipe mulut yang digunakan untuk memotong atau menggigit dan mengunyah bagian tanaman. Serangga yang memiliki tipe mulut ini dapat menyebabkan gejala kerusakan berupa bekas robekan pada daun, gigitan pada daun, gerekhan pada buah, batang dan akar. Tipe mulut penusuk-pengisap. Alat mulut umumnya berupa jarum atau silet. Serangga yang memiliki tipe mulut penusuk-pengisap dapat menimbulkan kerusakan berupa bekas tusukan untuk menghisap cairan tanaman sehingga dapat menyebabkan gejala kerusakan akibat kehilangan cairan tanaman. Selain itu terkadang ada beberapa serangga yang mengeluarkan cairan toksik yang dimilikinya sebelum menghisap cairan tanaman sehingga sel-sel tanaman mengalami kematian atau nekrosis.

3. Golongan Aves (Golongan Burung)

Hewan yang termasuk ke dalam golongan aves pada umumnya memiliki tubuh yang tertutupi kulit dan berbulu, mempunyai paruh serta kakinya bersisik. Aves juga umumnya mempunyai sayap yang digunakan untuk terbang. Terdapat beberapa jenis aves yang berpotensi sebagai hama tanaman padi, contohnya burung pipit (*Lonchura Maja* L.), burung gelatik (*Padda oryzivora* L.), burung manyar (*Ploceus manyar* Horsf.). Aves merupakan sebagian golongan hama yang sumber makanannya berupa biji-bijian sehingga menyerang tanaman yang menghasilkan biji seperti tanaman padi. Habitat burung yang berperan sebagai hama tanaman adalah lingkungan

yang bersemak-semak, hutan sekunder, persawahan dan pekarangan terutama yang berdekatan dengan tanaman yang menghasilkan biji sebagai sumber makanannya. Burung pemakan biji-bijian merupakan hama yang bersifat migran yaitu hama yang dalam aktivitasnya berpindah-pindah dari suatu tempat ke tempat lainnya untuk mendapatkan makanan. Pada saat biji padi mulai masak maka burung yang termasuk hama akan datang bergerombol untuk memakan biji padi tersebut sehingga dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman, menurunkan produksi bahkan dapat membuat gagal panen.

Dari tiga golongan besar hama tersebut di atas, golongan serangga merupakan golongan yang terbanyak jenisnya yang berperan sebagai hama dan seringkali menimbulkan kerugian bagi petani bahkan dapat menyebabkan gagal panen. Untuk mengatasi masalah hama tersebut, petani menggunakan pestisida sebagai solusinya. Pestisida yang digunakan untuk mengendalikan serangga hama disebut insektisida. Penggunaan pestisida yang tidak terkontrol dan berlebihan untuk mengendalikan serangga hama dapat menimbulkan berbagai dampak negatif terhadap lingkungan, hama target dan serangga nonsasaran, kesehatan manusia, dan produk pertanian. Dampak negatif pestisida adalah pencemaran tanah, air, dan udara, munculnya resistansi hama, resurjensi hama, ledakan hama kedua, membunuh serangga nonsasaran seperti serangga parasitoid dan predator yang menjadi musuh alami bagi hama tanaman serta serangga penyerbuk bunga, mengganggu kesehatan manusia, menghasilkan produk pertanian yang mengandung racun atau residu pestisida. Untuk meminimalisasi dampak negatif pestisida maka pengendalian hama dilakukan dengan sistem Pengendalian Hama Terpadu (PHT). PHT dilaksanakan dengan memadukan berbagai komponen pengendalian yang kompatibel guna menurunkan populasi hama yang meningkat melebihi ambang batas toleransi.

Salah satu komponen pengendalian hama dalam PHT adalah pengendalian secara hayati dengan menggunakan patogen seperti: cendawan, bakteri, dan virus. Cendawan patogen yang digunakan untuk mengendalikan serangga hama disebut dengan cendawan entomopatogen. Cendawan entomopatogen adalah sekelompok cendawan yang membunuh serangga dengan menyerang dan menginfeksi serangga sebagai inangnya. Cendawan entomopatogen menginfeksi berbagai jenis serangga pada hampir semua ordo. Ordo serangga yang paling sering diinfeksi oleh cendawan entomopatogen adalah: Hemiptera, Diptera, Coleoptera, Lepidoptera, Orthoptera, dan Hymenoptera. Pada beberapa ordo serangga, tahap nimfa dan larva adalah tahap yang paling rentan terhadap infeksi cendawan entomopatogen daripada

tahap dewasa (imago). Cendawan entomopatogen terdistribusi dengan rentang inang yang luas dan terbatas serta memiliki potensi sebagai agens pengendali hidup yang berbeda-beda melawan serangga. Lebih dari 700 spesies dari sekitar 90 genus cendawan memiliki patogenisitas terhadap serangga dan beberapa dari cendawan tersebut memiliki potensi yang besar untuk manajemen hama. Sebagian besar cendawan entomopatogen berasal dari divisi Ascomycotina, Zygomycotina, Deuteromycotina, Oomycotina, Chytridiomycotina, dan Basidiomycotina. Beberapa di antara genus cendawan entomopatogen tersebut adalah: *Metarhizium*, *Beauveria*, *Cordyceps*, *Nomuraea*, *Hirsutella*, *Aschersonia*, *Coelomycetes*, *Entomophthora*, *Massospora*, *Ascospaera*, *Cephalosporium*, *Paecilomyces*, *Sorosporella*. Beberapa cendawan entomopatogen memiliki rentang inang yang terbatas, seperti *Aschersonia aleyrodis* Webber yang hanya menginfeksi lalat putih dan *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson yang hanya menginfeksi larva serangga dari Ordo Lepidoptera, sedangkan cendawan lainnya, seperti *B. bassiana* dan *M. anisopliae*, mampu menginfeksi lebih dari 700 spesies serangga dalam beberapa ordo serangga.

Cendawan *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin

Metarhizium anisopliae (Metsch.) Sorokin adalah cendawan entomopatogen yang termasuk ke dalam Divisi Deuteromycotina. Cendawan ini juga disebut dengan nama umum *green muscardine fungus* karena mempunyai konidia (spora) berwarna hijau dan telah lama digunakan sebagai agens hidup. Cendawan Metarhizium pertama kali diisolasi oleh Metchnikoff dari serangga hama *Anisoplia austriaca* Herbst. yang menyerang tanaman gandum pada tahun 1879 dan diidentifikasi sebagai *Entomophthora anisopliae*. Pada tahun 1888 jamur ini digunakan pertama kali dalam pengendalian hama secara hidup.

M. anisopliae dapat menginfeksi beberapa jenis serangga dari ordo Coleoptera, Lepidoptera, Homoptera, Hemiptera, dan Isoptera. Sebagian besar cendawan entomopatogen merupakan cendawan nonpatogen bagi tanaman yang dapat ditemukan di filoplen (permukaan) daun, dan di daerah perakaran maupun sebagai cendawan endofit yang terdapat dalam jaringan tanaman. *M. anisopliae* bersifat parasit pada serangga dan bersifat saprofit pada tanah atau bahan organik. Oleh karena itu, penggunaan cendawan entomopatogen lebih aman karena tidak berdampak negatif pada tanaman.

Klasifikasi cendawan *M. anisopliae* menurut (Metchnikoff) Sorokin tahun 1883 dalam Alexopoulos, et al., (1996) adalah sebagai berikut:

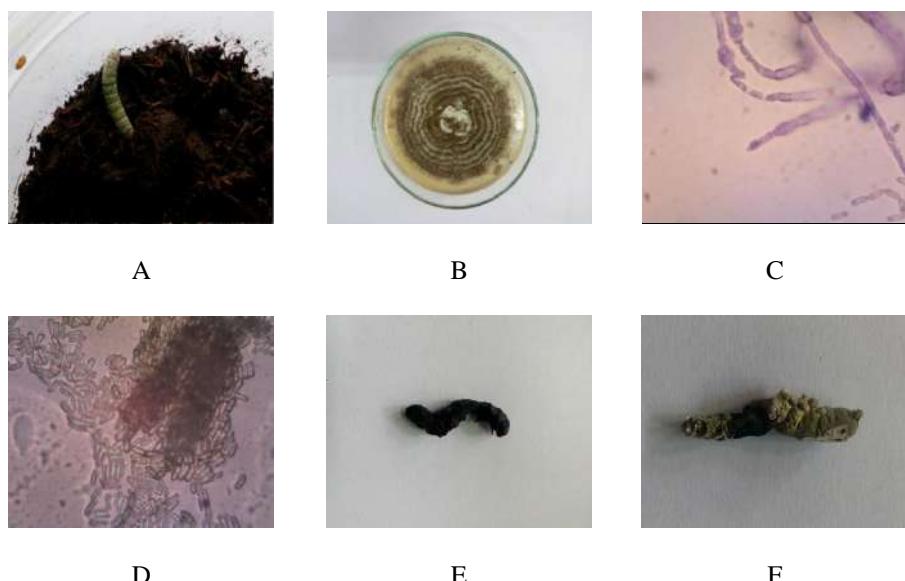
Kingdom: Fungi; Divisi: Deuteromycotina; Klas: Deuteromycetes; Ordo: Moniliales; Famili: Moniliaceae; Genus: Metarhizium; Spesies: *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin.

Ekologi cendawan *M. anisopliae* yaitu tumbuh optimal pada suhu 22-27 °C, pH berkisar antara 3,3-8,5. Perbanyak koloni cendawan *M. anisopliae* dapat dilakukan pada media PDA, media jagung, dan beras. Untuk memperbaiki pertumbuhan cendawan *M. anisopliae* pada media PDA dapat ditambahkan dengan 1% ekstrak yeast. Di awal pertumbuhan, koloni cendawan *M. anisopliae* berwarna putih. Seiring dengan bertambahnya umur, warna koloni akan berubah menjadi hijau gelap. Miselium cendawan *M. anisopliae* bersekat, konidiofor berlapis, bersusun tegak, dan bercabang yang dipenuhi oleh spora. Konidia berkecambah pada kelembapan 90%. Patogenitas meningkat seiring dengan meningkatnya kelembapan udara. Patogenitas cendawan *M. anisopliae* menurun pada kelembapan udara 86%. Cendawan *M. anisopliae* memproduksi racun cyclic peptida yang disebut destruxin, senyawa ini tersusun dari lima asam amino yaitu prolin, isoleusin, methyl-valin, methyl-alanin, dan beta-alanin. Destruxin memiliki efek yang menyebabkan kelainan fungsi lambung tengah, hemocyt, tubulus malpighi, dan jaringan otot pada inang.

Spora *M. anisopliae* yang virulen masuk ke tubuh serangga melalui kontak dengan kutikula di antara ruas-ruas tubuh. Spora yang telah masuk dalam tubuh serangga mulai membentuk hifa dari jaringan epidermis hingga seluruh jaringan tubuh serangga dipenuhi oleh hifa. Setelah inang terbunuh kumpulan hifa tersebut akan membentuk spora primer dan sekunder, di mana tergantung pada kondisi cuaca, saat cuaca mendukung konidia muncul pada kutikula serangga. Infeksi dan penyebaran spora dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu angin, kelembapan, dan kepadatan inang. Angin yang kencang dan kelembapan yang tinggi dapat membantu penyebaran spora dan pemerataan infeksi pada seluruh individu pada populasi inang. Larva serangga mati yang terserang *M. anisopliae* mula-mula tubuhnya membengkak berwarna kemerahan kemudian berubah menjadi kehitaman dan akan mengeras dan kaku (mengalami mumifikasi). Pada kulit larva akan tertutup oleh tepung putih yang akan berubah warna menjadi hijau tua.

Cendawan *M. anisopliae* yang tertelan melalui mulut tidak akan mampu berkembang dalam usus dan akan keluar bersama feses. Larva yang baru berganti kulit dan pupa yang masih muda cenderung lebih peka terhadap infeksi cendawan *M. anisopliae* dibandingkan dengan larva atau pupa dengan kutikula yang sudah mengeras. Pada fase awal infeksi, serangga menunjukkan

gejala terinfeksi ringan, tetapi pada infeksi tahap lanjut serangga menjadi tidak aktif, aktivitas makan menurun dan kehilangan koordinasi. Serangga yang terinfeksi *M. anisopliae* biasanya akan bergerak menuju ke tempat yang lebih tinggi, sedangkan yang berada di dalam tanah akan muncul ke permukaan tanah.



Gambar 1. Cendawan *M. anisopliae*. A. isolasi cendawan *M. anisopliae* menggunakan umpan serangga (*Tenebrio molitor* L.), B. isolat cendawan *M. anisopliae* Ma.pli pada media PDA dalam cawan petri, C. isolat cendawan *M. anisopliae* Ma.pli dilihat secara mikroskopis, D. Konidia (spora) cendawan *M. anisopliae* Ma.pli dilihat secara mikroskopis, E. ulat grayak (*S. litura*) yang mati terserang cendawan *M. anisopliae*, F. konidia cendawan *M. anisopliae* yang menyelimuti ulat grayak (*S. litura*) yang mati.

Peranan Cendawan *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin dalam Pengendalian Serangan Hama

Penggunaan cendawan *M. anisopliae* untuk pengendalian serangga hama tanaman pertanian telah banyak dilaporkan. Suryadi dan Kadir (2007) melaporkan hasil penelitiannya di rumah kaca bahwa cendawan *M. anisopliae* dapat membunuh wereng coklat dengan mortalitas berkisar antara 40-45%, dengan waktu 4 hari setelah aplikasi. Mulyono (2007), melaporkan bahwa cendawan *M. anisopliae* yang diinfeksikan pada larva kumbang badak, *Oryctes rhinoceros* L. dengan konsentrasi 10^8 konidia/mL, menyebabkan tingkat mortalitas larva mencapai 81,61%. Hasil penelitian Widiarta dan

Kusdiaman (2007) menunjukkan bahwa cendawan *M. anisopliae* menyebabkan mortalitas imago wereng hijau pada waktu 3-14 hari setelah aplikasi, dengan LT_{50} 8,39 hari. Menyebabkan keperiduan wereng hijau menurun menjadi 32-58% betina sehat dan juga tidak mempengaruhi kepadatan populasi musuh alami (laba-laba). Hasil penelitian Mia, dkk (2008) menunjukkan bahwa persentase mortalitas larva *Cocidolomia pavonana* Fab. yang diinfeksi dengan spora cendawan *M. anisopliae* pada konsentrasi 10^6 spora/mL, yaitu sebesar 90%. Hasil penelitian Shoaib, dkk (2012) menunjukkan bahwa isolat Ma002 cendawan *M. anisopliae* menyebabkan mortalitas *Spodoptera exigua* larva instar 3 di laboratorium dan di rumah kaca masing-masing 87,5 dan 81,25%. Hasil penelitian di lapangan yang dilakukan oleh Yamini (2013), menunjukkan bahwa aplikasi *M. anisopliae* 300 mL larutan spora *M. anisopliae* dengan kerapatan 10^8 spora/mL dalam 1 L air dengan area 1 m^2 pada lubang yang berisi kotoran selama kondisi basah mampu menurunkan serangan kumbang badak (*Oryctes rhinoceros* L.) dari 85% menjadi 10% pada waktu 6 bulan setelah aplikasi. Hasil penelitian Mahrita dan Wahyono (2013), menunjukkan bahwa *M. anisopliae* memiliki kompatibilitas dengan insektisida nabati nimba sehingga pengendalian serangga hama dapat dipadukan antara nimba dan *M. anisopliae*. Pengaruh mortalitas dari 3 isolat *M. anisopliae* SSB, SBvB dan SBvD dengan konsentrasi 3×10^8 spora/mL terhadap *Spodoptera litura* F diteliti oleh Sowmya, dkk., (2017). Hasil penelitian menunjukkan bahwa virulensi isolat SSB sebesar 76,67%, SBvB sebesar 63,33%, dan SBvD sebesar 50,00% pada hari ke 6 setelah perlakuan. Trizelia, et al., (2018), melaporkan bahwa hasil uji virulensi *Metarhizium* sp. yang berasal dari rizosfer bawang daun terhadap nimfa *Nezara viridula* dengan tingkat mortalitas 100% dan nilai LT_{50} yaitu 6,03 hari. Hasil penelitian Nguyen, dkk (2018), menunjukkan bahwa *M. anisopliae* isolat Ma5, Ma2 dan Ma1 pada konsentrasi 10^8 spora/mL mampu membunuh imago *Diocalandra frumenti* F. dalam kondisi laboratorium ($T = 28\text{-}310^\circ\text{C}$; $RH = 60\text{-}70\%$) dengan mortalitas masing-masing 100 %, 95,0 % dan 95,8 % pada hari ke 15 setelah aplikasi. Pengaruh konsentrasi konidiospora *M. anisopliae* terhadap *Spodoptera littoralis* (Boisd.) pada kondisi laboratorium diteliti oleh Husseini (2019). Hasil penelitian menunjukkan bahwa *M. anisopliae* dengan konsentrasi 2×10^1 , 2×10^2 , dan 2×10^3 konidiospora/mL menyebabkan tingkat kematian *Spodoptera littoralis* instar 3 yang rendah yaitu 2-14% pada hari ke 10 setelah perlakuan. Pada konsentrasi 2×10^4 ; 2×10^5 , 2×10^6 ; dan 2×10^7 konidiospora/mL menyebabkan tingkat mortalitas yang tinggi yaitu 52-90% pada hari ke 7

setelah perlakuan. Waktu rata-rata mematikan (LT_{50}) isolat cendawan *M. anisopliae* dengan konsentrasi 1×10^8 spora/mL terhadap larva *S. litura* instar 2 adalah 186,44 jam setelah infeksi (Dhanapal, et al., 2020). Hasil penelitian Sahid, A. (2019) menunjukkan bahwa cendawan *M. anisopliae* isolat Ma.pli dengan konsentrasi 1×10^6 konidia/mL menyebabkan mortalitas larva instar 3 *S. litura* sebesar 100% pada hari ke 3 setelah aplikasi, dengan LC_{50} sebesar 0.19×10^6 dan LT_{50} sebesar $3,08 \pm 0,08$ hari.

Tantangan dan Prospek Pengembangan Cendawan *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin sebagai Pengendali Serangga Hama

Penggunaan cendawan *M. anisopliae* untuk mengendalikan serangga hama tentu bukan tanpa batasan. Interaksi antara cendawan *M. anisopliae* dengan serangga nonsasaran, interaksi dengan tanaman, interaksi dengan mikroba yang lain serta ketahanan terhadap fungisida sintetis yang mungkin dipakai juga harus diperhatikan. Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Thungrabeab dan Tongma pada tahun 2007 melaporkan bahwa *M. anisopliae* (isolat Ma.7965) yang diujikan terhadap serangga nonsasaran, yang di antaranya merupakan musuh alami serangga hama, seperti *Heteromurus nitidus* Templeton, *Dicypus tamaninii* Wagner, *Coccinella septempunctata* L., dan *Chrysoperla carnea* (Steph.) menunjukkan hasil bahwa cendawan *M. anisopliae* cenderung bersifat patogen terhadap serangga nonsasaran. Oleh karena itu, penggunaan cendawan *M. anisopliae* dalam pengendalian serangga hama harus dilakukan secara hati-hati agar tidak berdampak terhadap serangga berguna lainnya. Penggunaan cendawan *M. anisopliae* dengan pestisida seperti dengan insektisida sintetik, fungisida maupun zat pemacu pertumbuhan tanaman juga perlu mendapat perhatian. Beberapa insektisida seperti azadirachtin, methyl-o-demeton, acetameprid, thiomethoxam, carbosulfan relatif aman untuk *M. anisopliae*, sedangkan insektisida seperti chlorpyriphos, cypermethrin, difocol, dan deltamethrin lebih toksik terhadap cendawan *M. anisopliae*. Beberapa fungisida seperti thiram, metalaxyl, chlorothalonil kompetibel dengan *M. anisopliae*, sedangkan fungisida benomyl, orthocide, mancozeb, tebuconazole cenderung berbahaya bagi *M. anisopliae*. Aspek lain yang perlu diperhatikan adalah cara kerja cendawan *M. anisopliae* yang tidak secepat insektisida sintetis dalam membunuh serangga sasaran, akan tetapi perlu waktu yang lebih lama dalam membunuh serangga sasaran yaitu sampai 7 hari setelah infeksi. Oleh karena itu, perlu dicari metode lain yang kompetibel untuk menambah daya virulensi cendawan *M. anisopliae* misalnya dengan menambahkan metabolit sekunder dari cendawan

entomopatogen tersebut atau dengan menambahkan bahan kimia yang tidak berbahaya bagi cendawan *M. anisopliae*.

Referensi

- Alexopoulos, C.J., C.W. Mims, and M. Blackwell. 1996. Introductory Mycology. 4th ed. Toronto: John Wiley & Sons, Inc. 880 hal.
- Dhanapal, R., D.V. Sai Ram Kumar, R. LakshmiPathy, C. Sandhya Rani, dan V. Manoj Kumar. 2020. Exploration of Indigenous Strains of the Green Muscardine Fungus from Soils and their Pathogenicity Against the Tobacco Caterpillar, *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30(34): 1-5.
- Gul, H.T., S. Saeed, F.Z.A. Khan. 2014. Entomopathogenic Fungi as Effective Insect Pest Management Tactic: A Review. *Journal Applied Sciences and Business Economics*, 1(1): 10-18.
- Hussein, M.M.M. 2019. Efficacy of the Entomopathogenic Fungus, *Metarhizium anisopliae* (Metsch.), Against Larvae of the Cotton Leafworm, *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lepidoptera: Noctuidae), under Laboratory Conditions. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 29(50): 1-3.
- Khan S., N.B. Bagwan, S. Fatima, M.A. Iqbal. 2012. In Vitro Compatibility of Two Entomopathogenic Fungi with Selected Insecticides, Fungicides, and Plant Growth Regulators. *Libyan Agriculture Research Center Journal International*. 3: 36-41.
- Lacey, L.A., R. Frutos, H.K. Kaya., and P. Vail. 2001. Insect Patogen as Biological Agents: do they have a future. *Journal Biological Control*, 21:230-248.
- Liu, C.M., S.S. Huang., and Y.M. Tzeng. 2004. Analysis of Destruxins Produced from *Metarhizium anisopliae* by Capillary Electrophoresis. *Journal of Chromatographic Science*, 42: 140-144.
- Mahrita, W., dan T.E. Wahyono. 2014. Kompatibilitas Strain Jamur Entomopatogen dan Insektisida Nabati untuk Pengendalian *Helopeltis antonii* Sign. *Prosiding Seminar Nasional Pertanian Organik*, Bogor, 18-19 Juni, 329-336.
- Mia, M.R., Melanie, dan B. Irawan. 2008. Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* terhadap *Crocidiolomia pavonana* Fab. dalam Kegiatan Studi Pengendalian Hama Terpadu Tanaman Kubis dengan Menggunakan Agensia Hayati. Laporan Akhir Penelitian Dosen Muda, Universitas Padjadjaran, 49 hal.

- Mulyono. 2007. Kajian Patogenisitas Cendawan *Metarhizium anisopliae* terhadap Hama *Oryctes rhinoceros* L. Tanaman Kelapa pada Berbagai Waktu Aplikasi. Tesis, Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret, 86 hal.
- Nguyen, H.U., D.K. Hanh, T.T. Xuan, L.V. Vang dan T.V. Hai. 2018. Effectiveness of Green Muscardine Fungus *Metarhizium anisopliae* and Some Insecticides on Lesser Coconut Weevil *Diocalandra frumenti* Fabricius (Coleoptera: Curculionidae). *Can Tho University Journal of Science*, 54(8): 1-7.
- Ramanujam, B., Rangeshwaran, R., Sivakmar, G., Mohan, M., & Yandigeri, M.S. 2014. Management of Insect Pests by Microorganisms. *Proceedings of Indian National Science Academy*, 80 (2): 455–471.
- Sahid, A. 2019. Isolasi Cendawan Entomopatogen Indigenous Tropis Lembap dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Potensinya sebagai Agen Pengendali Hayati. Laporan Hasil Penelitian Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman, 29 hal.
- Septiana, E. 2015. Jamur Entomopatogen: Potensi dan Tantangan sebagai Insektisida Alami terhadap Serangga Perusak Tanaman dan Vektor Penyakit Manusia. *Bio Trends*, Vol (1): 28-31.
- Shoaib, F., M.A. Saleem, M. B. Khan dan M. Naeem. 2012. Prevalence and Effectiveness of *Metarhizium anisopliae* Against *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) in Southern Punjab, Pakistan. *Pakistan J. Zool.*, 44 (3): 753-758.
- Sowmya, G., S.H. Ramanagouda dan J. Jayappa. 2017. Lethal and Sub Lethal Effects of Indigenous Isolates of *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin against *Spodoptera litura* (Fabricius). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(4): 1154-1160.
- Suryadi, Y. dan T.S. Kadir. 2007. Pengamatan Infeksi Jamur Patogen Serangga *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin pada Wereng Coklat. *Berita Biologi-LIPI. Jurnal Ilmiah Nasional*, 8(6): 489-495.
- Thungrabeab, M., dan S. Tongma. 2007. Effect of Entomopathogenic Fungi, *Beauveria bassiana* (Balsam) and *Metarhizium anisopliae* (Metsch) on nonTarget Insects. *King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang Science and Technology Journal*, 7: 8-12.
- Trizelia, E. Sulyanti, P. Suspalana. 2018. Virulensi Beberapa Isolat Cendawan Entomopatogen *Metarhizium* spp. terhadap Kepik Hijau (*Nezara viridula*) (Hemiptera: Pentatomidae). *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 4 (2): 266-269.

- Untung, K. 1996. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu. Gadjah Mada University Press. 273 hal
- Widiarta, I.N., dan D. Kusdiaman. 2007. Penggunaan Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* dan *Beauveria bassiana* untuk Mengendalikan Populasi Wereng Hijau. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 26(1): 46-54.
- Yamini Varma C.K. 2013. Efficacy of Ecofriendly Management Against Rhinoceros Beetle Grubs in Coconut. *J. Biopest*, 6(2):101-103.

PENGENDALIAN ORGANISME PENGGANGGU TANAMAN MELALUI BUDIDAYA TANAMAN UNTUK PERTANIAN MASA DEPAN

Sopialena

Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Pendahuluan

Konsep pengendalian hama terpadu (PHT), strategi pengelolaan hama yang berkelanjutan, telah dipraktikkan sejak lama. Meskipun berbagai sumber mendefinisikan PHT dengan cara yang berbeda, model sebelumnya terutama berfokus pada aspek ekologis, dan sampai batas tertentu pada aspek pengelolaan hama secara evolusioner (Trapero, *et al.*, 2016). Piramida PHT terbaru yang dipresentasikan oleh Stenberg (2017) mengidentifikasi kurangnya pendekatan PHT holistik yang menggunakan alat tradisional dan modern. Namun, kerangka konseptualnya berkaitan dengan aspek ekologis pengelolaan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) (Dara, S.K., 2019).

Pengendalian Terpadu umumnya bertujuan untuk mendapatkan interaksi yang positif antara pengolahan tanah dengan pemakaian pestisida nabati, jarak tanam dengan penyiraman, dan lain-lain. Di antara pengendalian terpadu adalah pengendalian dengan cara budidaya tanaman, yang juga memadukan berbagai cara budidaya tanaman untuk mendapatkan hasil yang maksimal dalam mengendalikan organisme pengganggu tanaman.

Pengendalian budidaya pertanian merupakan pengendalian yang ditujukan untuk dapat mengubah lingkungan menjadi kurang sesuai bagi perkembangan hama. Hal ini dapat mengalihkan perhatian dari hama sehingga tanaman terhindar dari gangguan hama. Teknik pengendalian secara budidaya pertanian di antaranya sanitasi, pengolahan tanah, pergiliran tanaman, pemupukan yang tepat dan teratur, pengaturan jarak tanam, peraturan pola tanam, penanaman tanaman perangkap (*trap crop*), penggunaan mulsa, dan menanam varietas unggul.

Dalam pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) perlu adanya prinsip pengendalian yang terpadu yang merupakan hasil dari pertimbangan aspek ekologis dan ekonomis sehingga komponen pengendalian yang dikembangkan tidak merusak lingkungan, tetapi dapat memanipulasi lingkungan menjadi kurang cocok bagi perkembangan OPT dan secara

ekonomis juga menguntungkan. Usaha pertanian yang dilakukan untuk mengurangi tingkat penyebaran atau penularan penyakit serta serangan OPT dalam pertanian yang berskala besar maupun pertanian yang berskala kecil.

Pengendalian Budidaya Tanaman

Pengendalian budidaya tanaman adalah kegiatan yang dapat mengubah lingkungan menjadi kurang sesuai bagi perkembangan OPT (Organisme Pengganggu Tanaman) yang meliputi hama, penyakit, dan gulma. Pengendalian dengan budidaya tanaman biasanya dilaksanakan pada waktu yang bersamaan dengan pelaksanaan pemeliharaan. Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) dilakukan sejak dini baik secara preventif atau pencegahan maupun kuratif atau penyembuhan setelah terjadinya serangan OPT.

Dalam prinsip pengendalian terpadu, teknik pengendalian hama secara budidaya tanaman mencakup pengertian yang luas yaitu pengelolaan lingkungan pertanaman (Pedigro, 1996). Pengelolaan tanaman termasuk tindakan pencegahan atau preventif yang dilakukan sebelum serangan hama terjadi dengan sasaran agar populasi hama tidak meningkat sampai melebihi ambang ekonomis. Budidaya tanaman sehat merupakan suatu teknik pengelolaan lingkungan tanaman untuk mendukung pertumbuhan tanaman yang optimal dan membuat lingkungan yang tidak pas untuk pertumbuhan dan perkembangan OPT. Dengan Pengendalian Terpadu melalui budidaya tanaman bertujuan agar tanaman menjadi lebih mudah dikelola, tanaman menjadi lebih tahan, dan kondisi lingkungan ini menjadi tidak sesuai untuk pertumbuhan maupun perkembangan hama dan penyakit tumbuhan.

Pengelolaan tanaman melalui cara-cara budidaya tanaman yang tepat dapat di manfaatkan untuk menyusun strategi pengendalian OPT termasuk kutu kebul. Menurut Pedigo (1996), teknik pengendalian OPT secara budidaya dapat dikelompokkan menjadi empat sesuai dengan sasaran yang akan dicapai yaitu: (1) mengurangi kesesuaian ekosistem, (2) mengganggu kontinuitas penyediaan keperluan hidup hama, (3) mengalihkan populasi hama menjauhi tanaman, dan (4) mengurangi dampak kerusakan tanaman. Teknik pengendalian budidaya pertanian yang sesuai dengan mekanisme biologi dan ekologinya dalam meningkatkan produktivitas tanaman (Pedigro, 1996).

Teknik-Tenik Pengendalian dengan Budidaya Tanaman

Ada beberapa teknik pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman melalui teknik budidaya tanaman seperti yang diuraikan pada tulisan berikut yaitu:

1. Pengolahan Tanah

Pengolahan tanah yang dilakukan secara konvensional dilakukan dengan mencangkul tanah secara manual hingga kedalaman 20-30 cm, akan memperbaiki aerasi tanah, menggemburkan tanah, dan memacu terjadinya proses dekomposisi oleh mikroba. Menurut Ginartha (2013), Sistem pengolahan tanah akan meningkatkan pertumbuhan tanaman pada sistem perakarannya. Sistem perakaran tanaman kacang-kacangan seperti kedelai, kondisi ini mampu menciptakan kondisi yang optimal khususnya bagi bakteri. Rhizosfer tanaman kedelai sebagai salah satu jenis tanaman Leguminosae merupakan tempat yang sangat optimal untuk perkembangan bakteri. Sistem pengolahan tanah mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi dari tanaman kedelai secara signifikan melalui peningkatan populasi mikroorganisme tanah, khususnya kelimpahan bakteri tanah, dan peningkatan jumlah bintil akar. Pengolahan tanah mempercepat proses oksidasi bahan organik. Percepatan oksidasi bahan organik ini di akibatkan oleh peningkatan aerasi tanah dan meningkatkan kontak langsung antara tanah dan bahan organik^[5]. Sistem pengolahan tanah yang baik akan mempengaruhi kondisi tanah baik secara fisik, kimia maupun biologi tanah.

2. Sanitasi

Pengendalian dengan sanitasi bertujuan untuk kebersihan lingkungan di sekitar pertanaman dengan membersihkan sisa-sisa tanaman, limbah dan gulma. Kebersihan tanaman tidak hanya pada saat ada tanamannya, tetapi juga pada saat pemberokan dianjurkan membersihkan semak-semak atau turiang-turiang yang ada. Hal ini bertujuan untuk membantu tanaman terhindar dari adanya gulma yang menjadi tanaman inang oleh hama.^[4] Adapun hal-hal yang dapat dilakukan pada saat sanitasi dapat dilakukan dengan cara dibongkar, dibenamkan maupun dibakar dan dilakukan pengumpulan dan pembersihan buah-buah yang jatuh terserang lalat buah agar tidak ada bibit hama berkembang.

3. Pemupukan yang Tepat dan Teratur

Pemupukan yang tepat dan teratur di lakukan agar tanaman dapat tumbuh dengan baik serta memiliki daya tahan yang tinggi terhadap gangguan

hama. Perlakuan pupuk yang tidak seimbang akan berpengaruh terhadap tanaman dan dapat mengakibatkan toksisitas, dan mempengaruhi kondisi tanaman. Misalnya, perlakuan N yang tidak seimbang pada tanaman dapat mengakibatkan jaringan tanaman menjadi lunak sehingga mengandung asam amino yang tinggi dan disukai oleh hama seperti *H. antonii*. Pemupukan yang tepat dan teratur akan meningkatkan pertumbuhan serta ketahanan tanaman terhadap serangan OPT.

4. Diversifikasi Tanaman

Ada beberapa alasan mengapa penanaman yang beragam mungkin mengalami lebih sedikit masalah hama. Pertama, mungkin lebih sulit bagi herbivora khusus untuk “menemukan” tanaman inang mereka dengan latar belakang satu atau lebih spesies non-inang. Kedua, penanaman yang beragam dapat menyediakan basis sumber daya yang lebih luas untuk dieksplorasi oleh musuh alami, baik dalam hal spesies mangsa non-hama maupun sumber daya seperti serbuk sari dan nektar yang disediakan oleh tanaman itu sendiri, membangun komunitas musuh alami dan memperkuat dampaknya terhadap hama. Baik penyembunyian inang dan dorongan musuh alami memiliki potensi untuk menekan populasi hama, mengurangi kebutuhan aplikasi pestisida dan meningkatkan hasil panen. Di sisi lain, diversifikasi tanaman dapat menghadirkan tantangan manajemen dan ekonomi bagi petani sehingga skema ini sulit untuk diterapkan. Misalnya, masing-masing dari dua atau lebih tanaman di lahan mungkin memerlukan praktik pengelolaan yang sangat berbeda (misalnya, penanaman, pengolahan dan panen semua mungkin perlu dilakukan pada waktu yang berbeda untuk tanaman yang berbeda), dan petani harus memiliki akses ke pasar yang menguntungkan untuk semua tanaman.

5. Pergiliran Tanaman

Pergiliran tanaman pada pengendalian budidaya pertanian bertujuan untuk memutus tali penyediaan makanan bagi hama. Adapun hal yang dilakukannya itu dengan tidak menanam suatu jenis tanaman yang sama dari musim ke musim berikutnya. Pergiliran atau rotasi tanaman yang baik dilakukan ialah apabila jenis tanaman pada suatu musim berbeda dengan jenis tanaman yang ditanam pada suatu musim berikutnya dan jenis tanaman tersebut bukan merupakan inang hama tanaman yang ditanam pada musim sebelumnya. Perlakuan pemutusan ketersediaan inang pada musim kedua, populasi hama yang sudah meningkat pada musim pertama dapat ditekan. Rotasi tanaman sangat efektif untuk mengendalikan hama yang memiliki

sarang makanan sempit dan kemampuan migrasi terbatas terutama pada fase yang aktif makan.

6. Pengaturan Pola Tanam

Pengaturan tanaman dengan menggunakan pola tanam seperti tumpang sari, tumpang gilir, tanaman sela dan lainnya dapat menekan adanya pertumbuhan gulma. Adanya pola tanam mengakibatkan gulma terhambat pertumbuhannya dan tidak dapat berkembang biak karena kurangnya mendapatkan sinar matahari. Penggunaan rotasi tanaman secara ekologis cukup signifikan mencegah adanya dominasi spesies gulma atau kelompok gulma tertentu pada daerah pertanaman budidaya. Adanya dominasi gulma ini disebabkan tumbuhnya jenis gulma yang berbeda-beda, seperti tanaman tertentu memiliki jenis gulma tertentu pula karena suatu jenis gulma dapat tumbuh leluasa pada kondisi yang cocok untuk pertumbuhannya.

7. Penanaman Tanaman Perangkap (*trap crop*)

Penanaman tanaman perangkap (*trap crop*) merupakan jenis-jenis hama yang lebih disukai oleh hama yang ditanam di sekitar tanaman utama/budidaya. Tanaman perangkap berfungsi sebagai pengalihan konsentrasi hama ke tanaman perangkap sehingga memudahkan dalam pengendalian hama karena pengendalian dengan insektisida kimia hanya akan dilakukan pada tanaman perangkap.

8. Penggunaan Mulsa

Mulsa sangat baik untuk menekan pertumbuhan gulma. Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan mulsa dapat menekan pertumbuhan banyak jenis gulma serta akan meningkatkan kelembapan tanah sehingga memberikan kesempatan mikrob tanah untuk tumbuh dan berkembang dengan baik. Mikrob tanah dapat berperan untuk mengurai tanah meningkatkan kesuburan tanah karena mikrob akan memecah hara tanah menjadi unsur hara yang tersedia bagi tanaman. Penggunaan Mulsa pada pertanaman juga berperan dalam meningkatkan suhu tanah sehingga menyebabkan biji-biji gulma yang ada menjadi tidak aktif.

9. Menanam Varietas Unggul

Penanaman varietas tahan hama merupakan usaha teknik budidaya untuk mengurangi kerusakan tanaman dan mengurangi kesesuaian ekosistem hama. Penggunaan tanaman yang tahan terhadap hama dapat dilihat dari

ketahanan yang menunjukkan kerusakan yang lebih sedikit bila dibandingkan dengan tanaman varietas lain dalam keadaan tingkat populasi hama yang sama dan pada keadaan lingkungan yang sama. Vigor dan kualitas tanaman yang baik merupakan faktor penting dalam penghambatan siklus hidup kutu kebul karena itu diperlukan varietas yang mempunyai vigor tanaman yang baik sehingga tahan terhadap serangan kutu kebul.

10. Pengenangan

Penggenangan tanah bertujuan untuk membuat tanah menjadi kekurangan oksigen. Kondisi ini akan menyebabkan hampir semua organisme tanah yang aerobik atau dalam kehidupannya membutuhkan oksigen maka akan mati, baik biji-biji gulma yang tersimpan dalam tanah tersebut maupun mikrob-mikrob tanah terutama patogen tanah atau mikrob yang menyebabkan penyakit pada tanaman yang diupayakan.

Kesimpulan

Prinsip pengendalian dengan budidaya tanaman telah memenuhi prinsip Pengendalian Terpadu dan pengendalian secara budidaya tanaman memiliki komponen-komponen di antaranya sanitasi, pengolahan tanah, pemupukan yang tepat dan teratur, pergiliran tanaman, penanaman tanaman perangkap (*trap crop*), penggunaan mulsa maupun penggunaan varietas unggul. Pengendalian dengan cara budidaya tanaman merupakan cara perlindungan tanaman dengan memodifikasi iklim mikro sehingga mengganggu pertumbuhan dan perkembangan OPT.

Referensi

- Bommarco, R., Kleijn, D., and Potts, S.G. 2013. Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security. *Trends Ecol. Evol.* 28, 230–238. doi: 10.1016/j.tree.2012.10.012
- Chamuene *et al.*, 2007. Cropping systems and pest management strategies in the Morrumbala region of Mozambique: enhancing smallholders cash
- Cook R.J. 2000. Advances in plant health management in the twentieth century. *Ann. Rev. Phytopathol.* 38:95–116.
- Eli-Chukwu, N. C. 2019. Applications of artificial intelligence in agriculture: a review. *Eng. Technol. Appl. Sci. Res.* 9, 4377–4383.
- Food and Agriculture Organization of The United States. Good agricultural practices in plant protection. How to practice Integrated Pest Management?

- Gurr, G. M., Lu, Z., Zheng, X., Xu, H., Zhu, P., Chen, G., *et al.* 2016. Multi-country evidence that crop diversification promotes ecological intensification of agriculture. *Nat. Plants* 2:16014. doi: 10.1038/nplants.2016.14
- Joyce E. Parker, William E. Snyder, George C. Hamilton and Cesar Rodriguez-Saona. 2013. Companion Planting and Insect Pest Control. DOI: 10.5772/55044
- Oerke, E.-C. 2006. Crop losses to pests. *J. Agric. Sci.* 144, 31–43. doi: 10.1017/S0021859605005708
- Pickett, J. A. 2016. The essential need for GM crops. *Nat. Plants* 2:16078. doi: 10.1038/nplants.2016.78
- Smith, W. K., Nelson, E., Johnson, J. A., Polasky, S., Milder, J. C., Gerber, J. S., *et al.* 2019. Voluntary sustainability standards could significantly reduce detrimental impacts of global agriculture. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 116,
- Stenberg, J. A. 2017. A conceptual framework for integrated pest management. *Trends Plant Sci.* 22: 749–769. 2130–2137. doi: 10.1073/pnas.1707812116
- Surendra K Dara. 2019. The New Integrated Pest Management Paradigm for the Modern Age. *Journal of Integrated Pest Management*, Volume 10, Issue 1, 2019, 12. <https://doi.org/10.1093/jipm/pmz010>

<http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/spi/scpi-home/managing-ecosystems/integrated-pest-management/ipm-how/en/>.
Diakses 11-08-2021

PENGENDALIAN TERPADU DAN PENGENDALIAN HAYATI TERHADAP ORGANISME PENGGANGGU TANAMAN UNTUK PERTANIAN MASA DEPAN

Sopialena

Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Pendahuluan

Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) merupakan bagian besar dalam pengelolaan pertanian. OPT merupakan penghambat pertumbuhan yang akan menyebabkan terganggunya fisiologi tumbuhan yang selanjutnya mengakibatkan penurunan atau gagalnya panen. Hal ini tentu saja menjadi faktor yang sangat meresahkan petani. Pengendalian OPT yang paling umum dan cepat memberikan hasil adalah pengendalian secara kimiawi, hanya saja pengendalian ini saat ini menjadi cara yang kurang disukai atau menjadi pilihan terakhir untuk pengendalian OPT karena banyaknya dampak negatif yang ditimbulkannya, baik terhadap manusia maupun terhadap lingkungan. Membangun wawasan lingkungan yang berkelanjutan maka diperlukan pendekatan yang mempertimbangkan banyak sisi, terutama adalah pertimbangan sisi lingkungan itu sendiri yang tentu saja memasukan sisi-sisi lainnya sebagai bagian dari ekosistem dan menjadikannya sebagai pendekatan yang komprehensif.

Pengendalian Terpadu merupakan cara untuk mengendalikan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang berdasar pada pertimbangan ekologi serta efisiensi ekonomi menuju pengelolaan ekosistem yang berwawasan lingkungan yang berkelanjutan. Sasaran Pengendalian Terpadu adalah peningkatan produksi yang maksimal serta peningkatan penghasilan petani yang tinggi yang selanjutnya akan meningkatkan kesejahteraan petani.

Konsep konvensional terutama penggunaan pestisida kimiawi yang sudah berakar harus dirubah dan didobrak dengan memperbaiki dan mengembangkan pengendalian terhadap Organisme Pengganggu Tumbuhan menggunakan Konsep Pengendalian Terpadu. Penggunaan pestisida kimiawi di lapangan oleh petani yang selalu tidak tepat atau cenderung menggunakan dosis yang berlebih dari dosis anjuran sangat merugikan kesehatan manusia dan meninggalkan residu terhadap lingkungan serta merusak ekosistem yang sudah ada. Kerusakan lingkungan dan ekosistem ini tidak bias dibiarkan

begitu saja karena pada akhirnya akan merugikan secara total kepada kehidupan manusia. Kerugian yang sudah ditimbulkan terhadap manusia ini sudah dirasakan oleh kita dengan dampak-dampak buruk yang diakibatkan oleh pemakaian pestisida seperti pemicu penyakit kanker serta penyakit lainnya akibat buruk dari pemakaian pestisida kimiawi, juga menyebabkan terjadinya ledakan populasi hama atau resurensi hama serta residu pestisida yang ditinggalkan pada lingkungan.

Prinsip pengaturan populasi organisme oleh mekanisme saling berkaitan antaranggota suatu komunitas pada jenjang tertentu juga terjadi di dalam agroekosistem yang dirancang manusia. Musuh alami sebagai bagian dari agroekosistem memiliki peranan menentukan dalam pengaturan dan pengendalian populasi hama. Sebagai faktor yang bekerjanya tergantung dari kepadatan yang tidak lengkap (*imperfectly density dependent*) dalam kisaran tertentu, populasi musuh alami dapat mempertahankan populasi musuh alami tetap berada di sekitar batas keseimbangan dan mekanisme umpan balik negatif. Kisaran keseimbangan tersebut dinamakan Planto Homeostatik. Di luar plato hemostatik musuh alami menjadi kurang efektif dalam mengembalikan populasi ke arah keseimbangan. Populasi hama dapat meningkat menjauhi kisaran keseimbangan akibat bekerjanya faktor yang bebas kepadatan populasi seperti cuaca dan akibat tindakan manusia dalam mengelola lingkungan pertanian. (Sunarn, 2021).

Konsep Pengendalian Terpadu merupakan upaya yang dikembangkan pemerintah dalam rangka mengurangi penggunaan pestisida disektor pertanian. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 48/Permentan/OT.140/10/2009 menyebutkan bahwa Pengendalian Terpadu adalah upaya pengendalian serangan organisme pengganggu tanaman dengan teknik pengendalian dalam suatu kesatuan untuk mencegah timbulnya kerugian secara ekonomi dan kerusakan lingkungan hidup dan menciptakan pertanian yang berkelanjutan. Prinsip Pengendalian Terpadu meliputi pemanfaatan musuh alami, budidaya tanaman sehat, pengamatan berkala dan petani ahli Pengendali Terpadu. Pengendalian Terpadu berdampak positif terhadap ekonomi petani karena mampu mengurangi penggunaan pestisida serta meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani secara tidak langsung. (Nila, 2016).

Teknik manipulasi lingkungan merupakan cara yang cukup efektif dalam penggunaan musuh alami yaitu dengan cara menyediakan predator alternatif terhadap OPT ataupun penggunaan inang yang tahan serta memperkuat musuh alami dari OPT itu sendiri seperti penyediaan madu atau teknik budidaya yang dimodifikasi serta melakukan tindakan-tindakan

meminimalisasi dampak buruk akibat budidaya yang dilakukan petani. Semua cara pengendalian yang digunakan petani harus sinergis antara cara pengendalian satu dengan cara pengendalian lainnya.

Penerapan lebih dari satu cara pengendalian yang sinergis, merupakan Pengendalian Terpadu guna menekan populasi OPT yang secara ekonomis merugikan. Beberapa hasil penelitian yang ada tidak langsung dapat diadopsi petani. Sebab hasil-hasil penelitian yang ada masih sulit dan rumit untuk dilaksanakan di lapangan terutama oleh petani yang mempunyai banyak keterbatasan. Di antara faktor penyebabnya adalah banyak kegiatan penelitian yang dirancang dan dilaksanakan secara “independen” padahal yang diinginkan adalah bersifat multidisiplin. Selain itu peneliti kurang memahami konsepsi Pengendalian Terpadu dan permasalahan yang dihadapi oleh petani. Oleh karena itu implementasi PHT harus dilakukan secara bertahap disebabkan karena kompleksitas agroekosistem dan masalah-masalah OPT yang terkait di dalamnya. Pemecahan masalah perlu dilakukan satu persatu dan secara bertahap dipadukan ke dalam sistem pengelolaan OPT secara keseluruhan. Diawali dengan penggunaan tanaman toleran atau resistan terhadap OPT, pengamatan secara rutin, pengamatan musuh alami, menghindari keadaan atau faktor yang mendukung serangan OPT, ditetapkan cara pengendalian OPT, partisipasi aktif baik individu maupun kelompok petani, dan tersedia petugas lapangan yang terlatih.

Menurut Samsudin (2001) bahwa Pengendalian Terpadu memiliki beberapa prinsip yang khas, yaitu; (1) sasaran Pengendalian Terpadu bukan eradicasi/pemusnahan OPT tetapi pembatasan atau pengendalian populasi hama sehingga tidak merugikan, (2) Pengendalian Terpadu merupakan pendekatan holistik maka penerapannya harus mengikutisertakan berbagai disiplin ilmu dan sektor pembangunan sehingga diperoleh rekomendasi yang optimal, (3) Pengendalian Terpadu selalu mempertimbangkan dinamika ekosistem dan variasi keadaan sosial masyarakat maka rekomendasi Pengendalian Terpadu untuk pengendalian OPT tertentu juga akan sangat bervariasi dan lentur, (4) Pengendalian Terpadu lebih mendahulukan proses pengendalian yang berjalan secara alami (non-pestisida), yaitu teknik bercocok tanam dan pemanfaatan musuh alami seperti parasit, predator, dan patogen OPT. Penggunaan pestisida harus dilakukan secara bijaksana dan hanya dilakukan apabila pengendalian lainnya masih tidak mampu menurunkan populasi hama, dan (5) program pemantauan/pengamatan biologis dan lingkungan sangat mutlak dalam PHT karena melalui pemantauan petani dapat mengetahui keadaan agro-ekosistem kebun pada

suatu saat dan tempat tertentu, selanjutnya melalui analisis agro-ekosistem dapat diputuskan tindakan yang tepat dalam mengelola kebunnya.

Pengendalian Hayati dalam Pengelolaan Organisme Pengganggu Tanaman

Manusia sangat tergantung dengan pestisida sejak diperkenalkan dengan insektisida organoklorin lainnya pada pertengahan tahun 1940 yang disusul kemudian oleh organofosfat dan karbamat. Selama lebih dari dua dekade manusia merasa diselamatkan dengan adanya pestisida sintetik. Berjuta-juta umat manusia merasa terselamatkan dari bencana kelaparan, penyakit serta bencana lainnya. Namun demikian di tahun 1960-an pendapat tersebut mulai bergeser yang kemudian menggugah masyarakat terhadap berbagai pengaruh buruk atas penggunaan pestisida kimiawi terhadap ekologi. Bahwa ternyata pestisida kimiawi menimbulkan keresahan karena timbulnya pengaruh-pengaruh negatif terhadap manusia maupun lingkungan, kondisi ini tidak bias dibiarkan begitu saja sehingga kita menyadari bahwa kita harus menyelesaikan pengaruh-pengaruh negatif yang terjadi.

Pada tahun 1970-an mulailah dikembangkan suatu pendekatan pengendalian hama berbasis ekologi yang dikenal dengan nama Pengendalian Hama Terpadu (PHT). Sasaran utama PHT adalah mengurangi kerugian karena serangan hama secara lebih efektif, ekonomis, dan ramah lingkungan. Jadi, sasarnya bukan hanya sekedar membunuh hama demi menyelamatkan kepentingan ekonomi tanpa memperhatikan dampak lingkungan yang ditimbulkannya. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 48/Permentan/OT.140/10/2009 menyebutkan bahwa PHT adalah upaya pengendalian serangan organisme pengganggu tanaman dengan teknik pengendalian dalam suatu kesatuan untuk mencegah timbulnya kerugian secara ekonomi dan kerusakan lingkungan hidup dan menciptakan pertanian yang berkelanjutan. Penerapan lebih dari satu cara pengendalian yang sinergis, merupakan pengendalian hama terpadu (PHT) guna menekan populasi hama yang secara ekonomis merugikan. Diawali dengan penggunaan tanaman toleran atau resistan terhadap hama, pengamatan secara rutin tingkat serangan hama, pengamatan musuh alami, menghindari keadaan atau faktor yang mendukung serangan hama, ditetapkan cara pengendalian hama, partisipasi aktif baik individu maupun kelompok petani, dan tersedia petugas lapangan yang terlatih.

Pengendalian Terpadu didefinisikan sebagai suatu pendekatan berkelanjutan dalam mengelola OPT dengan mengombinasikan taktik

penggunaan agensia hayati, secara fisik serta secara kimiawi dengan tujuan meminimalisasi kerugian secara finansial, risiko kesehatan manusia serta pencemaran lingkungan. Pengendalian Terpadu bukan hanya ditujukan bagi perlindungan tanaman pertanian, tetapi meliputi pula berbagai masalah OPT yang berkaitan dengan peternakan, perkotaan, dan kesehatan. Filosofi dasar Pengendalian Terpadu adalah tidak semua serangga pada tanaman pertanian itu hama yang harus dibasmi secara habis, dengan kata lain bahwa populasi Organisme Pengganggu Tanaman tersebut harus dipelihara agar populasinya tetap ada untuk keseimbangan ekosistem. Hal yang perlu dilakukan adalah mengelola jumlah hama hingga di bawah tingkat yang akan merugikan secara ekonomi. Pengguna Pengendalian Terpadu mungkin akan memproduksi lebih sedikit daripada mereka yang memakai pestisida, tetapi balasan yang akan diterima jauh lebih besar. Para pekerja dan orang-orang lain di sekitarnya akan lebih aman jika teknik Pengendalian Terpadu digunakan karena hal ini akan menjadikan ekologi yang sehat serta meningkatkan produksi. Pengendalian Terpadu merupakan teknik pengendalian yang menuju keseimbangan alam dan teknik pengendalian yang berkelanjutan menuju pertanian masa depan. Jelaslah bahwa pengendalian terpadu merupakan metode pengendalian OPT yang secara sosial dapat diterima, secara lingkungan bertanggung jawab, dan secara ekonomi. Dengan pendekatan berbagai taktik pengendalian.

Suatu program pengelolaan hama terpadu dapat saja menggunakan musuh alami, varietas tanaman tahan hama, pergiliran tanaman, sanitasi, dan lain-lain untuk menekan populasi hama di bawah tingkat kerusakan ekonomi (*economic threshold*). Penggunaan pestisida biasanya dilakukan dengan mempertimbangkan kebutuhan dan berbagai alternatif lain. Program Pengendalian Terpadu tergantung pada identifikasi dan pemahaman mengenai biologi OPT yang menjadi penyebab masalah serta hubungannya dengan inang dan lingkungannya. Status OPT biasanya ditentukan melalui pengambilan sampel OPT dan pengukuran tingkat kerusakan yang ditimbulkannya. Para praktisi Pengendali Terpadu sangat menyadari bahwa upaya untuk menghilangkan seluruh hama adalah sesuatu yang tidak mungkin atau secara ekonomi tidak layak. Oleh karena itu, populasi hama harus dikelola di bawah tingkat kerusakan ekonomi. Mereka pun memahami betapa pentingnya peranan pengendalian alami dalam mengatur populasi makhluk hidup di alam.

Pada Pengendalian Terpadu, faktor-faktor yang menjadi penyebab kematian hama secara alami merupakan suatu kebutuhan dan menjadi suatu

dambaan. Teknik-teknik yang digunakan pada Pengendalian Terpadu adalah praktik-praktik yang paling aman, seperti penggunaan tanaman, pengendalian hayati, dan pengendalian melalui teknik budidaya. Hal ini merupakan kegiatan-kegiatan yang sangat mendukung untuk pertanian yang berkelanjutan sementara kegiatan yang diperkirakan akan sangat mengganggu atau merusak lingkungan hanya digunakan sebagai upaya terakhir. Pestisida kimia hanya digunakan jika perlu dan harus didasarkan pada pemantauan populasi OPT yang dilakukan secara rutin dan sering. Pemantauan terhadap populasi musuh alami harus dilakukan untuk menentukan dampaknya terhadap populasi OPT. Pengendalian Terpadu merupakan suatu kegiatan yang dinamis dan selalu berkembang. Strategi pengelolaan OPT bervariasi sesuai dengan jenis tanaman, lokasi, waktu, dan didasarkan pada perubahan populasi OPT serta pengendalian alaminya.

Metode Pengendalian yang Diterapkan dalam Pengendalian Terpadu

Pengendalian kultural, pengendalian hayati, pengendalian fisik mekanis, dan pengendalian kimia terbatas dengan menggunakan pestisida botanis. Pengendalian yang ramah lingkungan yang diharapkan menggantikan peran insektisida sintetis (kimia) adalah penggunaan insektisida botanis (alami), yang diperoleh dari bahan-bahan alami dari tanaman yang mengandung bahan beracun yang menolak atau mematikan hama. Bahan tanaman yang dapat dimanfaatkan untuk insektisida botani yang banyak tersedia di sekitar petani yang merupakan tanaman endemik atau tanaman rempah yang banyak menjadi bahan dasar pembuatan jamu.

Pendekatan yang digunakan di dalam pengendalian hayati adalah Pengendalian hayati klasik (mengintroduksi musuh alami dari negara lain dan memantapkan keberadaannya di tempatnya yang baru). Pengendalian hayati augmentasi (pelepasan musuh alami secara periodik sesuai dengan kebutuhan). Pestisida mikroba (*microbial pesticides*) adalah formulasi mikroba komersial yang bertujuan untuk mengendalikan OPT dengan menularkan mikrob yang digunakan untuk membuat OPT sakit atau pertumbuhannya tertekan atau mati. Penggunaan pestisida mikroba ini juga merupakan salah satu teknik pengendalian yang cukup aman karena teknik ini terbukti dapat bertahan lama di alam dan akan mencapai keseimbangan ekologi sehingga menjadi teknik pengendalian yang berkelanjutan.

Keuntungan dan kelemahan pengendalian hayati Pengendalian hayati memiliki keuntungan yaitu: (1) Aman artinya tidak menimbulkan pencemaran lingkungan dan keracunan pada manusia dan ternak, (2) Tidak menyebabkan

resistansi hama, (3) Agensia alami bekerja secara selektif terhadap inangnya atau mangsanya dan bersifat berkelanjutan serta murah dan akan menuju keseimbangan Organisme Pengganggu Tumbuhan dengan musuh alami yang digunakan. Selain keuntungan pengendalian hayati juga terdapat kelemahan atau kekurangan karena hasilnya sulit diramalkan dalam waktu yang singkat, Diperlukan biaya yang cukup besar pada tahap awal baik untuk penelitian maupun untuk pengadaan sarana dan prasarana, Dalam hal pembibitan di laboratorium kadang-kadang menghadapi kendala karena musuh alami menghendaki kondisi lingkungan yang khusus dan Teknik aplikasi di lapangan masih sedikit.

Kesimpulan

Menuju kepada Pertanian Masa Depan maka tidak bisa diindahkan lagi untuk mengendalikan Organisme Pengganggu Tanaman dengan pendekatan Pengendalian terpadu. Pengendalian Terpadu merupakan suatu cara pendekatan atau cara berpikir tentang pengendalian OPT yang didasarkan pada dasar pertimbangan ekologi dan efisiensi ekonomi dalam rangka pengelolaan agroekosistem yang berwawasan lingkungan yang berkelanjutan. Sebagai sasaran teknologi Pengendalian terpadu adalah produksi pertanian mantap tinggi, Penghasilan dan kesejahteraan petani meningkat. Populasi OPT dan kerusakan tanaman tetap pada aras secara ekonomi tidak merugikan dan pengurangan risiko pencemaran lingkungan akibat penggunaan pestisida yang berlebihan Konsep Pengendalian terpadu muncul dan berkembang sebagai koreksi terhadap kebijakan pengendalian hama secara konvensional, yang sangat utama dalam menggunakan pestisida. Kebijakan ini mengakibatkan penggunaan pestisida oleh petani yang tidak tepat dan berlebihan, dengan cara ini dapat meningkatkan biaya produksi dan mengakibatkan dampak samping yang merugikan terhadap lingkungan dan kesehatan petani itu sendiri maupun masyarakat secara luas.

Keberhasilan implementasi pengendalian hayati di tingkat petani, secara umum harus didukung oleh beberapa faktor yaitu keinginan kuat petani untuk menerapkan dasar-dasar pengendalian yang alami. membangun kreativitas, belajar menganalisis permasalahan dan mampu mengambil keputusan sendiri terutama yang berkaitan dengan pemanfaatan musuh alami serta dukungan kuat pengambil kebijakan dari hulu sampai hilir.

Pengendalian terpadu memiliki beberapa prinsip antara lain (1) Sasaran pengendalian terpadu bukan eradikasi/pemusnahan hama tetapi pembatasan atau pengendalian populasi hama sehingga tidak merugikan; (2) Pengendalian

terpadu merupakan pendekatan holistik maka penerapannya harus mengikutsertakan berbagai disiplin ilmu dan sektor pembangunan sehingga diperoleh rekomendasi yang optimal; (3) Pengendalian Terpadu selalu mempertimbangkan dinamika ekosistem dan variasi keadaan sosial masyarakat maka rekomendasi pengendalian terpadu untuk pengendalian hama tertentu juga akan sangat bervariasi dan lentur; (4) Pengendalian Terpadu lebih mendahuluikan proses pengendalian yang berjalan secara alami (non-pestisida), yaitu teknik bercocok tanam dan pengendalian hayati dengan pemanfaatan musuh alami seperti parasit, predator, dan patogen hama. Penggunaan pestisida harus dilakukan secara bijaksana dan hanya dilakukan apabila pengendalian lainnya masih tidak mampu menurunkan populasi OPT.

Referensi

- Basukriadi, Adi. Pengendalian hayati untuk pengelolaan hama. (Online). <http://repository.ut.ac.id/4456/1/BIOL4421-M1.pdf>. Diakses 11-08-2021.
- Cook R.J. 2000. Advances in plant health management in the twentieth century. *Ann. Rev. Phytopathol.* 38:95–116.
- Deutsch, C. A., Tewksbury, J. J., Tigchelaar, M., Battisti, D. S., Merrill, S. C., et al. 2018. Increase in crop losses to insect pests in a warming climate. *Science* 361, 916–919. doi: 10.1126/science.aat3466
- Food and Agriculture Organization of The United States. Good agricultural practices in plant protection. How to practice Integrated Pest Management?
- Indiati, S. W., & Marwoto. (2017). Penerapan pengendalian hama terpadu (PHT) pada tanaman kedelai. *Buletin Palawija*, 15(2), 94.
- Isman, B. Murray. 2019. Challenges of pest management in the twenty first century: new tools and strategies to combat old and new foes alike. Faculty of Land and Food Systems, University of British Columbia, Vancouver, BC, Canada.
- Marrone, P. G. (2019). Pesticidal natural products-status and future potential. *Pest Manag. Sci.* 75, 2325–2340. doi: 10.1002/ps.5433
- Nilasari, Anna Fatchiya dan Prabowo Tjiptopranoto. 2016. Tingkat penerapan pengendalian hama terpadu (pht) sayuran di Kenagarian Koto Tinggi, Kabupaten Agam, Sumatera Barat. *Jurnal Penyuluhan*. DOI: <https://doi.org/10.25015/penyuluhan.v12i1.11316>
- Oerke, E.-C. (2006). Crop losses to pests. *J. Agric. Sci.* 144, 31–43. doi: 10.1017/S0021859605005708

- Pedigo, L.P. 1996. Entomology and pest management. MacMillan. New York. 520p.
- Perry, A. S., Yamamoto, I., Ishaaya, I., and Perry, R. Y. (1998). *Insecticides in agriculture and environment: prospects and prospects*. Berlin: Springer-Verlag, 261. doi: 10.1007/978-3-662-03656-3
- Smith, W. K., Nelson, E., Johnson, J. A., Polasky, S., Milder, J. C., Gerber, J. S., et al. (2019). Voluntary sustainability standards could significantly reduce detrimental impacts of global agriculture. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 116, 2130–2137. doi: 10.1073/pnas.1707812116
- Sunarno. Pengendalian hayati (biologi control) sebagai salah satu komponen pengendalian hama terpadu (PHT). (Online). juniera31-uHIhqLaBkzzrDBMOhRadqxY8H.pdf. Di akses 11-08-2021.
- Surendra K Dara. 2019. The new integrated pest management paradigm for the modern age. *Journal of Integrated Pest Management*, Volume 10, Issue 1, 2019, 12, <https://doi.org/10.1093/jipm/pmz010>
- Trapero, C., Wilson, I. W., Stiller, W. N., and Wilson, L. J. (2016). Enhancing integrated pest management in GM cotton systems using host plant resistance. *Front. Plant Sci.* 7:500. doi: 10.3389/fpls.2016.0050
- <http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/spi/scpi-home/managing-ecosystems/integrated-pest-management/ipmap-how/en/>. Diakses 11-08-2021

SUMBER BAHAN ORGANIK DI LINGKUNGAN RUMAH DAN PERTANIAN, POTENSI UPAYA PEMANFAATAN BAHAN ORGANIK LOKAL

Suria Darma

Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Pendahuluan

Tanah mempunyai daya dukung yang spesifik geografis. Pada wilayah/daerah yang mempunyai gunung berapi, banyak menerima material erupsi dari gunung tersebut; demikian pula dengan yang mempunyai hutan, banyak menerima seresah flora dan fauna. Saat tanah diproduksikan untuk tanaman secara terus menerus, terjadi ketidakseimbangan hara yang menyebabkan daya dukung fisik, kimia dan biologinya menurun, berimbas pada produksi tanaman di atasnya. Perbaikan produktivitas tanaman dapat dilakukan dengan penambahan pupuk anorganik ke dalam tanah. Namun demikian karena rendahnya kandungan bahan organik pada tanah tersebut, menyebabkan rendahnya kapasitas penyangga tanah sehingga efisiensi penggunaan pupuk anorganik menjadi rendah. Salah satu usaha yang dilakukan petani untuk meningkatkan produktivitas tanaman yaitu dengan pemberian pupuk kandang dan sisa panen. Sayangnya karena jumlahnya sangat terbatas sehingga tidak mencukupi kebutuhan pertumbuhan tanaman dengan baik. Maka investigasi kandungan bahan-bahan organik guna mendapatkan informasi kandungan yang memadai untuk bahan pembuatan pupuk organik dengan waktu normal/pendek. Investigasi bahan dimulai dari sekitar (*in-situ*), meluas dan sebanyak-banyaknya bahan, agar dapat menjadi referensi/buku, yang memungkinkan untuk menjadi arahan memilih tanaman ditanam di sekitar lahan usaha pertanian, disertai integrasi dengan peternakan dan pengelolaan sisa tanaman.

Peranan penting bahan organik dari bahan tumbuhan dan tanaman terhadap produktivitas tanah, ditunjukkan oleh keberadaan vegetasi di atas tanah tersebut. C-organik merupakan salah satu indikator penting bagi kualitas tanah. Informasi kandungan C-Organik, N, P, K dan C/N dari bahan, akan sangat membantu pemahaman petani mengenai bahan-bahan dan cara pembuatan pupuk organik melalui pengombinasian takaran atau perbandingan bahan-bahan agar menghasilkan pupuk organik dengan kualitas yang baik

atau diharapkan mendekati Standar Kualitas Kompos oleh Badan Standar Nasional (SNI 19-7030-2004) Spesifikasi Kompos Dari Sampah Organik Domestik sebagai berikut; kandungan bahan organik 27-58%, Nitrogen 0,40-1%; Karbon 9,80-32 %; Phosfor 0,10 %; C/N 10-20; Kalium 0,20 %. Informasi mengenai bahan-bahan beserta kandungannya bagi petani masih minim.

Bahan Organik

Peranan penting bahan organik dari bahan tumbuhan dan tanaman terhadap produktivitas tanah, ditunjukkan oleh keberadaan vegetasi di atas tanah tersebut. Pada tanah-tanah hutan, daun-daunan dan berbagai bagian tanaman dan hewan mati tertimbun di permukaan tanah, membentuk lapisan seresah yang tebal. Hasil penelitian Yamani (1996) menyatakan bahwa produksi seresah di hutan alam primer sebesar 7.709,5 kg/ha/th (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/th (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/th, (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; Hairiah, *et al.*, (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 (1992), hutan alam menghasilkan seresah sebanyak 7-12 ton/ha/thn. Sedang menurut Singh (1984), Produksi total biomassa pada hutan alam (*species 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).

Bahan Organik dan Lahan Pertanian

Sistem usaha tani monokultur pangan pada lahan kering secara terus-menerus menggunakan pupuk anorganik, akan mengakibatkan tanah sakit karena terganggunya keseimbangan biologi dan kimianya. Menurut Syekhfani (2003), kehidupan tanah yang sehat membutuhkan pengelolaan saat ini ataupun jauh ke depan untuk keseimbangan antara hara dan humus dengan

mikroorganisme tanah. Keadaan ini akan menghasilkan tanaman sehat dengan tekanan gulma, hama, dan penyakit yang minimal. Praktik yang dilakukan untuk menentukan level bahan organik tanah, yaitu pengolahan tanah, sistem pertanaman, dan pemupukan; semua ini berkaitan dengan jumlah bahan organik yang dihasilkan atau ditambahkan ke tanah dihadapkan pada laju dekomposisi. Terbaikannya pengembalian bahan organik telah menyebabkan kondisi fisik dan kimia tanah telah menurun yang orang awam disebut gejala tanah menjadi “sakit” atau kelelahan lahan (*land fatigue*) (Rachman, I.A. 2008.). Pemberian kompos limbah pasar dapat meningkatkan hasil jagung Hibrida CP-2 (Darma, 1996). Sedang aplikasi pupuk kandang meningkatkan produktivitas lahan pascatambang batubara dalam kawasan hutan (KBK) melalui tanaman uji Padi Mayas Merah, Rumput Setaria dan Bibit Pohon Trembesi (Darma, 2017).

Menurut Elviwirda (2015), kondisi saat ini lahan pertanian di Indonesia baik lahan sawah maupun lahan kering mempunyai bahan organik yang rendah (< 2%), perlu diupayakan penggalian sumber-sumber bahan organik lain yang berupa sisa-sisa dari tanaman yang tersedia secara *in-situ* (Erlisa *et al.*, 2014).

Informasi potensi kandungan hara pada bahan-bahan tumbuhan dan tanaman di sekitar rumah, lahan pertanian sangat baik bagi petani atau pihak lain; yang sangat penting adalah kemauan dan kemampuan untuk menggunakan bahan organik atau pupuk organik dalam praktik bertaninya.

Lahan Pertanian dan Sisa Panen

Petani melakukan praktik penanaman tanaman, tentunya dengan maksud mendapatkan hasil panen; baik untuk keperluan sendiri maupun untuk keperluan sosial dan ekonomi. Mereka menanam padi, jagung, kedelai, sayur-sayuran dan lain sebagainya, dengan harapan panen dengan keadaan baik (maksimal). Petani melakukan praktik penanaman tanaman, menggunakan sumber daya, antara lain benih, pupuk anorganik, pengendali hama penyakit, air dan lahan (di dalamnya; ada kimia, biologi dan fisik).

Praktik yang dilakukan petani setelah mendapatkan hasil panen yang diharapkan secara ekonomi, kebanyakan mengabaikan sisa panen. Sisa panen berupa bagian tanaman merupakan bahan organik yang memiliki kandungan nutrisi/unsur hara sebagai akumulasi dari fotosintet selain bunga, buah dan biji.

Hasil Analisis Kandungan C-Organik, N, P K dan C/N

Berikut ini dipaparkan hasil analisis kimia terbatas pada bahan sisa panen, gulma sawah dan daun buah-buahan yang ada di sekitar rumah dan lahan pertanian, antara lain:

1. Kelompok Gulma Sawah



Gambar 1. Rumput Teki (*Cyperus rotundus*)

Tabel 1. Kandungan Nutrisi dan Status Rumput Teki (*Cyperus rotundus*)

C Organik (%)	N Total (%)	C/N Rasio	P Total (%)	K Total (%)
39,19	1,51	25,92	0,06	1,43
Sangat Tinggi	Sangat Tinggi	Sangat Tinggi	Sangat Rendah	Sangat Tinggi

Sumber: Data Primer (2019)



Gambar 2. Campuran Gulma di Lahan Sawah

Tabel 2. Kandungan Nutrisi dan Status Campuran Gulma di Sawah

C Organik (%)	N Total (%)	C/N Rasio	P Total (%)	K Total (%)
33,24	0,92	36,19	0,05	1,29
Sangat Tinggi	Sangat Tinggi	Sangat Tinggi	Sangat Rendah	Sangat Tinggi

Sumber: Data Primer (2019)



Gambar 3. Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*)

Tabel 3. Kandungan Nutrisi dan Status Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*)

C Organik (%)	N Total (%)	C/N Rasio	P Total (%)	K Total (%)
50,22 Sangat Tinggi	1,04 Sangat Tinggi	48,47 Sangat Tinggi	0,03 Sangat Rendah	1,36 Sangat Tinggi
Sumber: Data Primer (2019)				



Gambar 4. Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)

Tabel 4. Kandungan Nutrisi dan Status Campuran Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)

C Organik (%)	N Total (%)	C/N Rasio	P Total (%)	K Total (%)
3,86 Tinggi	0,19 Rendah	20,32 Tinggi	0,24 Sangat Rendah	1,95 Sangat Tinggi

Sumber: Data Primer (2019)



Gambar 5. Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L.)

Tabel 5. Kandungan Nutrisi dan Status Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L.)

C Organik (%)	N Total (%)	C/N Rasio	P Total (%)	K Total (%)
26,77	2,25	11,90	-	-
Sangat Tinggi	Sangat Tinggi	Sedang		

Sumber: Data Primer (2019)

2. Kelompok Sisa Tanaman



Gambar 6. Jerami Padi



Gambar 7. Potensi tinggalan bahan organik dari batang padi pada lahan sawah, pemanenan menggunakan *tractor combine*



Gambar 8. Potensi tinggalan bahan organik dari batang padi, pada lahan sawah yang perontokan padinya di lahan

Tabel 6. Kandungan Nutrisi dan Status Jerami Padi

C Organik (%)	N Total (%)	C/N Rasio	P Total (%)	K Total (%)
48,57 Sangat Tinggi	1,37 Sangat Tinggi	35,45 Sangat Tinggi	0,09 Sangat Rendah	1,52 Sangat Tinggi

Sumber: Data Primer (2019)



Gambar 9. Sekam Padi

Tabel 7. Kandungan Nutrisi dan Status Sekam Padi

C Organik (%)	N Total (%)	C/N Rasio	P Total (%)	K Total (%)
50,23 Sangat Tinggi	1,15 Sangat Tinggi	43,68 Sangat Tinggi	0,03 Sangat Rendah	1,44 Sangat Tinggi

Sumber: Data Primer (2019)



Gambar 10. Daun Terong

Tabel 8. Kandungan Nutrisi dan Status Daun Terong

C Organik (%)	N Total (%)	C/N Rasio	P Total (%)	K Total (%)
40,38 Sangat Tinggi	3,72 Sangat Tinggi	10,85 Rendah	0,34 Sangat Rendah	2,60 Sangat Tinggi
Sumber: Data Primer (2019)				



Gambar 11. Daun Pisang

Tabel 9. Kandungan Nutrisi dan Status Daun Pisang

C Organik (%)	N Total (%)	C/N Rasio	P Total (%)	K Total (%)
32,93 Sangat Tinggi	1,20 Sangat Tinggi	27,44 Sangat Tinggi	0,06 Sangat Rendah	0,05 Sangat Rendah
Sumber: Data Primer (2019)				



Gambar 12. Batang Pisang

Tabel 10. Kandungan Nutrisi dan Status Batang Pisang

C Organik (%)	N Total (%)	C/N Rasio	P Total (%)	K Total (%)
51,58 Sangat Tinggi	1,20 Sangat Tinggi	42,98 Sangat Tinggi	0,14 Sangat Rendah	0,67 Tinggi
Sumber: Data Primer (2019)				

Sumber: Data Primer (2019)



Gambar 13. Seresah Daun Bambu

Tabel 11. Kandungan Nutrisi dan Status Seresah Daun Bambu

C Organik (%)	N Total (%)	C/N Rasio	P Total (%)	K Total (%)
27,79 Sangat Tinggi	2,73 Sangat Tinggi	10,18 Sedang	1,95 Sangat Rendah	1,88 Sangat Tinggi
Sumber: Data Primer (2019)				

Sumber: Data Primer (2019)

3. Kelompok Daun Buah-buahan Sekitar Rumah dan Pertanian



Gambar 14. Daun Durian

Tabel 12. Kandungan Nutrisi dan Status Daun Durian

C Organik (%)	N Total (%)	C/N Rasio	P Total (%)	K Total (%)
7,55 Sangat Tinggi	1,65 Sangat Tinggi	4,57 Sangat Rendah	0,04 Sangat Rendah	1,08 Sangat Tinggi
Sumber: Data Primer (2019)				



Gambar 15. Daun Jambu Air

Tabel 13. Kandungan Nutrisi dan Status Daun Jambu Air

C Organik (%)	N Total (%)	C/N Rasio	P Total (%)	K Total (%)
52,69 Sangat Tinggi	0,98 Sangat Tinggi	53,76 Sangat Tinggi	0,03 Sangat Rendah	1,20 Sangat Tinggi
Sumber: Data Primer (2019)				



Gambar 16. Daun Mangga

Tabel 14. Kandungan Nutrisi dan Status Daun Mangga

C Organik (%)	N Total (%)	C/N Rasio	P Total (%)	K Total (%)
37,59 Sangat Tinggi	1,12 Sangat Tinggi	33,56 Sangat Tinggi	0,03 Sangat Rendah	0,33 Rendah
Sumber: Data Primer (2019)				



Gambar 17. Daun Nangka

Tabel 15. Kandungan Nutrisi dan Status Daun Nangka

C Organik (%)	N Total (%)	C/N Rasio	P Total (%)	K Total (%)
44,56 Sangat Tinggi	1,34 Sangat Tinggi	33,15 Sangat Tinggi	0,05 Sangat Rendah	0,74 Tinggi
Sumber: Data Primer (2019)				



Gambar 18. Daun Rambutan

Tabel 16. Kandungan Nutrisi dan Status Daun Rambutan

C Organik (%)	N Total (%)	C/N Rasio	P Total (%)	K Total (%)
49,27 Sangat Tinggi	1,76 Sangat Tinggi	27,93 Sangat Tinggi	0,06 Sangat Rendah	0,63 Tinggi
Sumber: Data Primer (2019)				



Gambar 19. Daun Matoa

Tabel 17. Kandungan Nutrisi dan Status Daun Matoa

C Organik (%)	N Total (%)	C/N Rasio	P Total (%)	K Total (%)
55,01 Sangat Tinggi	1,79 Sangat Tinggi	30,70 Sangat Tinggi	0,03 Sangat Rendah	0,68 Tinggi
Sumber: Data Primer (2019)				



Gambar 20. Daun Kluwih

Tabel 18. Kandungan Nutrisi dan Status Daun Kluwih

C Organik (%)	N Total (%)	C/N Rasio	P Total (%)	K Total (%)
40,90 Sangat Tinggi	2,18 Sangat Tinggi	18,76 Tinggi	0,10 Sangat Rendah	0,16 Rendah
Sumber: Data Primer (2019)				

4. Kelompok Tanaman Sekitar Rumah



Gambar 21. Daun Ketapang

Tabel 19. Kandungan Nutrisi dan Status Daun Ketapang

C Organik (%)	N Total (%)	C/N Rasio	P Total (%)	K Total (%)
40,60 Sangat Tinggi	3,50 Sangat Tinggi	11,60 Sedang	0,11 Sangat Rendah	2,50 Sangat Tinggi
Sumber: Data Primer (2019)				



Gambar 22. Bunga Flamboyan

Tabel 20. Kandungan Nutrisi dan Status Bunga Flamboyan

C Organik (%)	N Total (%)	C/N Rasio	P Total (%)	K Total (%)
56,99 Sangat Tinggi	2,30 Sangat Tinggi	24,78 Tinggi	0,28 Sangat Rendah	1,97 Sangat Tinggi

Sumber: Data Primer (2019)



Gambar 23. Daun Trembesi

Tabel 21. Kandungan Nutrisi dan Status Daun Trembesi

C Organik (%)	N Total (%)	C/N Rasio	P Total (%)	K Total (%)
56,32 Sangat Tinggi	4,20 Sangat Tinggi	13,41 Sedang	0,12 Sangat Rendah	0,62 Tinggi

Sumber: Data Primer (2019)

Menghitung C/N Rasio

Standar Kualitas Kompos oleh Badan Standar Nasional (SNI 19-7030-2004) Spesifikasi Kompos Dari Sampah Organik Domestik khusus C/N-rasio 10-20.

Kematangan kompos yang baik memiliki C/N rasio berkisar antara 10-20. Mengatur kadar C/N rasio tidaklah mudah dikarenakan begitu kompleksnya limbah/sampah yang akan didegradasi atau diurai. Untuk itu perlu digunakan pendekatan yang dapat memudahkan dalam menghitung C/N rasio agar sesuai yang diharapkan. Rumus matematika sederhana ini bisa dijadikan alternatif pendekatan dalam menghitung C/N rasio. Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$aX + bY = c$$

a = C/N rasio bahan X

X = massa bahan X

b = C/N rasio bahan Y

Y = massa bahan Y

c = C/N rasio yang diharapkan

Contoh 1:

Misalkan, kita akan membuat kompos dari sampah basah rumah tangga (bahan X) di mana diketahui kandungan C/N rasinya 15. Untuk menaikkan C/N rasio menjadi 20 (sesuai yang dipersyaratkan) maka sampah harus dicampur dengan bahan yang mempunyai kandungan C/N rasio tinggi, misalnya serbuk gergaji (bahan Y), C/N rasinya 450 sehingga perhitungannya sesuai rumus menjadi:

X = bagian sampah basah (bahan X)

Y = bagian serbuk gergaji (bahan Y)

a = C/N rasio sampah basah = 15

b = C/N rasio serbuk gergaji = 450

c = C/N rasio yang diharapkan = 20

Kita ambil permasalahan X = 1 bagian maka:

$$(15 \times 1) + (450 \times Y) = 20$$

$$15 + 450Y = 20$$

$$450Y = 5$$

$$Y = 0.01$$

Artinya untuk mengolah sampah basah seberat 1 kg akan diolah menjadi kompos maka dibutuhkan sekitar 10 gram serbuk gergaji untuk mendapat kandungan C/N rasio sebesar 20.

Contoh 2:

- X = bagian pukan ayam (bahan X)
Y = bagian serbuk gergaji (bahan Y)
a = C/N rasio pukan ayam = 10
b = C/N rasio serbuk gergaji, = 450
c = C/N rasio yang diharapkan = 20

Kita ambil permasalahan X = 1 bagian maka:

$$\begin{aligned}(10 \times 1) + (450 \times Y) &= 20 \\ 10 + 450Y &= 20 \\ 450Y &= 10 \\ Y &= 0.02\end{aligned}$$

Artinya untuk mengolah pukan ayam seberat 1 kg akan diolah menjadi kompos maka dibutuhkan sekitar 20 g serbuk gergaji untuk mendapat kandungan C/N rasio sebesar 20.

Penutup

Kandungan C-organik, N, P, K dan C/N bahan lokal-gulma sawah, sisa panen (masih banyak yang belum diinvestigasi), daun buah-buahan dan tanaman-banyak didapatkan di sekitar rumah dan lahan pertanian, telah dipaparkan.

Cara menghitung C/N rasio yang sesuai dengan SNI 19-7030-2004 (khusus pada C/N rasio), untuk gabungan/pencampuran bahan organik yang akan dibuat kompos, juga telah dicontohkan. Kiranya bermanfaat.

Referensi

- Badan Standar Nasional (SNI 19-7030-2004) Spesifikasi Kompos Dari Sampah Organik Domestik
- Darma, S. 1996. Pemanfaatan Kompos Limbah Pasar Dalam Upaya Mengoptimalkan Pemanfaatan lahan. Thesis. Program Pascasarjana-Ilmu Lingkungan UI. Jakarta.
- _____. 2017. Upaya Peningkatan Produktivitas Tanah Pascatambang Batubara Dalam Kawasan Hutan Dengan Input Bahan Organik.

- Disertasi. Program Studi Doktor Ilmu Kehutanan. Fahutan Unmul. Samarinda.
- Elviwirda. 2015. Potensi Bahan Organik Dalam Meningkatkan Produktivitas Lahan. BPTP Aceh
- Erlisa, K D; Yulia N dan Eko H. 2014. Manfaat Biomasa Tumbuhan Lokal Untuk Meningkatkan Ketersediaan Nitrogen Tanah Di Lahan Kering Malang Selatan. Jurnal Tanah dan Sumber Daya Lahan Vol 1 No 1: 17-25, 2014. <http://jtsl.ub.ac.id>
- Hairiah, K. 2004. Ketebalan Seresah Sebagai Indikator Daerah Aliran Sungai (DAS) Sehat. *World Agroforestry Centre*. 40 hal.
- Rachman, I.A. 2008. Pengaruh Dosis Bahan Organik Dan Pupuk N, P, K Terhadap Serapan Hara Dan Produksi Tanaman Jagung Dan Ubi Jalar Di Inceptisol Ternate. <http://www.pps.ipb.ac.id>. Tanggal akses 22 Juni 2012.
- Ruhiyat 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 Biomass. Symposium Proceedings. Indian Society of Tree Scientist*. Pragati Press. Delhi. 472. Pages.
- Syekhfani, 2003. Peranan Bahan Organik Dalam Menunjang Pertanian Berkelanjutan. Makalah. (Disajikan dalam Wirausaha Agroforestry Gaharu dalam Rangka Pemberdayaan Masyarakat, 28Juni 2003, di Fakultas Pertanian Universitas Mataram)
- 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.

<http://cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/96465/Jangan-Abaikan-C-N-Rasio-Dalam-Proses-Pengomposan/>

REKAYASA KEANEKARAGAMAN HAYATI RIZOSFER

Surya Sila

Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Pendahuluan

Pertanian konvensional yang dilakukan dengan mengandalkan input dari luar seperti pupuk anorganik dan pestisida sintetik (buatan pabrik), masih menyisakan berbagai masalah lingkungan, seperti terjadinya resistansi, resurjensi, matinya berbagai serangga bermanfaat seperti polinator (serangga penyebuk), predator (serangga pemangsa), parasitoid (serangga yang memparasiti serangga lainnya), dan jasad antagonis yang bermanfaat di dalam tanah. Input dari luar yang dimasukkan ke dalam sistem pertanian pada dasarnya hanya mengatasi masalah sesaat, kemudian tidak menunjukkan hasil yang nyata lagi dan perlu ditingkatkan kembali dosisnya. Sebagai contoh pemberian pupuk anorganik akan membuat produksi naik sesaat dan setelah itu tidak meningkat lagi serta harus ditingkatkan dosisnya untuk mendapatkan produksi yang diinginkan. Begitu pula dengan masalah hama, penyemprotan insektisida sesuai dengan dosis anjuran, setelah beberapa kali penyemprotan hama menjadi kebal, dan harus ditingkatkan lagi dosisnya. Praktik pertanian yang bergantung pada input dari luar, tanpa memperhatikan dan memberdayakan komponen ekosistem setempat, akan membuat ekosistem tersebut menjadi rusak serta tidak berfungsi layanan ekosistem (*ecosystem services*). Tanpa perbaikan konsep dan teknik budidaya pertanian yang dilakukan, akan sulit meningkatkan produktivitas dan ketahanan pangan yang diharapkan.

Pencapaian ketahanan pangan di masa depan memiliki tantangan yang sangat berat dalam rangka mencukupi kebutuhan pangan penduduk yang semakin meningkat di saat perubahan iklim sedang terjadi. Perubahan iklim ditandai dengan sulitnya memprediksi iklim yang terus bergeser, meningkatnya suhu permukaan bumi, curah hujan tinggi dan banjir yang membuat gagal panen petani. Beberapa kawasan pertanian akan menjadi tidak cocok lagi untuk produksi tanaman pangan akibat kekurangan atau kelebihan air (tergenang), dan beberapa padang rumput menjadi lebih kering dan semakin tandus akibat kekurangan air. Hal ini akan berdampak pada hilangnya pendapatan dan ketahanan pangan.

Apakah Perlu Rekayasa Keanekaragaman Hayati Rizosfer?

Praktik budidaya pertanian dengan mengandalkan pupuk anorganik dan pestisida sintetik dalam jangka panjang akan membuat lahan persawahan menjadi padat dan tanah bersifat masam serta hilangnya mikroorganisme bermanfaat di dalam tanah. Perlunya perbaikan konsep dan teknik budidaya pertanian untuk meningkatkan dan mempertahankan fungsi agroekosistem pertanian, agar layanan ekosistem (*ecosystem services*) menjadi meningkat. Layanan ekosistem yang disediakan oleh alam terdapat di daerah rizosfer [1,2]. Rizosfer adalah zona sempit di permukaan akar tanaman yang banyak terdapat rhizobacteria, jamur dan mikroorganisme penting lainnya untuk menyediakan berbagai jasa ekosistem, seperti siklus nutrisi, penyerapan karbon dan pengendalian patogen terbawa tanah.

Rhizobacteria pemacu pertumbuhan tanaman (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria/PGPR*) dan jamur pemacu pertumbuhan tanaman (*Plant Growth Promoting Fungi/PGPF*) menawarkan banyak layanan kepada tanaman, yang dapat menggantikan peran agrokimia untuk meningkatkan produksi pangan primer [3]. Pemanfaatan PGPR sebagai inokulan serealia unggul seperti gandum, jagung dan beras, yang merupakan 42,5% dari asupan kalori manusia, secara khusus menjadi strategi yang menjanjikan untuk mendorong intensifikasi pertanian berkelanjutan [4]. Saat ini PGPF dan PGPR yang berlimpah dan hidup berdampingan dengan akar tanaman telah digunakan secara efektif untuk induksi resistansi ke tanaman inang terhadap serangan patogen, selain meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman [5,6].

Rekayasa Keanekaragaman Hayati Rizosfer

Habitat alami pada dasarnya dihuni oleh berbagai organisme dan mikroorganisme yang menempati suatu ekosistem. Mikroorganisme tersebut telah berevolusi cukup lama dan berinteraksi harmonis dengan lingkungannya. Berbagai mikroorganisme yang hidup di sana sebagai bakteri penambat Nitrogen atau pemecah phosphat atau detritus yang menghancurkan daun-daun kering menjadi seresah. Tetapi setelah ekosistem itu dirubah menjadi agroekosistem pertanian, di mana kegiatan pembukaan lahan membuat hilangnya tumbuhan, kemudian pengolahan lahan dengan membola-balikkan tanah membuat hilangnya seresah atau kegiatan pemupukan yang setiap tahun semakin tinggi dosis yang diberikan membuat tanah menjadi masam atau residu pestisida yang terakumulasi dan membunuh mikroorganisme bermanfaat yang terdapat di dalam tanah. Aktivitas yang

dilakukan tersebut membuat mikroorganisme alami menjadi musnah atau berubah komposisi jenisnya. Sehingga lahan pertanian yang dikelola semakin lama kesuburnya berkurang dan produktivitas lahan menjadi rendah.

Peningkatan keanekaragaman hayati (kehati) mikroorganisme menguntungkan di rizosfer secara alami prosesnya sangat lambat. Perlu campur tangan untuk mengondisikan habitat rizosfer menjadi lebih sehat untuk berkembangnya mikroorganisme yang menguntungkan. Untuk meningkatkan kehati di sekitar rizosfer, perlu dipahami tentang rizosfer dan mikroorganisme yang memanfaatkan eksudat akar tanaman.

Rizosfer adalah zona tanah yang langsung mengelilingi akar tanaman dan dapat mendukung kehidupan komunitas bakteri yang kaya populasi dan beragam jenisnya [7]. Tanaman dapat melepaskan hingga seperlima dari hasil fotosintesis melalui akar yang berada di rizosfer [8], dan rizosfer berada di bawah pengaruh yang kuat dari eksudat akar dan produk yang disekresikan dari metabolisme dan degradasi bakteri [9]. Setiap akar yang ditemui memiliki rizosfer yang unik secara kimiawi, fisik, dan biologis [10]. Terlepas dari kompleksitas intrinsiknya, memahami rizosfer sangat penting jika kita ingin memecahkan beberapa krisis lingkungan yang melanda dunia, seperti pangan berkelanjutan, serat dan produksi energi, pelestarian sumber daya air, keanekaragaman hayati, dan mitigasi terhadap perubahan iklim. Selanjutnya dikatakan [11], bahwa rizosfer adalah daerah tanah yang menempel pada akar sekitar 1-2 mm. Endosfer adalah nama yang diberikan untuk zona yang ada di dalam akar itu sendiri, tetapi tidak di dalam sel-sel akar. Rizosfer dan endosfer adalah dua wilayah penting untuk interaksi tanaman dengan mikroba di bawah tanah.

Menurut [12], sebagian besar mikroorganisme rizosfer adalah bagian dari jaring makanan kompleks yang memanfaatkan sejumlah besar nutrisi yang dilepaskan akar tanaman. Hal ini dapat dipahami bahwa jenis-jenis mikroorganisme yang hadir di sekitar rizosfer sangat spesifik sesuai dengan eksudat yang dikeluarkan oleh akar tanaman. Selanjutnya [13] mengatakan bahwa rhizodeposit seperti eksudat atau lendir, adalah kekuatan pendorong utama dalam regulasi keragaman mikroba dan aktivitasnya pada akar tanaman. Lebih lanjut [13], mendalikkan bahwa tanaman dapat memodulasi mikrobioma rizosfer untuk keuntungan tanaman, dengan selektif merangsang mikroorganisme yang memiliki sifat-sifat yang bermanfaat bagi pertumbuhan dan kesehatan tanaman. Mikrobioma adalah komunitas kolektif mikroorganisme yang terkait dengan eksudat yang dikeluarkan akar tanaman.

Eksudat merupakan upaya selektif tanaman untuk merangsang hadirnya berbagai mikroorganisme yang menguntungkan di sekitar perakaran tanaman. Akar memanfaatkan hasil fotosintat yang diterima dari daun dengan mengeluarkan cairan yang dapat mengondisikan pertumbuhan berbagai mikroorganisme. Hal ini diperkirakan sekitar 2%-4% [10], bahkan 50% hasil fotosintat berakhir di rizosfer [14]. Menurut [12] rizosfer adalah zona tipis yang mengelilingi dan dipengaruhi oleh akar tanaman, merupakan wilayah strategis bagi berbagai organisme dan dianggap sebagai salah satu ekosistem paling kompleks di Bumi [15, 16, 17, 18, 19]. Akar tanaman memanfaatkan sukrosa yang diterima dari daun untuk membuat eksudat yang bertindak sebagai sumber energi dan karbon sehingga memungkinkan tanaman dapat bertani berbagai bahan bermanfaat di rizosfer dengan merekayasa mikrobioma. Kehadiran dan keberadaan eksudat akar meningkatkan populasi mikroba rizosfer.

Mikroba rizosfer adalah pendorong utama jasa ekosistem tanah dan dipengaruhi oleh pengelolaan di atasnya [20]. Pengelolaan pertanian yang kurang tepat akan mengubah populasi dan bahkan mematikan berbagai mikroorganisme tanah yang menguntungkan dan akhirnya menghilangkan jasa ekosistem tersebut. Lebih lanjut dikatakan oleh [10] bahwa rekayasa rizosfer sekarang dipandang sebagai mekanisme kunci untuk memecahkan masalah kritis yang dihadapi planet ini, termasuk keberlanjutan hasil pertanian dan hutan, peningkatan kualitas air, mitigasi perubahan iklim, pelestarian kehati, dan produksi energi berkelanjutan [21,22,23,24].

Mengetahui pentingnya menjaga dan memelihara kehati rizosfer agar berfungsinya jasa ekosistem maka rekayasa kehati rizosfer sangat diperlukan untuk meningkatkan komunitas kehati yang bermanfaat. Rekayasa keanekaragaman hayati rizosfer dilakukan dengan mendesain berbagai jenis tanaman musiman dan tahunan dalam suatu hamparan lahan, secara berkala menambahkan inokulan PGPR dan PGPF, membuat lubang untuk menimbun daun-daun kering sebagai stok karbon serta menanam tanaman refugia untuk mengundang serangga predator dan parasitoid (Gambar 33).

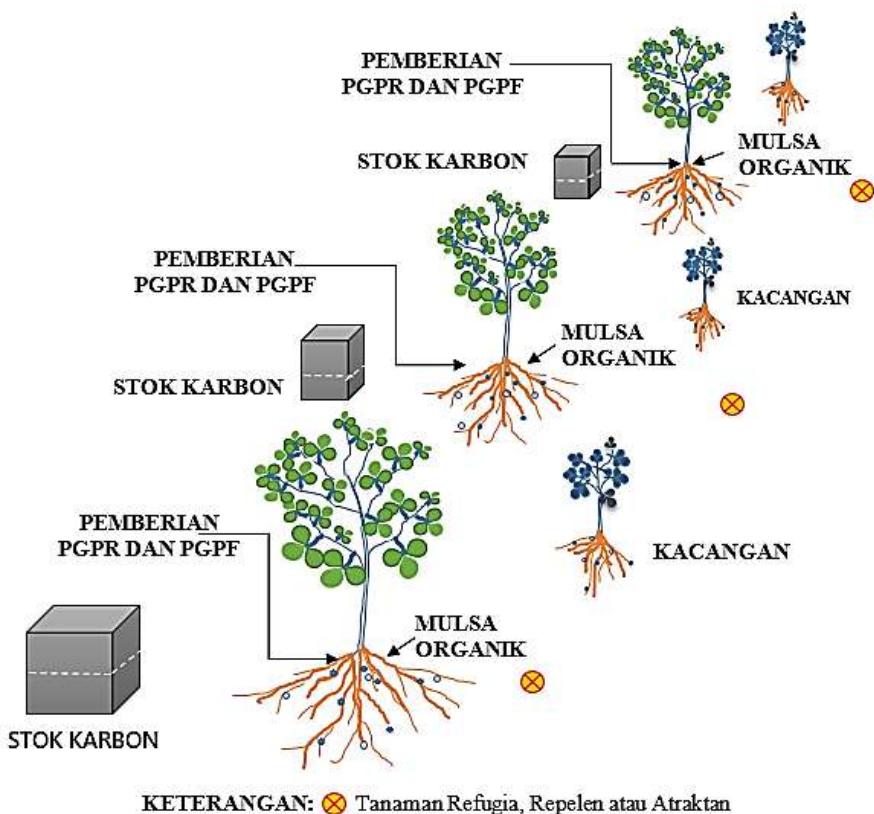
Upaya Meningkatkan Keanekaragaman Hayati di Rhizosfer

1. Pemberian Inokulan PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) dan PGPF (*Plant Growth Promoting Fungi*)

Setiap bagian tanaman terdapat berbagai mikroorganisme yang berasosiasi, baik yang berada di bagian atas tanah atau di bawah tanah. Berbagai mikroorganisme tersebut seperti bakteri, archaea, jamur, yang secara

kolektif disebut sebagai mikrobioma tanaman atau fitomikrobioma. Mikroba yang mengolonisasi tanaman dapat dikategorikan menjadi fitomikrobioma sering disebut sebagai endofit (di dalam bagian tanaman), epifit (di bagian tanaman di atas tanah) atau rizosfer (di dalam tanah yang terkait erat dengan akar) [25, 26]. Di antara ketiganya, rizosfer bersifat paling dinamis yang secara signifikan mempengaruhi positif status nutrisi tanaman dan pertumbuhannya [25].

Interaksi tanaman-mikrobioma bersifat kompleks dan sering kali bergantung pada spesies/kultivar tanaman, jenis tanah dan kondisi lingkungan seperti cekaman biotik/abiotik, kondisi iklim, dan efek antropogenik [27]. Tanah yang berbeda serta tekanan lingkungan yang berbeda, misalnya kekurangan nutrisi, toksitas logam, serangan patogen, telah terbukti memicu respons fisiologis yang bergantung pada spesies tanaman dan mengakibatkan pola eksudasi yang berbeda pula.



Gambar 1. Upaya Meningkatkan Keanekaragaman Hayati di Rhizosfer

Berdasarkan aktivitas PGPR di rizosfer, diklasifikasikan peran PGPR ada beberapa kategori, seperti menghasilkan pupuk hayati (meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman), fitostimulator (peningkatan pertumbuhan tanaman, biasanya dengan produksi fitohormon), rhizoremediator (pendegradasi polutan organik) dan biopestisida (pengendalian penyakit, terutama dengan produksi antibiotik dan metabolit antijamur) [28]. Manfaat lainnya dari bakteri PGPR adalah berkontribusi meningkatkan adaptasi tanaman terhadap kekeringan melalui kemampuan promosi yang diinduksi cekaman air [29]. Pengaruh PGPR yang lain menurut [13] adalah terjadinya sifat tanah supresif. Tanah supresif merupakan fenomena alamiah yang terjadi di alam di mana terjadi perubahan sifat mikroorganisme yang dulunya kondusif, kemudian berubah menjadi supresif terhadap patogen tular tanah akibat praktik budidaya secara monokultur yang berkepanjangan yang membuat tanaman menjadi rentan.

Kelompok kedua adalah jamur pemacu pertumbuhan tanaman (*Plant Growth Promoting Fungi*/PGPF) yang sudah lama dikenal oleh petani. Jamur PGPF seperti *Trichoderma* sp., *Penicillium* sp., *Apergillus flavus*, *Asperigillus japonicus*, *Gliocladium virens* dan *Phoma* sp. sangat berlimpah dan hidup berdampingan dengan akar tanaman. PGPF dapat digunakan secara efektif untuk menginduksi resistansi pada tanaman inang terhadap serangan patogen dan sekaligus dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman [5, 6]. Selanjutnya dikatakan oleh [30], mikroba PGPF dan PGPR merupakan substitusi yang paling cocok untuk meningkatkan imunitas bawaan tanaman.

Jamur pemacu pertumbuhan tanaman (PGPF) adalah saprofit alami yang non-patogen, membantu menjaga kesuburan tanah, yang pada gilirannya meningkatkan pertumbuhan tanaman dan menginduksi respons pertahanan pertama saat terjadi infeksi patogen [31,32,33]. Kemampuan kolonisasi akar oleh PGPF dianggap sebagai mekanisme pertama dan terpenting yang terlibat dalam mencegah infeksi patogen dan juga membantu dalam penyerapan nutrisi sehingga meningkatkan pertumbuhan tanaman [31,34,35]. Kemampuan PGPF yang lain adalah dapat melarutkan fosfat dan menghasilkan IAA, siderophore, selulase, kitinase, dll., [34,36].

2. Pembuatan Stok Karbon

Pembuatan karbon stok di lahan pertanian seperti budidaya lahan kering, palawija, hortikultura atau tanaman perkebunan bertujuan untuk memperlambat siklus karbon organik tetapi berada di lahan pertanian. Apabila daun-daun kering dilakukan pembakaran akan membuat karbon organik

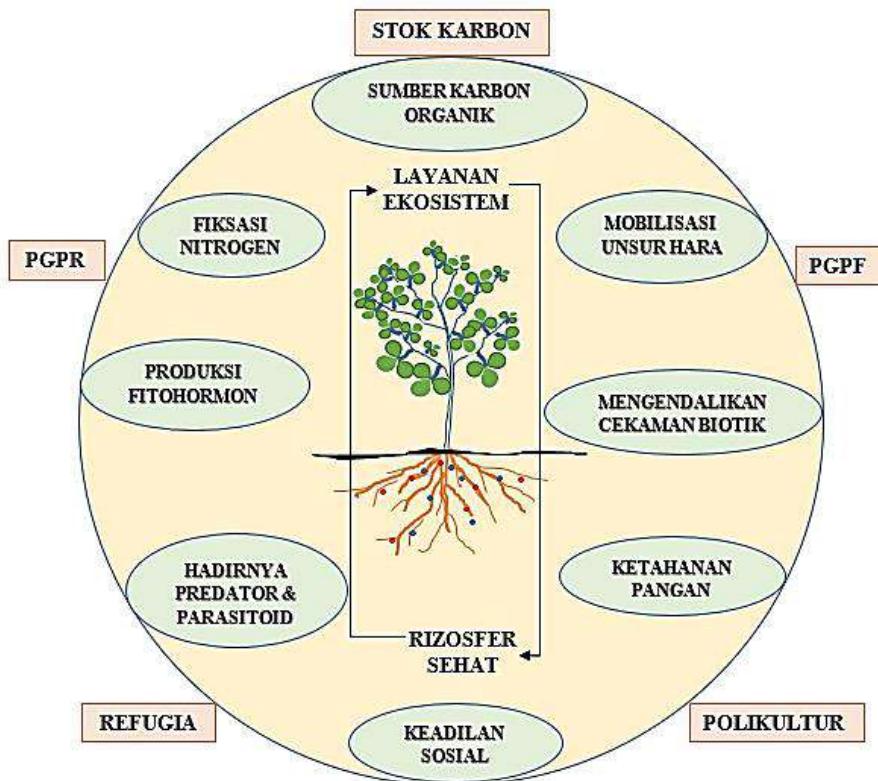
tersebut hilang ke atmosfer dan mengakibatkan polusi udara serta pemanasan global. Bahan organik ditempatkan secara teratur di sepanjang jalur tanaman utama dengan membuat lubang ukuran 1x1x1 m, akan menjadi cadangan kesuburan jangka panjang bagi tanaman.

Bahan organik dari sisa daun dan tanaman kering yang ditempatkan di sekitar tanaman berfungsi sebagai nutrisi bagi mikroorganisme saprofitik seperti jamur PGPF dan habitat alami bagi rhizobakteri (PGPR). Pemberian secara berkala inokulan PGPR dan PGPF pada tanaman utama sering mengalami penurunan populasi setelah dilepaskan dalam jangka waktu tertentu. Hal tersebut dikarenakan tidak tersedianya bahan organik atau kalah bersaing dengan mikroba lokal. Pembuatan stok karbon organik di sekitar tanaman utama akan dapat mempertahankan populasi PGPR dan PGPF lebih lama lagi karena ketersediaan bahan organik bagi jasad saprofitik tersebut.

3. Penanaman Refugia di Lahan Pertanian

Refugia adalah tumbuhan atau tanaman yang tumbuh atau ditanam di sekitar tanaman utama untuk mengundang kehadiran predator dan parasitoid agar mendapatkan nektar, sambil mencari hama sasaran di sekitar tanaman utama. Tanaman refugia yang disukai biasanya memiliki warna bunga menarik, aroma khas dan memiliki nektar atau nektar floral. Nektar dari tanaman refugia menjadi makanan tambahan bagi predator dan parasitoid, bila tidak menemukan makanan utama. Refugia yang ditanam di sekitar tanam utama berpotensi sebagai mikrohabitat atau tempat bernaung sementara (*shelter*) bagi serangga predator dan parasitoid [37]. Tanaman refugia dapat ditemui dan banyak tumbuh di sekitar lahan pertanian, seperti contohnya bunga kertas (*Zinnia elegans*), bunga kenikir (*Cosmos caudatus*), bunga kenop (*Gomphrena globosa*), bunga matahari (*Helianthus annuus* L.), bunga jengger ayam (*Celosia cristata*), pegagan (*Centella asiatica*), kacang pintoi (*Arachis pintoi*), kemangi (*Ocimum sanctum*), dan bunga tahi ayam (*Tagetes erecta*). Beberapa gulma dapat pula berperan sebagai tanaman refugia seperti babadotan (*Ageratum conyzoides* L.), bunga legetan (*Synedrella nodiflora*), rumput setaria (*Setaria sphacelata*) dan ajeraan (*Bidens pilosa* L.).

Berdasarkan uraian di atas, dapat diringkas bahwa rekayasa untuk meningkatkan keanekaragaman hayati rizosfer dapat dilakukan dengan melibatkan komponen inokulan PGPR, PGPF, pembuatan stok karbon, dan penanaman tanaman refugia (Gambar 2).



Gambar 2. Rekayasa Untuk Keanekaragaman Hayati Rizosfer dengan PGPR, PGPF, Stok Karbon, Tanaman Refugia untuk Lahan Agroekosistem yang Berkelanjutan

Referensi

- [1] Adl, Sina M. 2016. Rhizosphere, food security, and climate change: A critical role for plantsoil research. *Rhizosphere* 1:1–3. <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2016.08.005>.
- [2] Dessaux Y, Grandclément C, Faure D. 2016. Engineering the Rhizosphere. *Trends Plant Sci.* 1: 266–78. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2016.01.002>.
- [3] Santos MS, Nogueira MA, Hungria M. 2019. Microbial inoculants: reviewing the past, discussing the present and previewing an outstanding future for the use of beneficial bacteria in agriculture. *AMB Express* 9: 22 p. <https://doi.org/10.1186/s13568-019-0932-0>
- [4] Haskett, T.L., Andrzej Tkacz dan Philip S. Poole. 2020. Engineering rhizobacteria for sustainable agriculture. International Society for

- Microbial Ecology Journal. 16 p. <https://doi.org/10.1038/s41396-020-00835-4>
- [5] Kloepper, J.W.; Schroth, M.N. 1978. Plant growth promoting rhizobacteria on radishes. In Proceedings of the 4th International Conference on Plant Pathogenic Bacteria, Angers, France, 27 August–2 September 1978; INRA: Angers, France, 1978; Volume 2, pp. 879–882.
 - [6] Hyakumachi, M. Plant-growth-promoting fungi from turfgrass rhizosphere with potential for disease suppression. *Soil Microbiol.* (44): p 53–68.
 - [7]. Walker, S. Travis, Harsh Pal Bais, Erich Grotewold, and Jorge M. Vivanco. 2003. Root Exudation and Rhizosphere Biology. American Society of Plant Biologists. *Plant Physiology*. Vol. 132: p. 44–51, www.plantphysiol.org
 - [8] Estabrook EM, dan Yoder JI. 1998. Plant-plant communications: rhizosphere signaling between parasitic angiosperms and their hosts. *Plant Physiol* 116:1–7.
 - [9] Wheatley, Rachel M. dan Philip S. Poole. 2018. Mechanisms of bacterial attachment to roots. FEMS (Federation Of European Microbiological Societies) *Microbiology Reviews*, fuy014 (42): p 448–461.
 - [10] Jones, DL. dan Hinsinger, P. 2008. The rhizosphere: complex by design. *Plant Soil* 312: 1–6 p.
 - [11] Tkacz, Andrzej dan Philip Poole. 2020. The plant microbiome: The dark and dirty secrets of plant growth. *Plants People Planet*. 00: p 1–6.
 - [12] Mendes, R., Garbeva, P., Raaijmakers, J.M. 2013. The rhizosphere microbiome: significance of plant beneficial, plant pathogenic and human pathogenic microorganisms. *FEMS Microbiol. Rev.* 37 (5): p 634-663.
 - [13] Cook, R. J, Linda S. Thomashow, David M. Weller, Debbie Fujimoto, Mark Mazzola, Gita Bangera dan Dal-Soo Kim. 1995. Molecular mechanisms of defense by rhizobacteria against root disease. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* (92): p 4197-4201.
 - [14] Kuzyakov, Y., & Domanski, G. 2000. Carbon input by plants into the soil. Review. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 163, 421–431.
 - [15] Hinsinger P & Marschner P. 2006. Rhizosphere-perspectives and challenges-a tribute to Lorenz Hiltner. *Plant Soil* 283: vii–viii.

- [16] Pierret A, Doussan C, Capowiez Y, Bastardie F & Pag_es L. 2007. Root functional architecture: a framework for modeling the interplay between roots and soil. *Vadose Zone J* 6: 269–281.
- [17] Jones, DL. dan Hinsinger, P. 2008. The rhizosphere: complex by design. *Plant Soil* 312: 1–6 p.
- [18] Hinsinger P, Bengough AG, Vetterlein D & Young IM. 2009. Rhizosphere: biophysics, biogeochemistry and ecological relevance. *Plant Soil* 321: 117–152.
- [19] Raaijmakers JM, Paulitz TC, Steinberg C, Alabouvette C & Moenne-Loccoz Y. 2009. The rhizosphere: a playground and battlefield for soilborne pathogens and beneficial microorganisms. *Plant Soil* 321: 341–361.
- [20] Armbruster, M., Tim Goodall, Penny R. Hirsch, Nick Ostle, Jeremy Puissant, Kate C. Fagan, Richard F. Pywell, Robert I. Griffiths. 2020. Bacterial and archaeal taxa are reliable indicators of soil restoration across distributed calcareous grasslands. *European Journal of Soil Science* published.
- [21] Rees RM, Bingham IJ, Baddeley JA, Watson CA. 2005. The role of plants and land management in sequestering soil carbon in temperate arable and grassland ecosystems. *Geoderma* 128:130–154 doi:10.1016/j.geoderma.2004.12.020
- [22] Lynch JP. 2007. Roots of the second green. *Aust J Bot* 55:493–512 doi:10.1071/BT06118
- [23] Je Schampheaire L, van den Bossche L, Dang HS, Höfte M, Boon N, Rabaey K. 2008. Microbial fuel cells generating electricity from rhizodeposits of rice plants. *Environ Sci Technol* 42:3053–3058 doi:10.1021/es071938w
- [24] Jones DL, Nguyen C, Finlay RD. 2009. Carbon flow in the rhizosphere: carbon trading at the soil–root interface. *Plant and Soil* · August 2009. 321: p 5-33. DOI: 10.1007/s11104-009-9925-0
- [25] Lakshmanan, V., Selvaraj, G., and Bais, H.P. 2014. Functional soil microbiome: below ground solutions to an above ground problem. *Plant Physiol.* 166, 689-700. doi: 10.1104/pp.114.245811
- [26]. Vishwakarma, K., Nitin Kumar, Chitrakshi Shandilya, Swati Mohapatra, Sahil Bhayana1 and Ajit Varma. 2020. ACC Revisiting Plant-Microbe Interactions and Microbial Consortia Application for Enhancing Sustainable Agriculture. *Frontiers in Microbiology*. (11) Article 560406: 21 p. doi: 10.3389/fmicb.2020.560406

- [27] Quiza, Liliana; MarcSt-Arnaud and EtienneYergeau. 2015. Harnessing phytomicrobiome signaling for rhizosphere microbiome engineering. *Frontiers in Plant Science*. July 2015 6(507): 12 p. doi: 10.3389/fpls.2015.00507
- [28] Somers, E. J., Vanderleyden and M. Srinivasan. 2004. Rhizosphere Bacterial Signalling: A Love Parade Beneath Our Feet. *Microbiology*, 30: p 205-240, 2004 DOI: 10.1080/10408410490468786
- [29] Rolli, Eleonora; Ramona Marasco; Gianpiero Vigani; Besma Ettoumi; Francesca Mapelli; Maria Laura Deangelis; Claudio Gandolfi; Enrico Casati; Franco Previtali; Roberto Gerbino; Fabio Pierotti Cei, Sara Borin, Claudia Sorlini, Graziano Zocchi and Daniele Daffonchio. 2014. Improved plant resistance to drought is promoted by the root-associated microbiome as a water stres-dependent trait. *Environmental Microbiology*: 16 p. doi:10.1111/1462-2920.12439
- [30] Naziya, Banu; Mahadevamurthy Murali and Kestur Nagaraj Amruthesh. 2020. Plant Growth-Promoting Fungi (PGPF) Instigate Plant Growth and Induce Disease Resistance in Capsicum annuum L. upon Infection with *Colletotrichum capsici* (Syd.) Butler & Bisby. *Biomolecules* 10 (41): p 18.
- [31] Hossain, M.M.; Sultana, F.; Hyakumachi, M. 2017. Role of ethylene signalling in growth and systemic resistance induction by the plant growth promoting fungus *Penicillium viridicatum* in *Arabidopsis*. *J. Phytopathol.* 165: p 432–441. [CrossRef]
- [32] Muslim, A.; Hyakumachi, M.; Kageyama, K.; Suwandi, S. 2019. Induction of systemic resistance in cucumber by hypovirulent binucleate *Rhizoctonia* against anthracnose caused by *Colletotrichum orbiculare*. *Trop. Life Sci. Res.*, 30, 109. [CrossRef]
- [33] Zhang, S.W.; Gan, Y.T.; Xu, B.L. 2016. Application of plant-growth-promoting fungi *Trichoderma longibrachiatum* T6 enhances tolerance of wheat to salt stres through improvement of antioxidative defense system and gene expression. *Front. Plant Sci.*, 7, 1405. [CrossRef] [PubMed]
- [34] Zhang, Y.; Chen, F.S.; Wu, X.Q.; Luan, F.G.; Zhang, L.P.; Fang, X.M.; Ye, J.R. 2018. Isolation and characterization of two phosphate-solubilizing fungi from rhizosphere soil of moso bamboo and their functional capacities when exposed to di_erent phosphorus sources and pH environments. *PLoS ONE*, 13, e0199625. [CrossRef] [PubMed]

- [35] Murali, M.; Sudisha, J.; Amruthesh, K.N.; Ito, S.I.; Shetty, H.S. 2013. Rhizosphere fungus *Penicillium chrysogenum* promotes growth and induces defence related genes and downy mildew disease resistance in pearl millet. *Plant Biol.*, 15: 111–118. [CrossRef] [PubMed]
- [36] Jogaiah, S.; Abdelrahman, M.; Tran, L.S.P.; Shin-ichi, I. 2013. Characterization of rhizosphere fungi that mediate resistance in tomato against bacterial wilt disease. *Jur. Exp. Bot.*, 64, 3829–3842. [CrossRef] [PubMed]
- [37] Rossetto, Maurizio and Robert Kooyman. 2021. Conserving Refugia: What Are We Protecting and Why? *Diversity* 13 (67): 10 p. <Https://doi.org/10.3390/d13020067>

IMPLEMENTASI PRAKTIK PERTANIAN YANG BAIK DALAM MENDUKUNG PERTANIAN BERKELANJUTAN

Syamad Ramayana

Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Politik Pertanian Indonesia

Politik pertanian Indonesia telah digariskan oleh UUD 1945 pasal 33 ayat 3, yaitu “Bumi dan Air dan kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dikuasai oleh negara dan dipergunakan sebesar-besarnya untuk kemakmuran rakyat” dan ayat 4, yaitu “Perekonomian nasional diselenggarakan berdasar atas demokrasi ekonomi dengan prinsip kebersamaan, efisiensi berkeadilan, berkelanjutan, berwawasan lingkungan, kemandirian serta dengan menjaga keseimbangan kemajuan dan kesatuan ekonomi nasional”

Kemakmuran masyarakat harus diartikan dalam dua konteks yaitu petani produsen dan konsumen. Konteks petani produsen, sebaiknya pola usahatani yang dikembangkan mampu meningkatkan kesejahteraannya dengan mendapatkan harga yang layak bagi produk pertanian yang dihasilkan. Konteks konsumen, sebaiknya mereka mendapatkan harga yang layak dan terjangkau. Oleh sebab itu, sistem pemasaran hasil pertanian harus dilaksanakan dengan sistem yang juga efisien sehingga menguntungkan bagi petani produsen dan konsumen.

Pengelolaan sumber daya lahan dan air untuk melaksanakan pembangunan pertanian sebaiknya mengacu pada teknologi ramah lingkungan sehingga produk pertanian yang dihasilkan aman dikonsumsi serta pola usahatani yang dilaksanakan haruslah tidak menghasilkan limbah yang membahayakan masyarakat atau membangun pola pertanian tanpa limbah.

Penjabaran Politik Pertanian Indonesia

Penjabaran dari Pasal 33 UUD 1945 adalah UUPA Nomor 5/1960 tentang Pokok-Pokok Agraria. UUPA ini mewajibkan untuk menjaga keberlanjutan pemanfaatan sumber daya lahan dan air dan menjaga keadilan dalam penggunaannya bagi golongan ekonomi lemah, sebagaimana tercantum pada pasal 15. Sementara sumber daya air penjabarannya adalah UU Nomor 7/2004 tentang Sumber Daya Air. Pemanfaatan sumber daya air didasarkan atas keberlanjutan dan kelestarian lingkungan hidup. Jelaslah bahwa

pemanfaatan sumber daya alam hendaknya berwawasan lingkungan hidup dan menjaga kelestariannya untuk membangun pola pertanian yang juga berkelanjutan.

Implementasi UUD 1945 Pasal 33

Kemandirian pangan mempengaruhi hidup mati suatu bangsa sebagaimana dikemukakan Presiden Pertama Ir. Soekarno pada saat peletakan batu pertama pembangunan Fakultas Pertanian Universitas Indonesia di Bogor tahun 1953. Namun dalam dekade terakhir ini kemandirian pangan nasional cukup mengkhawatirkan karena adanya ketergantungan pada impor. Hal ini antara lain disebabkan oleh konversi sumber daya lahan pangan berjalan tanpa kendali dan kualitas sumber daya air yang sudah semakin menurun.

Pemerintah pada tahun 2009 mengeluarkan UU Nomor 41/2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan. Akan tetapi konversi lahan berjalan terus, ke depan mungkin UU ini harus diperkuat menjadi UU Konservasi Sumber Daya Lahan Pangan dan Konservasi Sarana dan Prasarana Pengairan. Sumber daya lahan dan air adalah modal dasar untuk membangun pola pertanian terutama komoditi pangan. Agar menghasilkan produksi pertanian yang berkualitas maka kualitas sumber daya lahan dan air sangatlah menentukan yaitu bebas dari pencemaran logam ataupun bahan kimia berbahaya terutama logam berat seperti Cd, As, Hg dan lainnya serta limbah rumah tangga dan pabrik.

Praktik Pertanian yang Baik (*Good Agricultural Practices* atau GAP)

Keberhasilan swasembada beras tahun 1984, menimbulkan persepsi bahwa keberlanjutan pembangunan pertanian dapat dicapai dengan perangkat Teknologi Revolusi Hijau. Namun kenyataannya di lapangan penerapan teknologi ini cenderung merusak lingkungan hidup, seperti hilangnya berbagai jenis plasma nutriment, merebaknya berbagai hama dan penyakit tanaman serta tercemarnya sumber daya tanah dan air. Mengantisipasi permasalahan tersebut maka dikeluarkanlah UU Nomor 12/1992 sebagai dasar pengembangan pola usahatani yaitu *Sistem Budidaya Tanaman* yang secara teknis selaras dengan Praktik Pertanian yang Baik (*Good Agricultural Practices* atau GAP).

Good Agricultural Practices (GAP) atau Norma Budidaya Baik (NBB) adalah penerapan sistem sertifikasi proses produksi pertanian, menekankan adopsi teknologi maju ramah lingkungan, produk panen aman konsumsi,

sistem produksi berkelanjutan, keanekaragaman hayati terjaga, kesejahteraan pekerja diperhatikan, usahatani menguntungkan, dan konsumen memperoleh jaminan mutu produk serta produk bisa dilacak asal usulnya.

Praktik GAP menempatkan sumber daya lahan dan air yang digunakan untuk budidaya terutama tanaman pangan haruslah bebas dari kontaminasi bahan berbahaya (Arsenic <55 mg/kg tanah, dan 0,05 mg/liter air, Cadmium <12 mg/kg tanah dan 0,01 mg/liter air, dan Mercuri <10 mg/kg tanah dan 0,001 mg/liter air). Sementara Sistem Budidaya Tanaman hanya menyebutkan bahwa proses produksi tidak boleh merusak lingkungan hidup agar dapat dijamin keberlanjutan sistem pertanian yang dilaksanakan dengan penerapan teknologi yang ramah lingkungan.

Penerapan Praktik Pertanian yang Baik (*Good Agricultural Practices* atau **GAP)**

Penerapan GAP untuk menjamin kesejahteraan petani, mendapatkan produk pangan yang berkualitas dan aman serta menjamin kelestarian lingkungan hidup, sesuai dengan amanat UUD 1945 Pasal 33 ayat 3. Peranan penelitian atau inovasi sangatlah penting dalam pelaksanaan GAP, mulai dari menginventarisasi kesesuaian lahan untuk komoditi pertanian, teknologi budidaya, pra dan pascapanen, transportasi dan penyimpanan hasil, pengolahan hasil serta standarisasi produknya. Sistem GAP dapat diterapkan pada berbagai bentuk budidaya. Namun, umumnya penerapan GAP tersebut memiliki standar yang hampir sama untuk setiap bentuk budidaya.

1. Penerapan GAP di Indonesia

Bagaimana penerapan GAP di Indonesia. Pemerintah dalam hal ini Lembaga Penelitian dan Perguruan Tinggi sangat berperan untuk memberikan edukasi pada petani dalam hal penerapannya. Bagaimana memanfaatkan lahan dan air agar memenuhi persyaratan bagi usahatani pangan yang aman, menghasilkan produk pangan yang aman bagi konsumen dan tetap menjaga kelestarian sumber daya lahan dan air. Indonesia harus membangun kerangka yang memadai untuk mampu menerapkan GAP. Kementerian Pertanian Indonesia telah menerbitkan sebuah peraturan yang mengatur penerapan GAP untuk komoditas buah dan sayur, yaitu Peraturan Menteri Pertanian Nomor 48 Permentan/OT.140/10/2009 tentang Pedoman Budidaya Buah dan Sayur yang Baik (*GAP for Fruits and Vegetables*).

Saat ini memang belum banyak permintaan dari pasar swalayan mengenai standarisasi kualitas produk pangan bergizi, menyehatkan dan bebas dari pencemaran. Akan tetapi dengan kemajuan dan peningkatan

pendapatan maka pangan berkualitas akan semakin diminati, dan yang sekarang mulai berkembang adalah produk pertanian organik. Pertanian organik ini belum mempersyaratkan tentang kualitas lahan dan air untuk sistem budidaya yang bebas dari pencemaran dari bahan berbahaya. Akan tetapi sebagai tanggung jawab profesional mungkin sudah harus mulai dirintis upaya untuk menerapkan secara bertahap Praktik GAP dan demi masa depan bangsa dan generasi penerus yang sehat sejahtera sesuai dengan amanat UUD 1945 pasal 33.

2. Penerapan GAP di Negara Lain

Sebagai contoh Amerika Serikat melalui Departemen Pertaniannya (USDA) menerbitkan *Good Agricultural Practices Manual* untuk melindungi petani, konsumen dan menjaga kelestarian lingkungan hidup. USDA mengeluarkan sertifikat produksi pertanian pangan yang aman diedarkan untuk konsumen, tanpa sertifikat ini produk pertanian pangan tidak bisa dipasarkan. Perguruan Tinggi di setiap negara bagian memberikan pelatihan bagi petani untuk mampu menerapkan GAP sesuai dengan pedoman yang ditetapkan. Setelah mendapatkan pelatihan maka dilakukan evaluasi lahan dan air yang digunakan oleh petani, apakah memenuhi persyaratan untuk mengusahakan produk pangan. Seluruh proses produksi diperiksa dan disertifikasi termasuk produk yang dihasilkan petani untuk dipasarkan. Hal yang sama juga dilakukan di negara Uni Eropa, dan Australia.

Sementara Cina menerapkan standar kandungan bahan berbahaya berdasarkan Standar Negeri Belanda di mana batas kandungan logam berat Cd (<12 mg/kg tanah atau <0,01 mg/L air), Cr <380 mg/kg tanah, kandungan As (<55 mg/kg tanah atau <0,05 mg/Liter air). Apabila lahan dan air yang digunakan untuk pola usahatani pangan dan hortikultura di bawah ambang batas tersebut, dengan pola pertanian organik maka produk pangan organik yang dihasilkan akan bebas dari pencemaran logam berbahaya tersebut.

Implementasi Penerapan Praktik Pertanian yang Baik (*Good Agricultural Practices* atau GAP)

1. Pengelolaan Lahan

Pengelolaan lahan yang baik akan membantu peningkatan produktivitas pertanian. Praktik konservasi lahan perlu diterapkan dengan pengolahan lahan minimum dan mencegah erosi. Meningkatkan kandungan bahan organik tanah melalui penggunaan pupuk organik untuk menjaga dinamika kimia dan biologi tanah. Sisa tanaman tidak boleh dibakar, akan tetapi dimasukan ke

dalam tanah atau dijadikan kompos. Mengurangi penggunaan pestisida dan pupuk kimia anorganik, Kemasaman tanah (pH) perlu juga dijaga pada level optimal antara 6-7. Evaluasi sifat fisik, kimia, dan biologi tanah ini sebaiknya dilakukan secara berkala.

2. Pengelolaan Air

Keberlanjutan penyediaan air dengan kuantitas dan kualitas yang terjamin merupakan faktor penting dalam upaya meningkatkan produktivitas pertanian yang berkualitas baik dan aman. Air yang digunakan tidak terkontaminasi bahan pencemar baik dari limbah pabrik, limbah rumah tangga maupun limbah ternak. Memanfaatkan air secara efisien sesuai dengan kebutuhan tanaman dan ternak serta kebutuhan rumah tangga. Maksimumkan penyerapan air permukaan, dan hindari pengaliran air yang berlebihan ke dalam lahan usaha, Kadar bahan organik tanah harus dijaga dan ditingkatkan untuk menjaga daya serap dan menahan air di tanah. Penggunaan mulsa mungkin diperlukan untuk mengurangi evaporasi. Kualitas sumber daya air sebaiknya dievaluasi secara berkala.

3. Teknologi Sistem Budidaya Tanaman

Keberhasilan teknologi revolusi hijau mengantarkan Indonesia mencapai Swasembada Beras tahun 1984, namun demikian pencapaian ini hanya bertahan beberapa tahun saja. Sampai saat ini sebenarnya pemerintah masih menggantungkan prioritas pada teknologi Revolusi Hijau. Akan tetapi teknologi ini dalam kondisi penyusutan luas dan kualitas sumber daya lahan dan air tidak mampu memantapkan kemandirian pangan, malah telah memperpanjang kemandirian pangan Nasional.

Agar tercapai kemandirian pangan masa depan haruslah segera ada terobosan teknologi baru di bidang pangan baik untuk ekosistem lahan basah maupun untuk ekosistem lahan kering. Potensi lahan kering cukup besar hanya teknologi pangan lahan kering masih sangat tertinggal karena terabaikan. Diversifikasi dan integrasi tanaman ternak dan ikan perlu segera dikembangkan untuk menghasilkan pola pertanian tanpa limbah dalam kerangka praktik GAP. Memilih bahan tanaman yang memiliki sifat relatif mudah untuk dikelola, tahan terhadap hama dan penyakit, adaptif pada perubahan iklim, produktivitas tinggi, menghasilkan produk sesuai dengan permintaan pasar, memiliki respons yang baik pada penggunaan pupuk dan pestisida, menerapkan pola perlindungan tanaman dan sedapat mungkin masukan tanaman pengikat nitrogen, menerapkan integrasi pola tanaman ternak,

menggunakan pupuk kimia dan organik secara berimbang untuk memelihara kondisi keseimbangan biologi tanah dengan baik.

4. Perlindungan Tanaman

Memelihara kondisi pertanaman dalam keadaan yang aman dari gangguan hama dan penyakit dengan menerapkan prinsip pengendalian hama dan penyakit tanaman secara terpadu, yaitu menerapkan budidaya tanaman yang tahan terhadap gangguan hama dan penyakit, sistem budidaya yang sehat, dan penggunaan pestisida yang sesuai dan saat pengendalian hama yang tepat, memilih benih/bibit tanaman yang tahan terhadap hama dan penyakit dengan pola pergiliran tanaman, menggunakan praktik budidaya tanaman yang memaksimumkan pengendalian biologis hama dan penyakit, pencegahan hama dilakukan pada saat yang tepat dan frekuensi yang juga tepat, menjaga keseimbangan antara hama dan predator serta menggunakan praktik pertanian organik.

5. Pemeliharaan Ternak

Pemeliharaan ternak dalam kerangka usahatani integrasi tanaman ternak berfungsi sebagai pengolah limbah pertanaman dan menyediakan limbah ternak untuk selanjutnya diproses menjadi kompos dan bahan pestisida organik untuk digunakan sebagai pupuk dan pengendali hama dan penyakit tanaman. Integrasi ini bertujuan untuk membangun usahatani tanpa limbah, dan menghasilkan produk pertanian berdaya saing tinggi dan bernilai gizi tinggi. Lokasi kandang tidak mencemari sumber daya air dan juga terpisah dari areal pertanaman, hijauan pakan harus bebas dari pencemaran dan pestisida, kesehatan ternak diperiksa secara berkala, air untuk ternak juga harus air bersih bebas dari pencemaran dan bahan kimia berbahaya dan pestisida, pengendalian limbah ternak dan tanaman diupayakan agar tidak mencemari lingkungan sekitarnya.

6. Panen, dan Pengolahan

Kualitas produk pertanian sangat tergantung pada pelaksanaan panen dan pascapanen yang sesuai dengan persyaratan kesehatan. Hasil panen dijaga agar tidak tercemar oleh bahan kimia berbahaya, disimpan di tempat yang bersih dan terlindung dari sinar matahari, menjaga kelembapan dan suhu udara ruang serta meminimalkan risiko kerusakan hasil panen. Penyimpanan dilakukan dalam waktu tertentu sesuai dengan jenis produk pertanian yang disimpan. Bila diperlukan pencucian sebelum penyimpanan maka sebaiknya

menggunakan air bersih dan bila diperlukan pengepakan sebaiknya menggunakan alat pengepakan yang bersih dan tidak berpotensi merusak produk serta bila memerlukan alat transportasi untuk memasarkan hendaknya alat transportasi juga haruslah bersih, dan bila diperlukan menggunakan alat transportasi dengan pengaturan temperatur dan kelembapan hendaknya dilakukan sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan.

7. Penggunaan Energi dan Penanganan Limbah

Kegiatan produksi usahatani memerlukan berbagai bentuk energi seperti bahan bakar yang digunakan untuk peralatan pertanian seperti panen, pascapanen, dan pengolahan hasil sehingga proses ini juga berpotensi menghasilkan limbah. Merencanakan dengan baik penggunaan peralatan pertanian yang hemat energi, menggunakan bahan bakar terbarukan dan efisien, menggunakan bahan pengepakan yang terbuat dari bahan nabati dan *biodegradable*, limbah harus diproses menjadi bahan kompos dan pupuk organik serta penyimpanan bahan kimia dan pupuk harus dalam tempat yang terpisah.

8. Kesejahteraan Masyarakat, Kesehatan dan Kesehatan Pangan

Kegiatan usahatani yang dilakukan hendaklah menjaga keseimbangan antara prinsip ekonomi, teknologi dan sosial. Secara ekonomi menguntungkan dan berkelanjutan, secara teknis memungkinkan dan tidak merusak lingkungan, dan secara sosial diterima oleh masyarakat. Usahatani harus memberikan pendapatan yang layak bagi petani dan memberikan lingkungan kerja yang sehat, melatih pekerja menggunakan peralatan pertanian secara efisien dan aman, bila diperlukan membeli sarana produksi pada penyalur terdekat, dalam rangka menumbuhkan ekonomi dan kesejahteraan pedesaan.

9. Peranan Lembaga Penelitian

Penelitian berperan sangat besar terutama di negara berkembang yang didominasi oleh petani keluarga skala kecil. Melakukan analisa sumber daya lahan dan air dan arahan kesesuaian sumber daya lahan dan air untuk komoditi tertentu terutama komoditi pangan dan hortikultura, melakukan analisa hasil pertanian, memberikan informasi kepada masyarakat konsumen tentang kualitas produk tanaman pangan, hortikultura, peternakan, dan perikanan serta melarang peredaran produk pertanian pangan yang mengandung bahan kimia berbahaya, antibiotik, dan mikroba di atas ambang batas sehat serta secara periodik melakukan pemeriksaan kualitas bahan

pangan dari kontaminasi bahan kimia, kandungan antibiotik, dan kandungan mikroba berbahaya dan mengumumkan hasilnya kepada masyarakat.

Penutup

Pelaksanaan UUD 1945 Pasal 33 ayat 3 mengamanatkan bahwa pemanfaatan sumber daya lahan, air serta udara dan segala sesuatu yang terkandung di dalamnya untuk kepentingan dan kesejahteraan seluruh masyarakat Indonesia secara berkelanjutan. Kebijakan pembangunan pertanian bertujuan untuk menyejahterakan petani dengan menghasilkan produk pertanian berkualitas dan aman bagi konsumen serta tetap menjaga kelestarian lingkungan hidup bagi generasi mendatang.

Pemerintah melalui lembaga penelitian harus berperan dalam memberikan pembinaan kepada petani bagaimana memanfaatkan sumber daya lahan dan air yang sesuai dengan peruntukannya agar menghasilkan produk pertanian yang berkualitas dan bebas bahan pencemar serta pengawasan peredaran produk pertanian yang dikonsumsi masyarakat agar terhindar dari mengkonsumsi bahan makanan yang tercemar dan membahayakan kesehatan.

Referensi

- Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2017. Praktik Budidaya Tanaman yang Baik. Kementerian Pertanian, Indonesia.
- Food and Agriculture Organisation, 2005. Good Agricultural Practices Standards. A Bay Towards Safe and Sustainable Agriculture. FAO Rome.
- Kasrino, F. dan Haryono. Praktik Pertanian yang Baik sebagai Implementasi Politik Pertanian Indonesia
- Soemarno, 2019. Good Agricultural Practices (GAP) Budidaya dan Produk Pertanian dan Perkebunan. Balai Penelitian Aneka Kacang dan Umbi. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian, Indonesia.
- Thailand Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2008. Thai Agricultural Standard Good Agricultural Practices for Rice. Bangkok, Thailand.
- United State Depertement of Agriculture. 2009. Good Agricultural Practices and Good Handling Practices, Policy and Instructions. USDA, Washington.

PENTINGNYA PEMBIBITAN DALAM BUDIDAYA TANAMAN AREN GENJAH (*ARENGA PINNATA MERR*)

Yetti Elidar

Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Pendahuluan

Tanaman aren (*Arenga pinnata* Merr) banyak dikenal dan diusahakan petani di Indonesia. Pohon aren tersebar hampir di seluruh wilayah di Indonesia dan menjadi sumber pendapatan petani di Sulawesi Utara, Sulawesi Selatan, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Bengkulu, Jawa Barat, Jawa Tengah, Banten, Papua, Maluku dan Nusa Tenggara Timur (Lay dan Karouw, 2006). Tanaman aren dapat tumbuh di dekat pantai sampai pada ketinggian 1.400 meter dpl, pertumbuhan yang baik adalah pada ketinggian sekitar 500-1.200 meter dpl karena pada kisaran lahan tersebut tidak kekurangan air tanah dan tidak tergenang oleh banjir permukaan (Akuba, 2004). Menurut Polnaja (2000), tanaman aren dapat tumbuh dan berbuah dengan optimal pada berbagai jenis tanah, tetapi yang sangat cocok pada kondisi lahan yang mempunyai tekstur tanah liat berpasir dengan suhu pertumbuhan optimal 20-25°C dan curah hujan yang cukup tinggi antara 1.200-3.500 mm/tahun.

Tanaman aren merupakan tanaman multi manfaat, hampir seluruh bagian tanaman dapat dimanfaatkan yaitu sebagai penghasil nira (bahan utama gula aren, minuman, cuka, dan alkohol), sumber energi terbarukan (bioetanol), sumber karbohidrat (tepung), bahan campuran minuman (kolang-kaling), bahan bangunan (batang) dan sebagai tanaman konservasi untuk lahan-lahan kritis (Fahmi, 2011).

Tanaman aren saat ini umumnya dikembangkan secara generatif melalui biji. Aren yang tumbuh di lapangan berdasarkan tinggi tanaman dikategorikan menjadi 2 aksesi yaitu aren genjah, adalah pohon aren yang memiliki ciri fisik agak pendek dan kecil dengan produksi nira antara 5-10 liter tiap tandan tiap hari dan aren dalam adalah pohon aren yang memiliki ciri fisik tinggi dan besar dengan produksi 15-25 liter tiap tandan tiap hari (Rompas *et al.*, 1996).

Kalimantan Timur pada tahun 2012 memiliki luasan komoditas aren mencapai 3.603 ha dan pada tahun 2016 luasan komoditas aren menjadi seluas

2.771 ha sehingga mengalami penurunan sebanyak 832 ha. Penurunan luas tanam terjadi karena tidak seimbangnya antara tanaman tua yang tidak produktif lagi dengan upaya peremajaan tanaman yang belum maksimal dan eksploitasi pohon aren untuk diambil manfaatnya semakin luas. Mengatasi masalah tersebut diperlukan penyediaan bibit aren yang bermutu di pembibitan agar siap digunakan saat melakukan peremajaan tanaman aren di lapangan (Dinas Perkebunan Provinsi Kalimantan Timur, 2017).

Luas tanaman aren di Kabupaten Kutai Barat mencapai 278,45 ha dengan produksi berupa gula aren 35,81 ton. Tanaman aren ini tersebar dan tubuh secara alami di banyak kecamatan yang memiliki topografi dataran rendah hingga tinggi. Namun sentra pengembangan tanaman dan industri gula aren yang paling menonjol berada di Kecamatan Mook Manaar Bulatn dan Kecamatan Damai (Fatah dan Sutejo, 2015).

Pentingnya Pembibitan Aren Genjah

Sampai dengan akhir tahun 1980-an, budidaya intensif pembibitan aren belum terlalu dikenal, perbanyakannya terjadi secara alamiah, dilakukan melalui semaihan alami atau disebarluaskan oleh musang (di pulau Jawa). Setelah tahun 1990-an, melalui Kebun Raya Bogor (KRB) mulai dikembangkan teknik-teknik silvikultur baru dalam budidaya aren (Lasut, 2012).

Tanaman aren saat ini belum menjadi prioritas untuk dikembangkan karena saat ini teknologi budidaya untuk memperbanyak aren secara besar-besaran belum banyak dikuasai. Keterbatasan mengenai informasi teknik budidaya menyebabkan masyarakat enggan mengembangkannya (Tulung, 2003).

Tanaman aren belum dibudidayakan dan sebagian besar diusahakan dengan menerapkan teknologi yang minim (tradisional). Pengembangan tanaman aren ke depan harus diusahakan dalam bentuk agribisnis tanaman aren. Sehingga salah satu komponen produksi yang mutlak diperhatikan dan dikelola dengan baik ke depan, yaitu budidaya tanaman aren, termasuk penyediaan benih bermutu dan pembibitan tanaman aren sebagai bahan tanaman (Balai Penelitian Kelapa dan Palma Lain, 2007).

Penyemaian Benih

1. Pematahan Dormansi Benih

Untuk mendapatkan bibit dalam jumlah yang besar dengan kualitas yang baik, dilakukan melalui pengadaan bibit dengan persemaian (Lasut,

2012). Menurut Lasut (2012), proses penyemaian biji aren berlangsung agak lama. Untuk mempercepatnya dapat dilakukan upaya-upaya perlakuan biji sebelum disemai yaitu:

Cara 1:

- Merendam biji dalam larutan HCL dengan kepekatan 95 % dalam waktu 15-25 menit.
- Merendam biji dalam air panas bersuhu 50° selama 3 menit.
- Biji dikikis kulitnya di daerah pertumbuhan kecambah, lalu direndam dalam air selama 4 hari, kemudian disimpan pada suhu 28°-30°C sampai terjadi perkecambahan. Kecambah kemudian ditanam dalam pasir halus yang lembap hingga mencapai pertumbuhan daun ketiga.



Gambar 1. Biji Aren Genjah

- Media penyemaian dapat dibuat dengan kantong plastik ukuran 20 x 25 cm yang diisi dengan kompos, pasir dan tanah 1: 1: 1 dan lubang secukupnya pada bagian bawahnya sebagai saluran drainase. Biji-biji yang telah diperlakukan tersebut dimasukan ke dalam kantong plastik sedalam sekitar ¾ bagian biji di bawah permukaan tanah dengan lembaga menghadap ke bawah dengan posisi agak miring.
- Untuk mencapai bibit siap tanam di lapangan (ukuran 40-50 cm) diperlukan waktu persemaian 11-14 bulan.

Cara 2:

- Merendam biji dengan larutan KNO₃ dengan kepekatan 0,5 % selama 36 jam
- Merendam biji dalam air panas bersuhu 50° selama 3 menit
- Memberi perlakuan fisik dengan mengikis punggung (dekat embrio) atau skarifikasi dengan kertas ampelas

- Media penyemaian dapat dibuat dengan kantong plastik ukuran 20 x 25 cm yang diisi dengan kompos, pasir dan tanah 1: 1: 1 dan lubangi secukupnya pada bagian bawahnya sebagai saluran drainase. Biji-biji yang telah diperlakukan tersebut dimasukan ke dalam kantong plastik tersebut sedalam sekitar $\frac{3}{4}$ bagian biji di bawah permukaan tanah dengan lembaga menghadap ke bawah dengan posisi agak miring.
- Daya kecambah sekitar 40-50 %, kecepatan berkecambah sekitar 40-60 hari
- Bibit yang telah ditanam memerlukan penyiraman dan naungan agar terhindar dari cahaya matahari secara langsung. Bibit aren dapat dipindahkan ke lapangan (ditanam) setelah berumur 6-8 bulan sejak daun pertama terbentuk

Cara 3:

- Biji yang sudah dikumpulkan dikeringkan dengan cara dijemur selama 1-2 hari.
- Kemudian biji direndam selama 24 jam
- Biji diangkat dan dimasukkan kantongan plastik yang kedap udara dan diikat tertutup, hal ini dilakukan sampai biji pecah dan kecambah muncul. Menurut pengalaman petani tahap ini memerlukan waktu sekitar 6-12 hari
- Hanya biji-biji yang berkecambah yang diambil untuk dipindahkan ke *polybag*, sedang biji yang belum berkecambah dikembalikan lagi ke dalam kantong plastik. Kantong plastik yang berisi benih ini disimpan pada tempat tertutup. Penyimpanan kantong-kantong yang berisi biji ini sebaiknya pada media sekam padi. Karena dengan kondisi yang lembap di dalam kantong plastik sekaligus hangat di timbunan sekam padi, dapat memacu embrio untuk berkecambah

Cara 4:

- Apabila bibit aren sudah berumur sekitar 4 bulan atau sudah setinggi 3 cm maka bibit dipindahkan ke *polybag* lain yang telah diisi dengan media tanam yang lebih subur (terdiri dari tanah dan pupuk organik atau pupuk kandang dengan perbandingan 1:2)
- Media penyemaian dapat dibuat pada kantong plastik ukuran 20 cm x 25 cm yang diisi kompos, pasir dan tanah dengan perbandingan 1: 1: 1 bagian. Biji-biji yang telah diperlakukan tersebut dimasukan ke dalam

- kantong plastic sedalam sekitar ¾ bagian biji di bawah permukaan tanah dengan lembaga menghadap ke bawah dengan posisi agak miring
- Untuk mencapai bibit siap tanam di lapangan (ukuran 40-50 cm) diperlukan waktu persemaian 12-16 bulan

Hasil penelitian Elidar (2018b) menunjukkan bahwa pematahan dormansi benih aren genjah dengan perlakuan skarifikasi pengampelasan tepat pada posisi embrio dapat menghasilkan viabilitas dan vigor yang terbaik.

Pengampelasan pada bagian embrio memberikan hasil terbaik pada perkecambahan benih aren genjah pada parameter uji muncul kecambah yaitu 16,73%, persentase kecambah 99,71%, kecepatan perkecambahan 18,35 hari, dan index vigor 1,41 (Elidar, 2018a).

Metode skarifikasi tepat pada posisi embrio (deoperkulasi) merupakan teknologi sederhana yang paling efektif untuk mematahkan dormansi benih aren (benih dianggap sudah patah dormansinya bila memiliki nilai DB = 80%). Pasir, kokopit dan arang sekam adalah media persemaian alternatif yang dapat digunakan untuk perkecambahan benih aren (Rofik dan Murniati, 2008).

Kombinasi perlakuan skarifikasi pengampelasan pada bagian punggung benih dan perendaman benih dengan KNO_3 0,5% selama 36 jam menunjukkan viabilitas, vigor, dan pertumbuhan bibit aren genjah yang terbaik pada parameter kecepatan berkecambah, index vigor, persentase perkecambahan, dan panjang akar tunggang (Prabowo, 2014).

2. Perkecambahan Benih

Benih yang akan digunakan berasal dari seleksi buah yang masak dan bebas dari gerekam hama (Tampake dan Wardiana, 1994). Benih dikecambahkan pada wadah perkecambahan dengan media tanah pasir dan pupuk kandang. Dari beberapa hasil penelitian, perkecambahan benih aren telah berhasil dengan daya berkecambah di atas 90 %. Suatu cara atau metode yang dapat dipakai untuk menghasilkan daya kecambah benih aren yang tinggi adalah benih yang telah dibersihkan dari daging buah langsung dibenamkan 1-2 cm. Benih yang telah berkecambah (ditandai seperti jaringan spons wadah putih) selanjutnya membentuk apokol sepanjang 12 cm ke dalam media dan dari ujung apokol keluar akar dan tunas (Mailangkay et al, 2004). Hasil penelitian Hadipoentyanti dan Luntungan (1988) menunjukkan daya kecambah benih yang terbaik apabila benih dikikis dahulu pada bagian titik tumbuh. Penelitian yang sama dihasilkan oleh Saefudin dan Manoi (1994) di

mana perlakuan pengikisan bagian titik tumbuh menghasilkan daya tumbuh tertinggi setelah disemai 5 bulan.



Gambar 2. Biji Aren Genjah



Gambar 3. Kotak Perkecambahan Biji Aren Genjah



Gambar 4. Kecambah Biji Aren Genjah

Setelah benih aren berkecambah mencapai tinggi 3-5 cm dapat dipindahkan ke tempat pembibitan (bedeng pembibitan) pada sore hari untuk menghindari penguapan air. Bibit juga dapat dipindahkan ke dalam *polybag* yang berdiameter 25-40 cm. Tanah yang digunakan dicampur dengan pupuk kandang dengan perbandingan 1:2, dan diisi $\frac{3}{4}$ bagian kantong *polybag*. Bibit aren memerlukan penyiraman dan naungan (atap peneduh) yang tingginya sekitar 1 m agar terhindar dari cahaya matahari secara langsung.

Pembibitan

1. Pengumpulan Buah dan Pemilihan Biji

Menurut Lasut (2012), tanaman aren dapat diperbanyak secara generatif (dengan biji). Dengan cara ini akan diperoleh bibit tanaman dalam jumlah besar sehingga dapat dengan mudah mengembangkan (membudidayakan) tanaman aren secara besar-besaran. Pengumpulan buah aren yang memenuhi persyaratan:

- Berasal dari pohon yang sehat dan berdaun lebat
- Buah besar dengan diameter minimal 4 cm
- Kulit buah halus
- Masak, ditandai dengan warna kulit kuning kecokelatan dan daging buah lunak
- Tidak terkena serangan hama dan penyakit.

Memilih biji-bijian aren yang memenuhi syarat:

- Ukuran biji relatif besar
- Berwarna hitam kecokelatan
- Permukaan halus (tidak keriput)
- Biji tidak berpenyakit

Yang perlu diperhatikan dalam pengumpulan biji adalah bahwa buah aren terkandung asam oksalat yang apabila mengenai kulit kita akan menimbulkan rasa sangat gatal. Oleh karena itu perlu dilakukan pencegahan antara lain dengan cara:

- Memakai sarung tangan apabila kita sedang mengambil biji dari buahnya
- Hindari agar tangan kita tidak menyentuh bagian tubuh lain, ketika mengeluarkan biji-biji aren tersebut dari buahnya.



Gambar 5. Buah Aren Matang



Gambar 6. Buah Aren Genjah

Cara lain untuk mencegah agar tidak terkena getah ketika kita sedang mengeluarkan bijinya dari buah yaitu dengan memeram terlebih dahulu buah-buah aren yang sudah tua sampai membusuk.

2. Bibit dari Penyemaian

Hasil penelitian Sari (2021) menunjukkan bahwa perlakuan media tanam berupa tanah dan sekam dengan perbandingan 2:1 dapat meningkatkan pertumbuhan bibit aren pada parameter panjang pelepah, panjang akar primer dan lingkar batang.

Hasil penelitian Gunawan (2015) menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan konsentrasi POC Nasa 3 mL L^{-1} air dan interval pemberian POC Nasa 2 minggu sekali memberikan pertumbuhan bibit aren genjah yang terbaik pada parameter pertambahan tinggi tanaman dan pertambahan diameter bonggol tanaman.

Pemberian giberellin konsentrasi 200 ppm menunjukkan pertumbuhan bibit aren yang terbaik pada parameter tinggi bibit dan berat kering tanaman (Irawan dkk., 2013).

Hasil penelitian Saleh dan Fathurrahman (2011) pada perlakuan pupuk organik sekam padi menunjukkan pertumbuhan bibit aren terbaik pada parameter daya kecambah 88% dan bobot kering kecambah 4 g.



Gambar 7. Bibit Aren di Persemaian Umur 3 Bulan



Gambar 8. Bibit Aren di Persemaian Umur 10 Bulan

3. Bibit dari Anakan Alam

Bibit dari anakan alam diperoleh dengan mengambil anakan yang tumbuh liar di bawah pohon aren dewasa. Bibit tumbuh tersebar secara tidak teratur dan berkelompok di bawah pohon. Untuk menanamnya di lapangan, bibit diambil bersama-sama dengan tanahnya. Pemindahan bibit ini dapat langsung segera ditanam di lapangan atau melalui proses penyapihan dengan memasukkan anakan ke dalam kantong plastik (*polybag*) selama 2-4 minggu (Lasut, 2012).

Secara alami buah aren yang sudah tua akan rontok dan biasanya menjadi makanan binatang. Proses pembibitan aren secara alami ini proses dormansi bizinya biasa dibantu oleh musang. Binatang tersebut memakan

buah aren dan bizinya keluar secara utuh dari perut bersama kotoran (Anonim, 2008). Anakan aren yang tumbuh secara alami ini tumbuh secara teratur dan berkelompok. Anakan alam aren yang memenuhi syarat sebagai bibit adalah mengandung bagian-bagian tumbuhan antara lain akar, batang dan daun dengan tinggi maksimal 30 cm agar memudahkan proses pengepakan dan transportasi. Cara pengambilan anakan aren dilakukan dengan cara digali terlebih dahulu menggunakan cangkul dan linggis. Cara ini lebih efektif untuk menghindari kerusakan yang ditimbulkan akibat pencabutan anakan aren secara paksa. Anakan aren yang dicabut secara paksa mengakibatkan bagian akar tertinggal di dalam tanah sehingga anakan yang diperoleh menjadi kering dan tidak bisa ditumbuhkan lagi.

Proses pengepakan anakan aren harus segera dilakukan untuk meminimalkan kekeringan dan kematian anakan aren yang terlalu lama di udara terbuka. Proses pengepakan juga berperan penting dalam ketahanan anakan aren selama dalam perjalanan. Teknik yang digunakan pada proses pengepakan ini adalah mengurangi daunnya dengan cara memotong setengah dari bagian daun, bertujuan untuk mengurangi penguapan. Anakan aren yang sudah dipersiapkan kemudian ditata dengan rapi dan dibungkus koran basah untuk menjaga kelembapan selama dalam proses pengangkutan (Gambar 42). Anakan aren dimasukan ke dalam es bok, kemudian dibawa menuju Persemaian. Menggunakan teknik pengepakan ini bisa membuat anakan alam aren bertahan dan tetap segar selama 1 minggu ketika diangkut.



Gambar 9. Proses Pengepakan Bibit Aren dengan Koran Basah

Anakan alam yang diperoleh dari hasil eksplorasi harus segera ditanam pada media tanam dalam *polybag* yang telah sediakan dengan ukuran *polybag* 15 X 20 cm (Gambar 43a). Media tanam menggunakan campuran top soil dengan pupuk kompos dengan perbandingan 3:1 (Anonim, 2008). Selanjutnya

anakan yang sudah ditanam disiram dan disemprot dengan larutan fungisida 1 gram/liter dan disungkup rapat agar selalu terjaga kelembapannya.

Pemberian naungan berupa paronet intensitas 60% (Gambar 43b), sangat diperlukan supaya anakan yang masih dalam proses adaptasi dengan lingkungan yang baru dapat terhindar dari cahaya matahari secara langsung.

Pemeliharaan selama proses pembibitan cukup sederhana antara lain penyiraman, penyiangan, pemupukan, pemberantasan penyakit dan jamur. Penyiraman cukup dilakukan sekali sehari tergantung tingkat kekeringan dan kelembapan media tanam. Pagi hari adalah waktu yang terbaik untuk pelaksanaan penyiraman agar air dapat dimanfaatkan secara maksimal untuk fotosintesis (Hadiyan dan Setiawan, 2010).

Penyiangan yaitu menghilangkan rumput tanaman pengganggu/gulma yang tumbuh pada media tanam dalam *polybag*. Penyiangan sebaiknya dilakukan secara rutin setiap 2 minggu sekali tergantung jumlah gulma agar tidak terjadi persaingan dengan tanaman utama. Teknis pemberantasannya dilakukan dengan cara mekanis yaitu dengan mencabut dan menghilangkan tanaman pengganggu tersebut dari sekitar anakan.



Gambar 10 (a) Proses Penyiapan Bibit; (b) Penyungkupan dan Pemberian Naungan Setelah Penyapihan

Pencegahan dan pemberantasan penyakit dan jamur dilakukan seminggu sekali dengan cara menyemprotkan larutan fungisida dan insektisida dengan konsentrasi 1 ml/liter air.

Pemupukan bertujuan untuk merangsang pertumbuhan agar lebih cepat. Pemupukan dilakukan setelah tanaman berumur 1 bulan dari masa penyapihan pada *polybag*, menggunakan larutan pupuk NPK 1 gram/10 liter dengan cara menyiram pada media tanam secara rutin setiap 2 minggu sekali dan diusahakan tidak mengenai daun maupun batang bibit. Pembukaan sungkup dilakukan secara bertahap untuk mencegah agar tanaman tidak layu. Sungkup mulai dapat dibuka seperempat setelah 2 bulan dari masa penyapihan dan bias

dibuka seluruhnya setelah 3 bulan. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dengan teknik ini untuk mendapatkan bibit aren siap tanam dengan tinggi rata-rata 40 cm memerlukan waktu 5-6 bulan sesuai dengan perkembangan tanaman (gambar 44). Apabila teknik pembibitan ini dilakukan secara benar, proses jadi tanaman aren dapat mencapai rata-rata 70%. Jika dibandingkan dengan teknik persemaian menggunakan biji, teknik persemaian menggunakan anak alam ini jauh lebih singkat karena bila menggunakan biji, akan melewati masa dormansi yang cukup lama. Anonim (2007), melaporkan biji aren mempunyai masa dormansi yang sangat lama yaitu bervariasi antara 6-12 bulan yang terutama disebabkan oleh kulit biji yang keras dan impermeabel sehingga menghambat terjadinya imbibisi air ke dalam biji dan apabila ditambah dengan waktu bibit siap tanam di lapangan, memerlukan waktu di persemaian 12-15 bulan agar bibit berukuran tinggi 40 cm.

Pemupukan

Perlakuan dosis 400 ml POC Nasa menunjukkan pengaruh nyata terhadap bobot basah daun, bobot kering daun, bobot basah akar dan bobot kering akar. Sedangkan interval POC Nasa 2 minggu sekali memberikan pengaruh nyata terhadap bobot basah daun, bobot kering daun, bobot basah akar dan bobot kering akar (Elidar, 2018a).

Hasil penelitian Elidar (2018) menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi antara dosis larutan POC Nasa 500 ml dalam konsentrasi 3 cc L^{-1} air dan interval 2 minggu sekali menghasilkan pertumbuhan bibit yang terbaik pada parameter pertambahan tinggi dan lingkar bonggol pelepas (Elidar, 2018b).

Pemberian pupuk organik cair berpengaruh nyata pada parameter diameter batang pada umur 2, 4, 6 MSPT. Dosis POC 7 cc/bibit menunjukkan pertumbuhan bibit aren yang terbaik (Manahan *eta al.*, 2014).



Gambar 11. Bibit Siap Tanam di Lapangan

Perlakuan kombinasi dosis fungi mikoriza arbuskula (FMA) dan konsentrasi pupuk organik cair memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan bibit tanaman aren pada variabel persen infeksi akar. Kombinasi dosis FMA 5 gr dengan konsentrasi pupuk organik cair 4 mL L^{-1} air dan 6 mL L^{-1} air memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap persen infeksi akar dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Tarigan, 2013).

Hasil penelitian Gultom (2012) menunjukkan bahwa kombinasi konsentrasi larutan multinutrisi dengan 4,6 g pupuk N memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap tinggi bibit tanaman aren dibandingkan dengan tanpa pemberian larutan multinutrisi atau hanya menggunakan 9,2 g pupuk N (dosis rekomendasi).

Referensi

- Akuba, R.H. 2004. Profil Aren. Prosiding Seminar Nasional Aren, Tondano, 9 Juni 2004. Balai Penelitian Tanaman Kelapa dan Palma Lain.
- Anonim. 2007. Sumber Benih dan Teknologi Pembibitan Aren. Balai Penelitian Kelapa dan Palma Lain. Manado.
- Anonim. 2008. Budidaya Aren (*Arenga pinnata*). Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Serayu Opak Progo. Yogyakarta.
- Balai Penelitian Kelapa dan Palma Lain. 2007. Sumber Benih dan Teknologi Pembibitan Aren. <http://puslitbangbun@litbang.deptan.go.id>.
- Dinas Perkebunan Provinsi Kalimantan Timur. 2017. Statistik Perkebunan Provinsi Kalimantan Timur. Samarinda.
- Elidar, Y. 2018a. Respons Akar Bibit Aren Genjah (*Arenga pinnata*) di Pembibitan pada Pemberian Dosis dan Interval Pupuk Organik Cair Nasa. Jurnal Agrifarm. Vol. 7. Nomor 1. Faperta UWGM. Samarinda.
- _____. 2018b. Seed emergence and growth of the short age sugar palm (*Arenga pinnata*) as a response of seed scarification and liquid organic fertilizer application. Asian Journal of Agriculture. Vol. 2, Num. 1. Unmul. Samarinda
- Fahmi, Z. I., 2011. Studi Teknik Pematahan Dormansi dan Media Perkecambahan Terhadap Viabilitas Benih Aren (*Arenga pinnata* Merr.). Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan, Surabaya.
- Fatah, A dan Sutejo, H. 2015. Tinjauan Keragaan Tanaman Aren (*Arrenga pinnata* Merr) di Kabupaten Kutai Barat. Jurnal Agrifor. Vol. XIV. Nomor 1. Faperta. Untag Samarinda.

- Gultom, S. O. T. 2012. Pengaruh Kombinasi Dosis Pupuk N dan Konsentrasi Larutan Multinutrisi terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Aren (*Arenga pinnata* (Wurmb.) Merr.) di Pembibitan Utama. Skripsi. Faperta UNPAD. Bandung.
- Gunawan, W. 2015. Pertumbuhan Bibit Aren (*Arenga pinnata* (Wurmb.) Merr.) pada Pemberian Konsentrasi dan Interval Pupuk Organik Cair di Pembibitan. Skripsi Faperta Unmul. Samarinda.
- Hadipoentyanti, E. dan H. Luntungan. 1988. Pengaruh Beberapa Perlakuan Terhadap Perkecambahan Biji Aren (*Arenga pinnata* MERR). Jurnal Penelitian Kelapa 2(2):2025.
- Hadiyan, Y. dan Setiawan, A. 2010. Teknik Sederhana Menyemai Benih Suren (*Toona sinensis*). Informasi Teknis Vol. 8 Nomor 1, Juli 2010. Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan. Yogyakarta.
- Irawan, P., Putri, L.A.P dan Husni, Y. 2013. Pengaruh Pemberian Giberellin Terhadap Pertumbuhan Bibit Aren (*Arenga pinnata* Merr.). Jurnal Agroekoteknologi Vol.1, No.3.
- Lasut, M. T. 2012. Budidaya Yang Baik Aren (*Arenga pinnata* (Wurmb) Merr.). Modul Kuliah Tropical Plant Curriculum Project” kerja sama antara Universitas Texas A & M, Institut Pertanian Bogor (IPB), Universitas Udayana dan Universitas Sam Ratulangi.
- Lay, A. dan Karouw, S. 2006. Agroindustri Gula Semut Aren dengan Model Harian di Propinsi Banten. Buletin Palma Nomor 31. Desember 2006.
- Maliangkay, R.B., Yulianus Matana, Novalisa Lumentut, dan E. Manaroinsong. 2004. Budidaya Tanaman Aren. Pengembangan Tanaman Aren. Prosiding Seminar Nasional Aren Tondano, 9 Juni 2004. Balai Penelitian Tanaman Kelapa dan Palma Lain. hlm.131-137.
- Manahan, Putri, L. A. P dan Husni, Y. 2014. Respons Pertumbuhan Bibit Aren (*Arenga pinnata* Merr) terhadap Pemberian Pupuk Organik Cair. Jurnal Agroekoteknologi. Vo. 2. Nomor 2. Faperta USU. Medan.
- Polnaja, M. 2000. Potensi Aren sebagai Tanaman Konservasi dan Ekonomi dalam Pengusahaan Hutan Rakyat. Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri, Vol. 5, Nomor 4.
- Prabowo, A.W. 2014. Studi Pematahan Dormansi Benih Secara Skarifikasi dan Lama Perendaman KNO_3 terhadap Perkecambahan dan Pertumbuhan Bibit Aren (*Arenga pinnata* (Wurmb.) Merr.). Skripsi Faperta Unmul. Samarinda.

- Rofik, A. dan Murniati, E. 2008. Pengaruh Perlakuan Deoperkulasi Benih dan Media Perkecambahan untuk Meningkatkan Viabilitas Benih Aren (*Arenga pinnata* (Wurmb.) Merr.). Buletin Agronomi. Vol. 36. Nomor 1.
- Rompas, T. Lengeky, H.G. Pandin, D.S. dan Tenda, E.T. 1996. Karakteristik Populasi Aren di Kalimantan Selatan. Prosiding Seminar Regional Hasil-hasil Penelitian Tanaman Kelapa dan Palma Lain. Buku II. Balai Penelitian Tanaman Kelapa dan Palma Lain.
- Saefudin dan F. Manoi. 1994. Pengaruh Perlakuan Benih dan Media Tumbuh terhadap Perkecambahan Benih Aren. Forum Komunikasi penelitian kelapa dan palma. Sub Balai Penelitian Kelapa Pakuwon. Hlm.96-100.
- Saleh, M. S dan Fathurrahman. 2011. Pertumbuhan Kecambah Aren (*Arenga pinnata* (Wurmb.) Merr) dari Pohon Induk Berbeda Ketinggian dengan Pemberian Pupuk Organik. Jurnal Agronomi Indonesia. Vol. 39. Nomor 1.
- Sari, I. 2021. Respons Pertumbuhan Bibit Tanaman Aren (*Arenga pinnata* Merr) dengan Pemberian Zat Pengatur Tumbuh dan Media Tanam di Pembibitan. Skripsi Faperta Unmul. Samarinda.
- Tampake, H dan E. Wardiana. 1994. Studi Karakter Aren di kabupaten Cianjur Jawa Barat. Buletin Balitka. Balai Penelitian Kelapa Manado. hlm.53-57.
- Tarigan. M. I. 2013. Pengaruh Kombinasi Dosis Fungi Mikoriza Arbuskula dan Konsentrasi Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan Bibit Aren (*Arenga Pinnata* (Wurmb.) Merr.). Skripsi. Faperta UNPAD. Bandung.
- Tulung, F. H. 2003. Budidaya dan Manfaat Aren di Minahasa. Suara Lingkungan dan Penyadar Aren. Yayasan Masarang dan Kelompok Tani Aren Pinata. Brosur Edisi Desember 2003.

AKUMULASI DAN DISTRIBUSI BAHAN KERING TANAMAN PADI LOKAL HUBUNGANNYA TERHADAP HASIL GABAH

Sadaruddin

Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Pendahuluan

Kemampuan tanaman untuk memberikan hasil yang tinggi dipengaruhi oleh sifat tanaman dan keadaan lingkungan tempat tumbuh tanaman. Kesesuaian sifat-sifat tanaman dengan faktor lingkungan tempat tumbuhnya dapat memberikan pertumbuhan, dan akumulasi bahan kering yang tinggi.

Hasil tanaman padi merupakan cerminan dari kemampuan tanaman untuk mengakumulasi bahan kering dan dialokasikan ke bagian sink untuk pengisian gabah. Tanaman yang mampu mengakumulasi bahan kering yang tinggi akan memberikan hasil yang tinggi bila diserta indeks panen yang baik.

Kemampuan tanaman dalam menghimpun fotosintesis ke bagian yang bernilai ekonomis dalam hal ini gabah dari bahan kering yang diakumulasi selama masa tumbuh tanaman ditetapkan sebagai indeks panen. Sedangkan kemampuan tanaman dalam memanfaatkan radiasi matahari dari total radiasi matahari yang diterima menggambarkan efisiensi fotosintesis. Hasil padi lokal umumnya rendah karena beberapa hal di antaranya rendahnya efisiensi fotosintesis, indeks panen dan distribusi asimilat kebagian gabah.

Karakter Tanaman Padi

Tanaman padi merupakan tanaman yang termasuk dalam jalur fotosintesis C3. Tanaman C3 umumnya mempunyai kemampuan dalam peningkatan bahan kering yang lebih rendah dibandingkan tanaman C4 karena laju fotosintesis dan efisiensi lebih rendah Dingkhun dan Kropff (1996). Walaupun demikian tanaman padi mempunyai laju fotosintesis yang lebih tinggi dibanding tanaman C3 lainnya. Laju fotosintesis tanaman padi lokal berkisar antara $25 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ dt}^{-1}$. Beberapa kultivar padi ladang lokal mempunyai laju fotosintesis antara $20-25 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ dt}^{-1}$ (Sadaruddin, 2003). Laju fotosintesis selain dipengaruhi oleh sifat tanaman, juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan di antaranya radiasi matahari. Intensitas radiasi matahari merupakan faktor yang penting yang berhubungan dengan tanaman dalam melakukan fotosintesis yang dicerminkan pada kumulasi

bahan kering yang terbentuk. Pada intensitas radiasi matahari rendah akumulasi bahan kering juga rendah dan dengan meningkatnya intensitas radiasi matahari terjadi peningkatan laju fotosintesis, yang berarti meningkatnya akumulasi bahan kering. Walaupun demikian terdapat titik jenuh cahaya yang menunjukkan bahwa laju fotosintesis tidak meningkat dengan meningkatnya intensitas radiasi matahari yang dikenal sebagai titik jenuh (*saturation point*). Sedangkan pada tingkat radiasi matahari yang rendah terdapat titik kompensasi (*compensation point*), dalam keadaan ini laju fotosintesis sama dengan respirasi sehingga tidak terjadi penambahan bahan kering yang terbentuk. Titik kompensasi tanaman padi berkisar antara 8 sampai $20 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dt}^{-1}$ *Photosynthetic Active Radiation* (PAR) (Peng, 2000, sedangkan titik kejemuhan cahaya berkisar antara $880-1.170 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{dt}^{-1}$ PAR. Beberapa keadaan tertentu dapat lebih meningkat pada populasi tanaman di lapang. Kemampuan fotosintesis dapat lebih tinggi yang berarti juga titik kejemuhan fotosintesis lebih tinggi dengan meningkatnya intensitas radiasi matahari. Hal ini menunjukkan bahwa walaupun tanaman padi termasuk tanaman C₃ tetapi mempunyai titik kejemuhan yang lebih tinggi dibandingkan tanaman C₃ lainnya. Titik kejemuhan di lapang dapat mencapai $1.500 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{dt}^{-1}$ PAR (Horton dan Murchi (2000).

Akumulasi Bahan Kering

Hasil berat kering total merupakan akibat dari efisiensi penyerapan dan pemanfaatan radiasi matahari yang tersedia selama pertumbuhan oleh tajuk/daun tanaman. Untuk memperoleh laju pertumbuhan tanaman yang maksimum, harus terdapat cukup banyak daun untuk menyerap sebagian besar radiasi matahari yang menerpa tajuk tanaman. Bahan kering tanaman merupakan gambaran yang umum digunakan untuk mengetahui pertumbuhan tanaman, selain variabel lainnya. Menentukan produksi bahan kering lebih mudah dilakukan, dan merupakan gambaran pertumbuhan yang paling mudah dipahami, baik keseluruhan tanaman, maupun bagian-bagian tertentu pada setiap fase pertumbuhan tanaman.

Hasil panen berat kering terutama dipengaruhi oleh fotosintesis tajuk/daun dan respirasi. Fotosintesis berhubungan dengan penyerapan radiasi matahari dan fotosintesis daun. Penyerapan sinar terutama ditentukan oleh jumlah penyinaran dan indeks luas daun, distribusi daun, sudut daun, penyerapan cahaya dari bagian bukan daun, karakteristik penyerapan cahaya oleh daun dan pola susunan tanaman di lapang.

Bahan kering yang dihasilkan tanaman merupakan kemampuan tanaman dalam memanfaatkan radiasi matahari selama pertumbuhan tanaman. Besarnya akumulasi bahan kering juga tergantung pada efisiensi tanaman dalam memanfaatkan radiasi matahari tersebut (efisiensi fotosintesis). Laju pertumbuhan tanaman dapat lebih tinggi dengan adanya radiasi matahari yang cukup yang mampu diabsorpsi oleh daun/tajuk tanaman. Efisiensi fotosintesis merupakan nisbah antara energi yang terkandung dalam bahan kering tanaman dengan energi radiasi matahari yang diterima. Efisiensi pemanfaatan energi matahari tanaman padi 6,20 persen PAR (Hay and Walker, 1992); pada padi lokal antara 3,90 sampai 8,71 persen (Syukri *et al.*, 2020); padi varietas IPB 3S (2,14%) (Ahdalena *et al.* 2019). Beberapa tanaman jenis biji-bijian, peningkatan hasil panen biji dapat terjadi akibat peningkatan indeks panen, hal ini karena tanaman tidak lagi memproduksi berat kering secara signifikan, tetapi lebih banyak mendistribusikan berat kering ke hasil panen.

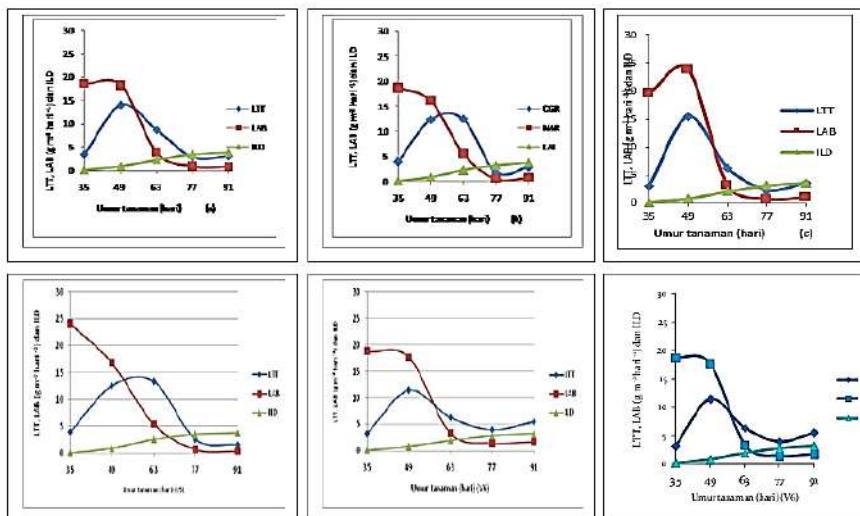
Laju akumulasi bahan kering tanaman selama masa pertumbuhan dikenal sebagai laju pertumbuhan tanaman (*crop growth rate*) yang merupakan bertambahnya bobot tanaman persatuan luas tanah per satuan waktu. Laju pertumbuhan tanaman pada selang waktu tertentu dapat ditentukan $CGR = \{(W_2 - W_1)/(T_2 - T_1)\} \times 1/Ga$ dalam hal ini W_1 dan W_2 masing-masing berat kering pada saat t_0 dan t_1 dan Ga luas tanah.

Bahan kering yang terbentuk dipengaruhi oleh fotosintesis yang merupakan kemampuan penyerapan radiasi matahari oleh tajuk/daun tanaman, dan respirasi. Daun merupakan tempat sebagian besar berlangsungnya fotosintesis maka indeks luas daun menjadi penting yang besarannya bervariasi pada masing-masing tanaman. Indeks luas daun atau *leaf area index* (LAI) merupakan ukuran yang merupakan nisbah antara luas total daun (satu bagian sisi daun) dengan luas tanah yang ditempati tanaman. Indeks luas daun masih sangat rendah pada awal pertumbuhan tanaman, sejalan meningkatnya umur tanaman luas daun meningkat sampai waktu tertentu. Meningkatnya indeks luas daun diikuti meningkatnya bahan kering yang terbentuk, sampai batas tertentu peningkatan bahan kering menurun akibat adanya penaungan. Selain CGR dan LAI, akumulasi biomassa dihubungkan dengan laju asimilasi bersih atau *net assimilation rate* (NAR), yang merupakan penambahan bahan kering yang dihasilkan persatuan luas daun persatuan waktu. Laju asimilasi bersih mempunyai nilai tertinggi pada saat awal pertumbuhan tanaman, hal ini karena sebagian permukaan daun menerima cahaya matahari, selanjutnya menurun sejalan meningkatnya umur tanaman dengan bertambahnya luas daun atau LAI. Berdasarkan hal tersebut

terdapat hubungan antara CGR, LAI dan NAR, yaitu $CGR = NAR \times LAI$. Perkembangan CGR, NAR, dan LAI pada fase pertumbuhan beberapa kultivar padi ladang lokal (Sadaruddin, 2016), terlihat pada Gambar 45.

Distribusi Bahan Kering/Fotoassimilate

Distribusi bahan kering mempunyai arti penting dalam proses pengisian gabah pada tanaman padi, yang dipengaruhi oleh selain faktor genetik juga faktor lingkungan. Distribusi bahan kering merupakan pembagian hasil fotosintesis ke bagian tanaman batang, daun dan akar pada fase vegetatif, dan ke bagian gabah pada fase generatif. Pembagian bahan kering yang terbentuk untuk tanaman padi sebagian diakumulasikan kebagian yang bernilai ekonomis yaitu gabah. Terdapat tiga sumber yang berkaitan dengan kemampuan tanaman dalam hal pengisian gabah yaitu (1) hasil fotosintesis pada saat pengisian gabah; (2) fotosintesis dari bagian bukan daun; dan (3) pembongkaran bahan kering yang disimpan pada bagian tanaman yang selanjutnya dialokasikan ke gabah (Gardner, *et al.* 1991).



Gambar 1. Laju tumbuh tanaman, laju asimilasi bersih dan indeks luas daun enam kultivar padi (a) Mayas, (b) Jalamengo, (c) Awang, (d) Ekor Payau, (e) Gedgai, dan (f) Sumping (Sumber Sadaruddin, 2016, 2017).

Distribusi Bahan Kering/Fotoassimilate

Distribusi bahan kering mempunyai arti penting dalam proses pengisian gabah pada tanaman padi, yang dipengaruhi oleh selain faktor genetik juga

faktor lingkungan. Distribusi bahan kering merupakan pembagian hasil fotosintesis ke bagian tanaman batang, daun dan akar pada fase vegetatif, dan ke bagian gabah pada fase generatif. Pembagian bahan kering yang terbentuk untuk tanaman padi sebagian diakumulasikan kebagian yang bernilai ekonomis yaitu gabah. Terdapat tiga sumber yang berkaitan dengan kemampuan tanaman dalam hal pengisian gabah yaitu (1) hasil fotosintesis pada saat pengisian gabah; (2) fotosintesis dari bagian bukan daun; dan (3) pembongkaran bahan kering yang disimpan pada bagian tanaman yang selanjutnya dialokasikan ke gabah (Gardner, *et al.* 1991).

Nilai dari pembagian biomassa yang bernilai ekonomis terhadap biomassa total merupakan indeks panen. Indeks panen padi berkisar antara 0,3 sampai 0,5. Pada padi ladang lokal lebih rendah hanya berkisar antara 0,25-0,30. Indeks panen varietas-varietas lokal indeks panen lebih rendah dibandingkan varietas unggul. Hal ini karena varietas-varietas padi unggul mempunyai daun tegak (*erect*), dibandingkan varietas-varietas padi lokal dengan susunan daun umumnya terkulai (*horizontal*). Daun dengan susunan tegak secara keseluruhan mempunyai intersepsi radiasi lebih tinggi dibandingkan susunan daun yang terkulai. Oleh sebab itu pola susunan daun juga penting pada tanaman padi, selain indeks luas daun.

Berdasarkan hubungan antara hasil biomassa yang bernilai ekonomis, biomassa total dan indeks panen maka dalam usaha untuk meningkatkan hasil terdapat beberapa alternatif yaitu (1) meningkatkan berat kering total yang dihasilkan di lapang; (2) meningkatkan proporsi hasil panen ekonomis (indeks panen), dan (3) keduanya baik biomassa total maupun indeks panen. Pada sebagian tanaman dengan hasil ekonomis berupa biji-bijian seperti padi dan tanaman biji-bijian lainnya, peningkatan hasil panen tersebut disebabkan oleh peningkatan indeks panen. Hal ini terjadi karena tanaman tidak lagi memproduksi berat kering total, tetapi lebih banyak mendistribusikan ke bagian yang bernilai ekonomis sebagai hasil panen (gabah).

Hasil panen berat kering terutama dipengaruhi oleh fotosintesis tajuk dan respirasi. Fotosintesis tajuk berhubungan dengan penyerapan sinar matahari dan fotosintesis. Penyerapan sinar matahari terutama ditentukan oleh jumlah penyinaran dan indeks luas daun, selain juga distribusi daun, sudut daun dan lainnya penyerapan cahaya dari bagian bukan daun, karakteristik penyerapan cahaya oleh daun dan susunan tanaman di lapang

Penutup

Peningkatan akumulasi bahan kering dilakukan dengan memaksimalkan pemanfaatan radiasi matahari oleh tajuk tanaman. Daun sebagai organ tempat berlangsungnya fotosintesis perlu segera bertambah luasnya pada awal pertumbuhan, yang memungkinkan radiasi matahari dapat diabsorpsi sebanyak-banyaknya. Terkait dengan usaha untuk meningkatkan hasil, dengan memperhatikan hubungan antara akumulasi bahan kering, indeks panen dan hasil tanaman maka dapat dilakukan dengan (1) meningkatkan bahan kering tanaman dengan indeks panen tetap, (2) meningkatkan indeks panen dengan akumulasi bahan kering tetap, dan (3) meningkatkan baik akumulasi bahan kering tanaman maupun indeks panen.

Referensi

- Ahdalena, Adriani D.E., dan Darmawan A.R.D. 2019. Efisiensi Pemanfaatan Radiasi Matahari Padi Unggul pada Berbagai Konsentrasi N di Lahan Pasang Surut. *J. Agroekotek View* 2(3):13-17.
- Ai N.S., Lenak A.A., Mantiri F.R., Mambu S.M., dan Ludong, D.P.M. 2015. *J. Bioslogos* 5(2):63-68.
- Dingkuhn M., and Kropff, M. 1996. Rice. p. 519-547. In. Photoassimilate Distribution in Plant and Crops: Source-Sink Relationships. Ed. Zamski, E., and Schaffer A.A. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Gardner F.P., Pearce R.B., dan Mitchell R.G. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. Terjemahan oleh: Herawati Susilo. UI Press.
- Horton P. and Murchi, E.H. 2000. C4 Photosynthesis in Rice: Some Lessons from Studies of C3 Photosynthesis in Field-Grown Rice. p. 127-144. In. Redesigning Rice Photosynthesis to the Increase Yield. Ed. JE. Sheehy, P.L. Mitchell, and B. Hardy. IRRI Los Banos, Philippines.
- Khakim M., Pratiwi S.H., dan Basuki N. 2019. Analisis Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi (*Oryza sativa L.*) pada Pola Tanam SRI (*System of Rice Intensification*) dengan Perbedaan Umur Bibit dan Jarak Tanam. *J. Agroteknologi Merdeka Pasuruan* 3(1):24-31.
- Kumura A. 1995. Physiology of High-Yielding Rice Plants from the Viewpoint of Dry Matter Production and its Partitioning. p. 704-737. In. Science of the Rice Plant: Physiology. Ed. Matsuo T., Kumazawa K., Ishii R., Ishihara K., and Hiroshi Hirata. Food 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, dan Supriyanto B. 2016. Identifikasi Sifat-Sifat Fisiolog Beberapa Varietas Lokal Padi Gogo Kalimantan Timur. Laporan Hibah Bersaing Tahun 2016 (Tahun kedua). Lembaga Penelitian Universitas Mulawarman.
- 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.
- Syukri, Abdurrachman, dan Ridha R. 2020. Efisiensi Penggunaan Energi Matahari Padi gogo (*Oryza sativa* L.) Lokal Aceh dengan Karakter Daun Berbeda. J. Pen. Agrosamudra 7(2):32-37.

BIBIT UNGGUL DAN PERANANNYA DALAM PENINGKATAN PRODUKSI PERTANIAN SEJAK MASA REVOLUSI HIJAU HINGGA REVOLUSI GEN

Widi Sunaryo dan Nurhasanah

Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Pendahuluan

Robert Malthus menyatakan bahwa pertumbuhan penduduk akan tumbuh sesuai deret ukur sedangkan pertumbuhan produksi pertanian akan tumbuh sesuai dengan deret hitung (1766–1834). Malthus memperkirakan bahwa di masa mendatang kebutuhan akan pangan akan meningkat tajam untuk memenuhi pertumbuhan penduduk Dunia. Hal ini menjadi tantangan dan pemikiran para ahli-ahli pertanian sejak tahun tersebut untuk memacu dan meningkatkan produksi pertanian secara signifikan agar ancaman kelaparan seperti yang diperkirakan Malthus tidak terwujud. Selain memperhatikan peningkatan produksi pertanian khususnya tanaman pangan, pembatasan dan perlambatan pertumbuhan jumlah penduduk juga menjadi perhatian pemerintah-pemerintah di dunia.

Sejak jaman prasejarah manusia telah berusaha mengembangkan tata cara hidup dan budayanya menjadi lebih baik, tidak terkecuali dalam hal bercocok tanam dan budidaya tanaman pertanian. Mulai dari zaman mengumpulkan makanan di hutan, mulai menanam biji-bijian, bertanam di lahan yang berpindah, hingga melakukan cocok tanaman menetap dengan teknologi modern saat ini. Kebutuhan akan suplai pangan yang stabil telah memaksa manusia mengembangkan inisiatif, kreativitas dan daya upaya untuk dapat menghasilkan pangan dalam jumlah yang cukup untuk kebutuhannya. Dengan peningkatan kemampuan daya pikir dan daya upaya ini teknologi pertanian lambat laun berkembang diiringi dengan peningkatan produksi persatuan luas lahan.

Namun demikian, pertumbuhan penduduk yang tumbuh pesat setelah Perang Dunia I dan II, memaksa pemerintah-pemerintah di negara maju untuk memikirkan cara peningkatan produksi pertanian yang pesat untuk memenuhi kebutuhan pangan dunia. Tentu saja salah satu alternatif yang paling mudah ditempuh dan dapat menghasilkan pangan dalam jumlah besar adalah dengan perluasan lahan pertanian atau ekstensifikasi pertanian, diiringi dengan

memaksimalkan produksi dengan teknologi budidaya yang optimal, seperti pengairan dan pemupukan serta pengendalian serangan hama dan penyakit tanaman. Terjadilah alih fungsi lahan dan penebangan hutan-hutan menjadi lahan pertanian di banyak negara maju seperti amerika dan eropa sebagai pelopor teknologi pertanian yang maju akibat revolusi industri (1760-1840). Apakah usaha2 ini cukup? Ternyata tidak. Jumlah penduduk merangkak naik seperti deret ukur seperti yang diperkirakan oleh Robert Malthus. Dunia membutuhkan tanaman-tanaman dengan produktivitas yang jauh lebih tinggi dikala suatu saat ekstentifikasi pertanian telah mengalami kejemuhan dan sampai pada batas yang sudah tidak dimungkinkan lagi untuk menjaga keseimbangan lingkungan.

Pemuliaan tanaman yang melahirkan benih-benih unggul, seperti benih hibrida yang mampu berproduksi bahkan hampir empat kali lebih tinggi telah melahirkan era baru, era pertanian hibrida dengan bibit-bibit unggul yang mampu berproduksi tinggi, yang mencapai puncak keemasannya pada tahun 1960-1970 yang di tengarai sebagai era Revolusi Hijau (*Green Revolution*). Benih hibrida lahir melalui mekanisme heterosis di mana tanaman turunan pertama hasil persilangan antara dua tetua galur murni mampu berproduksi jauh lebih tinggi dibanding kedua tetuanya. Teknologi persilangan yang berkembang pesat sejak hukum mendel dan teori genetika modern ditemukan Gregor Mendel (1822-1984), dikombinasikan dengan pengembangan prosedur seleksi yang ketat dan akurat dan berkembangnya metode seleksi berbasis marka molekuler (*Marker-Assisted Selection/MAS*) telah berkontribusi besar terhadap munculnya hibrida-hibrida baru yang akhirnya menyumbangkan peningkatan produksi pertanian tertinggi yang bisa dicatat sejarah sampai saat ini.

Euforia penggunaan bibit hibrida telah mengubah lahan-lahan menjadi hamparan hijau sejauh mata memandang. Namun demikian penyeragaman penggunaan benih, telah melahirkan masalah-masalah baru berkaitan dengan lingkungan, meningkatnya penggunaan pupuk nitrogen dan pestisida yang mencemari lingkungan, dan meledaknya serangan hama dan penyakit menyebabkan penggunaan pestisida besar-besaran yang menjadi perhatian para pemerhati lingkungan. Usaha-usaha merakit bibit unggul tanaman yang tahan terhadap hama dan penyakit, toleran terhadap cekaman lingkungan seperti kekeringan, alumunium, *saline/garam* dll. serta tahan terhadap herbisida melalui pemuliaan tanaman persilangan dan seleksi dilakukan untuk mengatasi berbagai masalah akibat revolusi hijau. Namun, keterbatasan sumber sifat/gen di antara keragaman genetik tanaman-tanaman penting

menjadi faktor penghambat munculnya bibit unggul yang diharapkan. Hal ini diakibatkan oleh batasan kemampuan persilangan tanaman yang hanya mampu dilakukan pada tanaman dalam spesies yang sama atau paling jauh dalam genus yang sama. Sementara sumber-sumber gen penting kadang-kadang ada pada tanaman yang berbeda atau tanaman liar yang tidak dibudidayakan.

Berkembangnya ilmu bioteknologi modern yang mendasarkan pada mendekatan teknologi DNA rekombinan membuka peluang memanfaatkan sumber-sumber gen yang asing yang ada pada semua organisme baik pada tingkat rendah seperti bakteri/virus, hewan, jamur, hingga tanaman dan hewan tingkat tinggi. Kemampuan ini didasarkan pada kemampuan mengisolasi gen target yang kita inginkan beserta perangkatnya dan mentransfernya ke tanaman dengan metode yang sudah *established*. Penggunaan teknologi DNA rekombinan dalam Bioteknologi modern ini menandai lahirnya era Revolusi Gen (*Gen Revolution*) yang dimulai tahun 1980-an hingga kini. Teknologi ini telah melahirkan bibit-bibit unggul baru dengan tambahan sifat-sifat yang diinginkan dengan memanfaatkan sumber gen dari berbagai organisme tanpa batasan kekerabatan, dan tentu saja berkontribusi luas untuk melengkapi kekurangan pada bibit unggul era *Green Revolution*. Bibit padi, kedelai, jagung, kanola, kapas, yang tahan terhadap herbisida, tahan terhadap hama dan penyakit, dengan produksi yang tinggi telah ditanam luas di berbagai belahan dunia seperti Amerika, Amerika Selatan, sebagian Afrika, sebagian besar Asia, dan Australia.

Dalam tulisan ini akan membeberkan peranan bibit unggul dalam peningkatan produksi pertanian mulai dari era keemasan Revolusi Hijau hingga Revolusi Gen.

Peranan Pemuliaan Tanaman dalam Produksi Bibit Unggul

Pemuliaan tanaman dalam bahasa sederhana adalah usaha untuk memuliakan atau mencari yang mulia, yang lebih baik yang unggul atau yang memiliki kelebihan. Pemuliaan tanaman dimulai sejak manusia memulai melakukan seleksi sederhana misalnya ketika akan melakukan penanaman maka bibit yang digunakan diseleksi dengan sifat-sifat yang baik, misalnya dipilihkan dari buah yang paling besar, bizinya mengilat dan penuh, berat, tidak ada tanda-tanda kerusakan dan serangan hama dan penyakit. Pemuliaan sederhana seperti tersebut di atas tanpa disadari telah menyebabkan hasil tanaman menjadi lebih baik dengan produktivitas dan kualitas yang lebih baik.

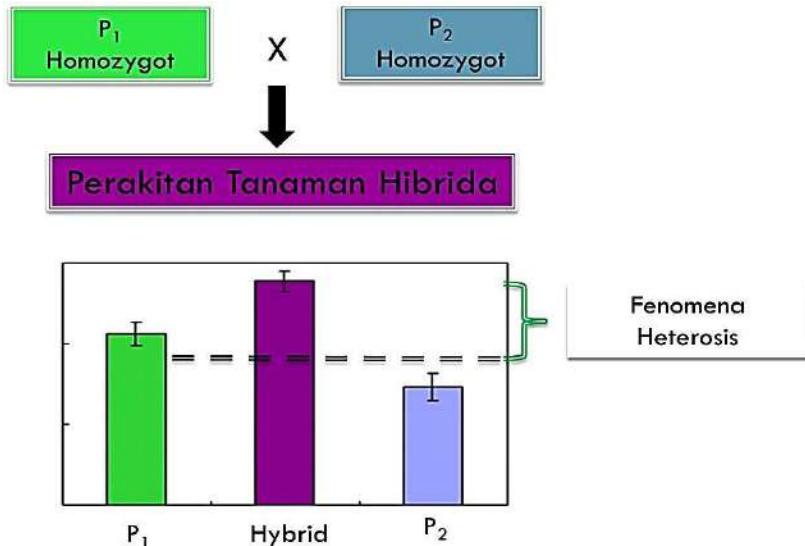
Berkembangnya ilmu genetika (Mendel, 1822-1844), di mana sifat dari anak/keturunan merupakan hasil rekombinasi bebas/acak dari bahan sifat menurun (gen) dari kedua induknya, di mana teori ini bertentangan dengan teori sebelumnya bahwa sifat dari anak adalah percampuran sifat dari kedua induknya. Dengan ditemukannya teori ini dikombinasikan teknologi persilangan buatan, di mana penyerbukan dapat dilakukan secara sengaja atau buatan dengan menggabungkan/menyilangkan tanaman-tanaman yang mempunyai sifat-sifat baik/unggul maka hasil persilangan dapat diperkirakan dan dihitung proporsinya. Selanjutnya dengan seleksi pada karakter-karakter penting, dapat dipilih tanaman-tanaman hasil persilangan yang mempunyai sifat-sifat yang diinginkan (Bateson, 1902). Dengan teknologi pemuliaan ini telah dilahirkan banyak benih-benih unggul yang mampu berproduksi jauh lebih tinggi dan mempunyai kualitas hasil yang lebih baik.

Sifat tanaman (fenotipe) merupakan hasil interaksi antara sifat genotipe tanaman dan kondisi lingkungan. Sifat genotipe merupakan sifat bawaan tanaman di mana setiap spesies, bahkan antarvarietas dan kultivar, berbeda karena sifat tersebut dimunculkan akibat ekspresi/perwujudan susunan sifat yang terkandung pada gen-gen yang terdapat dalam kromosom tanaman. Sementara kondisi lingkungan adalah keadaan lingkungan baik berupa tanah, air, udara, iklim mikro serta interaksi dengan organisme lain seperti hama dan penyakit serta tanaman lain seperti gulma yang juga sangat berpengaruh pada keragaan tanaman berupa pertumbuhan dan hasil tanaman. Kondisi lingkungan tumbuh ini tentu berbeda-beda tergantung di mana tempat/lokasi/habitat di mana tanaman tersebut tumbuh. Kondisi lingkungan bisa dimanipulasi dan dibudidayakan agar menyesuaikan untuk pertumbuhan optimal tanaman. Hal inilah yang melahirkan teknologi budidaya tanaman di mana teknologi ditujukan untuk mengoptimalkan lingkungan tumbuh tanaman agar mampu berproduksi maksimal. Sementara itu sifat genotipe tanaman bisa dirubah dengan menggunakan bibit/benih unggul yang mampu beradaptasi dan tumbuh maksimal dalam berproduksi maksimal dalam lingkungan tumbuh yang sesuai. Manipulasi genetik dilakukan dengan memilih atau menyeleksi sifat-sifat unggul tanaman, baik dari keragaman genetik tanaman yang sudah ada maupun menyeleksi dari hasil persilangan buatan. Inilah di mana pemuliaan tanaman berperan penting dalam meningkatkan produktivitas tanaman. Pemuliaan berhasil berkontribusi positif pada hasil tanaman melalui perbaikan dan perakitan sifat-sifat unggul yang terkemas dalam bibit unggul tanaman.

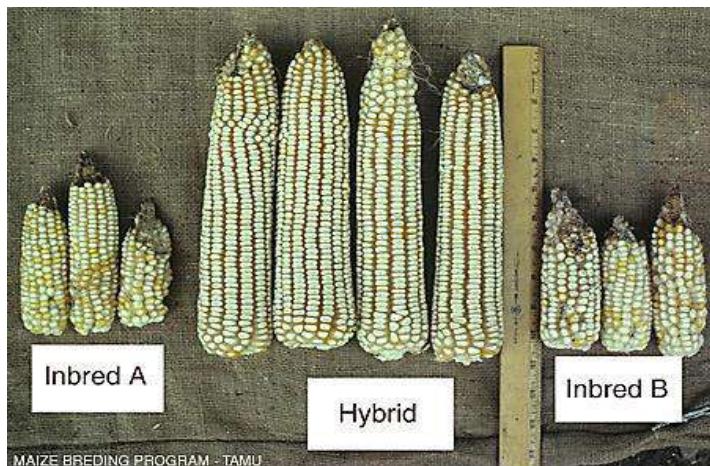
Benih Hibrida dan Peningkatan Produksi Pertanian di Masa Keemasan Revolusi Hijau

Pada era keemasan Revolusi hijau produksi pertanian meningkat hampir empat kali lipat. Peningkatan produksi yang sangat signifikan ini merupakan kontribusi dari ditemukannya benih-benih unggul hibrida. Benih hibrida adalah benih hasil silangan pertama atau keturunan pertama (F_1) antara galur murni varietas maupun klon yang mempunyai latar belakang genetik berbeda. Oleh karena itu, keturunan dari benih hibrida yaitu galur generasi F_2 -nya bukan merupakan populasi hibrida karena sudah mengalami segregasi akibat *selfing* (menyerbuk sendiri). Contoh tanaman hibrida adalah jagung hibrida ataupun jagung manis, di mana benih generasi F_2 -nya tidak semanis ataupun sebagus performa generasi F_1 -nya. Hal ini diakibatkan oleh segregasi gen-gen pada generasi berikutnya. Pembuatan galur hibrida bertujuan memanfaatkan adanya fenomena heterosis pada proses persilangan dari dua genotipe tanaman yang berbeda. Heterosis atau sering juga disebut hibrid vigor adalah efek persilangan di mana keturunan mempunyai ukuran dan fenotipe yang lebih vigor/lebih baik dari kedua induknya untuk satu atau beberapa sifat sekaligus (Gambar 1 dan 2). Secara teoritis besaran heterosis sangat dipengaruhi oleh jarak kekerabatan antara kedua tetua yang digunakan. Semakin jauh jarak/kekerabatan genetik antara tetua, semakin tinggi nilai heterosis yang dihasilkan.

Salah syarat dalam pembentukan benih hibrida adalah seleksi berulang untuk menghasilkan induk-induk galur murni yang homozigot. Hasil persilangan langsung dari induk-induk yang homozigot ($P_1 \times P_2$), menghasilkan anak (filial) pada generasi F_1 yang menunjukkan performa fenotipe yang lebih superior atau lebih baik dari nilai tengah kedua tetuanya (*mid-parent heterosis*) atau lebih baik dari tetua terbaiknya (Gambar 1), seperti yang ditunjukkan pada contoh hasil persilangan pada tanaman jagung hibrida (Gambar 2).



Gambar 1. Bagan fenomena heterosis persilangan dua tetua galur murni yang berbeda



Gambar 2. Jagung hibrida yang mempunyai fenotipe yang lebih superior dibanding kedua tetua induknya. Sumber: *Texas A&M Maize (Corn) Breeding Program, 1994*

Peningkatan performa pada benih-benih hibrida ini menimbulkan euforia dan meningkatnya penanaman benih-benih hibrida di seluruh dunia dan telah berkontribusi pada peningkatan produksi yang signifikan. Pada beberapa jenis komoditas, penggunaan benih hibrida berkontribusi pada

perluasan lahan untuk penanaman benih hibrida, meningkatkan keuntungan petani, meningkatkan hasil per tahun dan menghemat penggunaan lahan karena meningkatnya produktivitas (Tabel 1).

Tabel 1. Peningkatan Hasil dan Keuntungan Penggunaan Benih Hibrida pada Beberapa Jenis Komoditas

Tanaman	Tanaman hibrida yang dibudidayakan (%)	Keuntungan Hasil (%)	Penambahan Keuntungan Tahunan (%)	Tambahan Hasil (ton/tahun)	Penghematan lahan Tahunan (ha)
Jagung	65	15	10	55×10^6	13×10^6
Sorgum	48	40	19	13×10^6	9×10^6
Bunga Matahari	60	50	30	7×10^6	6×10^6
Padi	12	30	4	15×10^6	6×10^6

Sumber: *Spielman et al. (2012)*

Salah satu kelebihan dari benih hibrida adalah sangat seragam, dengan warna dan kemampuan berbunga yang dapat diprediksi. Berikut daftar area penanaman dan penyebaran benih padi hibrida di dunia (Tabel 2). Sebagai contoh padi hibrida yang dikembangkan dan ditanam di Cina secara luas adalah varietas hibrida super Y Liangyou 2 yang mampu berproduksi 13,9 ton per hektar dan varietas HR Yongyou 12 yang mampu berproduksi melebihi 13,65 ton/ha Target hasil pada 2006-2015: 13,5 ton per hektar (Gambar 3).

Tabel 2. Area Penanaman dan Persebaran Benih Padi Hibrida di Dunia

Negara	Area Penanaman Padi Hibrida(%)	
	2010*	2013**
Cina	51,8	51,0
India	4,6	5,7
Bangladesh	6,8	5,6
Vietnam	10,0	8,2
Indonesia	4,9	4,5
Filipina	4,6	3,2

Sumber: **Spielman et al. (2012)* ** dikompilasi dari berbagai sumber



Gambar 3. Padi hibrida varietas Y Liangyou Nomor 2, varietas hibrida super yang menghasilkan 13,9 ton per hektar di Longhui, Hunan pada tahun 2011 (Photo of L. P. Yuan, 2011 in Bong, 2014).

Beberapa jenis padi hibrida yang berhasil dikembangkan di Indonesia di antaranya Rokan dan Maro dengan potensi hasil tinggi 9 dan 9,5 ton per hektar yang telah dilepas pada tahun 2002, Hipa3 dan Hipa4, dengan hasil 10 dan 11 ton per hektar, disertai ketahanan terhadap hama wereng coklat biotipe 2 dan agak tahan terhadap bakteri hawar daun yang dilepas pada tahun 2004. Selain itu varietas Hipa5 Ceva, padi yang bersifat aromatik, juga merupakan benih hibrida yang dilepas pada tahun 2006.

Benih Transgenik dan Peranannya dalam Peningkatan Produksi Pertanian Pada Masa Revolusi Gen

Berkembangnya bioteknologi molekuler yang didasarkan pada teknologi DNA rekombinan telah membuka peluang untuk mengaplikasikan pengetahuan tentang biologi molekuler khususnya material menurun (DNA) pada level organisme yang bertujuan memperbaiki dan mengembangkan sifat-sifat tanaman ke arah yang menguntungkan. Pengetahuan yang mendalam tentang DNA, gen, mekanisme ekspresi gen, dan teknologi untuk mengisolasi, memotong dan menyambungkan DNA secara *in vitro* memungkinkan untuk mengeksplorasi, mengisolasi, dan menyimpan gen-gen yang merepresentasikan sifat-sifat yang penting (*Gene of Interest*) yang selanjutnya dapat digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat tanaman komersial yang dikehendaki. Penemuan peristiwa transfer segmen DNA secara alami (T-DNA) pada bakteri *Agrobacterium tumefaciens* ke tanaman juga membuka peluang memindahkan segmen DNA tertentu yang mengandung *Gene of*

Interest ke tanaman-tanaman komersial yang kekurangan atau tidak memiliki gen tersebut. Penemuan DNA sirkuler di bakteri yang disebut sebagai plasmid, telah memungkinkan untuk melakukan rekayasa dan rekonstruksi gen-gen dan melakukan kloning secara *in vitro* untuk keperluan perbanyakan dan penyimpanan untuk selanjutnya ditransfer ke sel-sel tanaman yang membutuhkan. Kemampuan untuk mengisolasi, karakterisasi, mentransfer dan mengevaluasi serta memprediksi hasil transformasi telah melahirkan suatu teknologi yang stabil, mapan (*established*), dan tingkat keterulangannya tinggi (*reproducible*) yang disebut dengan Teknologi DNA rekombinan (Glick and Pasternak, 1994).

Teknologi DNA rekombinan telah banyak berkontribusi dalam melengkapi perbaikan sifat-sifat tanaman yang sebelumnya tidak mampu dilakukan melalui pemuliaan konvensional atau persilangan dan seleksi seperti menambahkan sifat-sifat ketahanan terhadap hama dan penyakit, ketahanan terhadap herbisida, nilai gizi tertentu seperti vitamin A dan provitamin A, menambahkan warna tertentu seperti warna biru dari gen penyandi antisionin, daya simpan buah yang lebih lama, tanaman sebagai pabrik obat (*molecular farming*), produksi vaksin pada tanaman, tanaman bioremediasi untuk mengatasi cemaran baik udara dan air, dan sebagainya. Banyak benih unggul hasil teknologi DNA rekombinan atau sering disebut sebagai produk tanaman transgenik (*Genetic Modified Object/GMO*), telah dipasarkan secara komersial dan ditanam luas di dunia (Gambar 49) Pada tahun 2016, benih unggul transgenik padi, jagung, canola, kentang, terong, kedelai, kapas, alfalfa, sugar beet, apel dan pepaya telah ditanam luas berbagai negara di antaranya Amerika Serikat, Amerika Selatan, Asia (Cina, India, Vietnam, Pakistan), sebagian Afrika dan Eropa serta Australia dengan total luasan 190,4 juta hektar (Gambar 4, Tabel 3). Sementara itu di Amerika Serikat sebagai pusat pengembangan benih unggul transgenik telah membudidayakan berbagai macam tanaman transgenik dengan perbaikan sifat (Tabel 3).



Gambar 4. Penanaman dan persebaran benih unggul transgenik di dunia
 (Sumber: UFIFAS, 2016).

Tabel 3. Are Penanaman Tanaman Transgenik Tahun 2018 dan 2019 (juta hektar)

Urutan	Negara	2018	2019
1	Amerika Serikat	75	71,5
2	Brazil	51,3	52,8
3	Argentina	23,9	24
4	Kanada	12,7	12,5
5	India	11,6	11,9
6	Paraguay	3,8	4,1
7	Cina	2,9	3,2
8	Afrika Selatan	2,7	2,7
9	Pakistan	2,8	2,5
10	Bolivia	1,3	1,4
11	Uruguay	1,3	1,2
12	Filipina	0,6	0,9
13	Australia	0,8	0,6
14	Myanmar	0,3	0,2
15	Sudan	0,2	0,2
16	Meksiko	0,2	0,2
17	Spanyol	0,1	0,1
18	Kolombia	0,1	0,1
19	Vietnam	< 0,1	0,1
20	Honduras	< 0,1	< 0,1
21	Chili	< 0,1	< 0,1
22	Malawi	-	< 0,1
23	Portugal	< 0,1	< 0,1
24	Indonesia	< 0,1	< 0,1

Urutan	Negara	2018	2019
25	Bangladesh	<0,1	<0,1
26	Nigeria	-	< 0,1
27	Eswatini	<0,1	<0,1
28	Ethiopia	-	<0,1
29	Kosta Rika	<0,1	<0,1
Total		191,7	190,4

Sumber: ISAAA, 2019

Tabel 4. Jenis Tanaman dan Perbaikan Sifat Komoditas Tanaman Transgenik di Amerika Serikat

Jenis Tanaman	Keunggulan Karakter
Jagung	Toleran herbisida, resistan hama (serangga/ulat)
Kedelai	Toleran herbisida, resistan hama (serangga/ulat), Kandungan minyak oleic yang tinggi
Kapas	Toleran herbisida, resistan hama (serangga/ulat)
Canola	Toleran herbisida, Kandungan minyak oleic yang tinggi
Sugar Beet	Toleran herbisida
Alfalfa	Toleran herbisida
Pepaya	Resistan terhadap penyakit (virus)
Squash	Resistan terhadap penyakit (virus)
Kentang	Resistan Resists bruising; reduced asparagine content
Apel	Delayed browning

Sumber: UFIFAS, 2016

Kira-kira 17 juta petani sebagian besar dari negara-negara berkembang menanam tanaman transgenik. Tanaman transgenik ini dianggap mampu meningkatkan kondisi sosial ekonomi masyarakat pada tahun 2019. Sejak tahun 1996 hingga 2018 penambahan pendapatan selama 23 tahun tersebut mencapai US\$ 224,9 miliar. Penggunaan benih unggul telah meningkatkan produktivitas dan pendapatan dari sektor pertanian secara signifikan. Selain mampu meningkatkan pertumbuhan ekonomi, benih unggul tanaman transgenik juga berkontribusi signifikan pada keamanan pangan, pembangunan pertanian berkelanjutan dan mitigasi perubahan iklim (ISAAA, 2019) melalui beberapa keuntungan penggunaan benih unggul transgenik sebagai berikut:

1. Peningkatan produktivitas sekitar 822 juta ton
2. Konservasi keragaman hayati dengan menghemat lahan 231 juta hektar.
3. Menyediakan lingkungan yang lebih aman dengan mengurangi penggunaan pestisida 776 juta kg yang dilepaskan ke lingkungan
4. Menurunkan emisi CO₂ sekitar 23 miliar kg, setara dengan 15,3 juta mobil di jalan raya selama satu tahun

5. Membantu meningkatkan kesejahteraan masyarakat melalui perbaikan kondisi ekonomi sekitar 16-17 juta petani dan keluarganya sejumlah kurang lebih 65 juta orang (2018).

Kontribusi dan peranan benih unggul transgenik atau hasil bioteknologi modern telah menyebabkan perkembangan dan pertumbuhan produktivitas pertanian meningkat secara pesat sehingga sejak 1985, era perkembangan pertanian didominasi era Revolusi Gen hingga sekarang.

Kesimpulan dan Saran

Benih unggul sejak dimulainya era pembangunan pertanian telah dimasukkan sebagai salah satu bagian penting dalam peningkatan produksi pertanian di negara-negara di dunia. Benih unggul telah berkontribusi signifikan tidak hanya pada produktivitas tanaman tapi juga berkontribusi pada pembangunan pertanian melalui pertumbuhan ekonomi yang signifikan di negara-negara yang berbasis agraris. Benih unggul juga telah berkontribusi luas dalam peningkatan kesejahteraan jutaan petani baik di negara-negara berkembang maupun di negara-negara maju. Benih unggul akan selalu menjadi bagian yang paling tinggi kontribusinya dalam peningkatan produksi pertanian.

Referensi

- Bateson W, 1902. Mendel's principles of heredity: A defense. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Bong BB, 2014. A regional strategy of sustainable hybrid rice development in Asia and the pacific. FAORAB, Bangkok Thailand.
- Glick BR, Paternak JJ, 1994. Molecular biotechnology: principles and applications of recombinant DNA. ASM press, Washington D.C.
- ISAAA, 2019. Pocket K No. 16: biotech crop highlights in 2019. <https://www.isaaa.org/resources/publications/pocketk/16/>
- Spielman DJ, Kelemework D, Alemu D, 2012. Seed, fertilizer, and agricultural extension in Ethiopia. In Food and Agriculture in Ethiopia: Progress and Policy Challenges, Dorosh P and Rashid S, eds. Philadelphia: University of Pennsylvania Press.
- Texas A&M Maize (Corn) Breeding Program, 1994. New hybrid of corn. Departement of soil and crop sciences, Texas A & M University.
- UFIFAS, 2016. National academy of science report on GE Crops, University of Florida, USA.

BAGIAN 2

KEBIJAKAN PANGAN

STRATEGI KEBIJAKAN KETAHANAN PANGAN PADA MASA PANDEMI COVID-19 DI KALIMANTAN TIMUR

Tetty Wijayanti

Jurusan Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Pendahuluan

Ketahanan pangan menurut pengertiannya dalam Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2012 berbicara mengenai ketersediaan, akses dan pemanfaatannya agar setiap individu dapat hidup sehat, aktif dan produktif secara berkelanjutan. Ketahanan pangan terwujud ketika "Semua orang, setiap saat, memiliki akses fisik, sosial dan ekonomi untuk pangan yang cukup, aman dan bergizi yang memenuhi kebutuhan pangan mereka dan preferensi pangan untuk hidup aktif dan sehat" (FAO, 1996). Ketahanan pangan merupakan kondisi terpenuhinya pangan bagi rumah tangga yang tercermin dari ketersediaan pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutunya, aman, merata, dan terjangkau. Ketahanan pangan merupakan hal yang penting dan strategis karena berdasarkan pengalaman di banyak negara menunjukkan bahwa tidak ada satu negara pun yang dapat melaksanakan pembangunan secara mantap sebelum mampu mewujudkan ketahanan pangan terlebih dahulu. Menurut Haryanto (2014) ketahanan pangan memiliki tujuan di mana dengan ketahanan dapat memberikan jaminan kepada masyarakat mengenai hak pangan yang dibutuhkan sehingga turut mendukung dalam pembentukan pilar ketahanan pangan secara nasional. Selain itu juga memiliki tujuan dalam memberikan jaminan dalam menyediakan konsumsi dalam waktu yang lama, aman, dan bergizi pada tingkat nasional dan tentunya pada setiap daerah dan sampai pada rumah tangga. Perlunya upaya pemerintah dalam menerapkan strategi pangan agar turut mendukung peningkatan pertanian sebagai sumber pangan dalam skala besar. Karena dengan meningkatkan sektor pertanian maka peningkatan pangan lebih besar pencapaian yang diharapkan.

Negara-negara berkembang termasuk Indonesia menghadapi keadaan yang semakin sulit untuk mencapai, mempertahankan, dan meningkatkan kualitas keberlanjutan ketahanan pangan. Ketahanan pangan dalam pembangunan secara nasional dan daerah dijabarkan dalam Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan, yang merumuskan ketahanan pangan sebagai "kondisi terpenuhinya pangan bagi negara sampai dengan

perseorangan, yang tercermin dari tersedianya pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutunya, aman, beragam, bergizi, merata, dan terjangkau serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan, dan budaya masyarakat, untuk dapat hidup sehat, aktif, dan produktif secara berkelanjutan”. Undang-Undang tentang Pangan tersebut kemudian dijabarkan dalam Peraturan Pemerintah yaitu PP Nomor 17 Tahun 2015 tentang ketahanan pangan dan gizi.

Pada tahun 2019 The Economics Intelligent Unit dengan pengukuran *Global Food Security Index* (GFSI)-nya mempublikasikan bahwa Indonesia berada pada peringkat 62 di antara negara-negara di dunia dengan skor 62,6 (skala 100). Walaupun secara peringkat Indonesia tetap dibandingkan tahun 2018 namun mengalami peningkatan skor sebesar 0,6 (EIU, 2019). Tahun 2018 Badan Ketahanan Pangan (BKP) Kementerian Pertanian RI juga menyusun dan mempublikasikan skor Indeks Ketahanan Pangan (IKP) tingkat kabupaten dan kota di Indonesia.

Undang-Undang Nomor 7 Tahun 1996 tentang Pangan mengamanan bahwa pemerintah bersama masyarakat mewujudkan ketahanan pangan bagi seluruh rakyat Indonesia. Karena Indonesia merupakan negara dengan jumlah penduduk yang banyak dan tingkat pertumbuhannya yang tinggi maka upaya untuk mewujudkan ketahanan pangan merupakan tantangan yang harus mendapatkan prioritas untuk kesejahteraan bangsa. Dengan kondisi pandemi Covid-19 yang sudah berlangsung dari awal tahun 2020 dan tidak bisa diketahui kapan berakhirnya, masyarakat perlu diketahui bagaimana kesiapan ketahanan pangan dalam menghadapi pandemi ini. Oleh karena itu perlunya dilakukan penelitian untuk melihat gambaran ketahanan pangan keluarga di masa pandemi covid-19.

Pandemi *Coronavirus Disease* (COVID-19) berdampak pada semua aspek kehidupan, ketahanan pangan salah satunya. Schmidhuber *et al.* (2020) dalam analisisnya menyatakan bahwa pandemi COVID-19 ini berpengaruh pada sektor pangan dan pertanian melalui berbagai mekanisme, mulai dari gangguan perdagangan internasional hingga penurunan produksi dalam negeri dan penurunan daya beli masyarakat.

Dari berbagai latar belakang di atas patut dilakukan kajian khusus secara kualitatif terhadap ketahanan pangan Provinsi Kalimantan Timur. Oleh karena itu, karya tulis ini memiliki judul Ketahanan Pangan dimasa Pandemi Covid-19 Di Kalimantan Timur.

Ketahanan Pangan

Definisi dan paradigma ketahanan pangan terus mengalami perkembangan sejak adanya *Conference of Food and Agriculture* tahun 1943 yang mencanangkan konsep *secure, adequate and suitable supply of food for everyone*. Definisi ketahanan pangan sangat bervariasi, namun umumnya mengacu definisi dari Bank Dunia (1986) dan Maxwell dan Frankenberger (1992) yakni “Akses semua orang setiap saat pada pangan yang cukup untuk hidup sehat (*secure access at all times to sufficient food for a healthy life*). ”

Bagi bangsa Indonesia, dengan jumlah penduduk tahun 1997 mencapai 200 juta jiwa dan pada tahun 2020, diperkirakan akan mencapai sekitar 220 juta jiwa, pengadaan pangan merupakan persoalan serius. Pengalaman sejarah Pembangunan Indonesia menunjukkan bahwa masalah ketahanan pangan (*food security*) sangat erat kaitannya dengan stabilitas ekonomi (khususnya inflasi), biaya produksi ekonomi agregat (biaya hidup), dan stabilitas sosial politik nasional. Oleh karena itu, ketahanan pangan menjadi syarat mutlak bagi penyelenggaraan pembangunan nasional.

Ketahanan pangan merupakan kondisi tersedianya pangan yang memenuhi kebutuhan setiap orang setiap saat untuk dapat hidup sehat, aktif dan produktif. Makna yang terkandung dalam ketahanan pangan mencakup dimensi fisik (ketersediaan), ekonomi (daya beli), gizi (pemenuhan kebutuhan gizi individu), nilai budaya dan religius, keamanan pangan (kesehatan), dan waktu (tersedia secara berkesinambungan) (Martianto & Hardinsyah 2001). Pengolahan ketahanan pangan menyangkut aspek-aspek berikut:

- a. Penyediaan jumlah bahan-bahan pangan yang cukup untuk memenuhi permintaan pangan yang meningkat baik karena pertambahan penduduk, perubahan komposisi penduduk maupun akibat peningkatan pendapatan penduduk.
- b. Pemenuhan tuntutan kualitas dan keanekaan bahan pangan untuk mengantisipasi perubahan preferensi konsumen yang semakin peduli pada masalah kesehatan dan kebugaran.
- c. Masalah pendistribusian bahan-bahan pangan pada ruang (penduduk yang terbesar pada sekitar 10000 pulau) dan waktu (harus tersedia setiap hari sepanjang tahun).
- d. Masalah keterjangkauan pangan (*food accessibility*), yakni ketersediaan bahan pangan (jumlah, kualitas, ruang dan waktu) harus dapat dijangkau oleh seluruh masyarakat.

Di samping bahan pangan yang semakin mahal (sehingga diperlukan devisa yang lebih besar), juga belum tentu tersedia sebesar jumlah yang kita butuhkan di pasar Internasional. Oleh karena itu, tidak ada pilihan lain bagi bangsa Indonesia untuk menjamin ketahanan pangan, kecuali dari produksi domestik.

Strategi Menyediakan Pangan

Kebijakan strategis Dinas Pertanian Tanaman Pangan Provinsi Kalimantan Timur dengan tetap mengacu pada RPJMD Provinsi Kalimantan Timur 2019-2023, yaitu pada misi 2 yaitu: “Berdaulat dalam Pemberdayaan Ekonomi Wilayah dan Ekonomi Kerakyatan yang Berkeadilan”. Adapun Strategi dan Arah Kebijakan dari Misi tersebut adalah sebagai berikut:

No	Strategi	Sasaran
1	Peningkatan Produksi dan Nilai Tambah Hortikultura	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengembangan Kawasan Pekarangan (Pisang Durian/Lai, Pepaya, Jeruk, Manggis, Kelengkeng, Alpukat, Jambu Kristal, Sukun, dan Buah Lokal Lainnya) 2. Perbaikan Pengangan Pascapanen dan Pengolahan Hasil 3. Peningkatan Pemanfaatan Teknologi Produksi Hortikultura (Alat dan Mesin Pertanian Hortikultura)
2	Peningkatan Produktivitas dan Produktivitas Tanaman Pangan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengembangan Padi Lahan Kering/Padi Ladang dan Padi Sawah 2. Alat dan Mesin Pertanian untuk Padi Lahan Kering 3. Perda Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (LP2B) 4. Perbaikan Pascapanen dan Pengolahan Hasil Tanaman Pangan
3	Peningkatan Produksi Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pemurnian dan Pemendekan Umur Panen Padi Varietas Lokal 2. Perbanyak Benih Padi Kemitraan 3. Perbanyak Benih Hortikultura
4	Pengawasan dan Sertifikasi Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pelabelan Benih TPH 2. Pengawasan Peredaran Benih TPH
5	Perlindungan Tanaman Pangan dan Hortikultura	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gerakan Pengendalian OPT TPH 2. Perbanyak Agen Hayati/Pestisida Ramah Lingkungan
6	Peningkatan Penyuluhan dan Pelatihan Pertanian	<ol style="list-style-type: none"> 1. Optimalisasi Pemanfaatan BPP di Kabupaten/Kota se-Kaltim 2. Peningkatan Kapasitas dan Kelembagaan

No	Strategi	Sasaran
		Penyuluhan 3. Pelatihan dan Pendampingan Petani/Pelaku Agribisnis Pelaksanaan PEDA dan PENAS
7	Peningkatan Ketahanan Pangan	1. Cadangan Pangan Pemerintah (CPP) 2. Peta PSVA, SKPG 3. Informasi Harga Pangan Strategis
8	Penganekaragaman Konsumsi Pangan dan Keamanan Pangan	1. Percepatan panganekaragaman konsumsi pangan B2SA 2. Pendampingan Kawasan Rumah Pangan Lestari (KRPL) 3. Pengembangan Produk Pangan Lokal, Lomba Cipta Menu dan Hari Pangan Sedunia 4. Pengawasan dan Sertifikasi Komoditi Pangan Segar

Sumber: Dinas Pangan, Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Kalimantan Timur 2009

TARGET RPJMD TAHUN 2019 – 2023											
DINAS PANGAN, TANAMAN PANGAN DAN HORTIKULTURA PROVINSI KALIMANTAN TIMUR											
NO	TUJUAN	SASARAN	INDIKATOR TUJUAN/ SASARAN	Kondisi Awal	TARGET KINERJA TUJUAN/SASARAN PADA TAHUN KE						Kondisi Akhir Periode
					2017	2019	2020	2021	2022	2023	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
I.	Meningkatkan ketahanan pangan	Meningkatnya Ketersediaan Pangan	Kontribusi lapangan usaha Sub Sektor Tanaman Pangan dan Hortikultura terhadap PDRB (%)	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57	0,57	
			Skor Pola Pangan Harapan (PPH) Ketersedian Pangan (skor)	98,97	98,97	99,00	99,25	99,5	100	100	
			Skor Pola Pangan Harapan (PPH) Konsumsi Pangan (Skor)	83,10	84,70	86,90	89,10	91,20	93,40	93,40	
			Nilai Tukar Petani (NTP): -Sub Sektor Tanaman Pangan (%) -Sub Sektor Hortikultura (%)	94,81	95	96	97	98	99	99	
				92,14	94	96	96	97	98	98	

Sumber: Noor, 2019

NO	INDIKATOR KINERJA	Kondisi Kinerja pada awal periode RPJMD	TARGET CAPAIAN SETIAP TAHUN					Kondisi Kinerja pada akhir periode RPJMD
			2018	2019	2020	2021	2022	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Jumlah Produksi Padi (Ton)	383.958	422.354	464.589	511.048	562.153	618.368	618.368
2	Jumlah Produksi Buah (Ton)	226.017	233.020	240.245	247.698	255.387	263.320	263.320
3	Jumlah Desa Rawan Pangan yang ditangani (Desa)	420	418	416	414	412	410	410
4	Jumlah Pemberdayaan Pekarangan Pangan yang dibina (Kelompok)	48	74	79	84	89	94	94
5	Rata-rata Persentase Pemenuhan Kebutuhan Bersih Bercertifikat (%)	75	80	81	82	83	84	84
6	Luas Lahan yang dilayani Pengawasan dan Sertifikasi Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura (Ha)	150	150	165	180	195	210	210
7	Luas Serangan OPT (Ha)	6.192	6.165	6.139	6.112	6.086	6.060	6.060
8	Jumlah Desa yang dibina	693	696	711	726	741	756	756

Sumber: Noor, 2019

Program dan Kegiatan Dinas Pangan, Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Kalimantan Timur

a. Program/Kegiatan Teknis Bidang

- 1) Program Peningkatan Ketahanan Pangan
 - a) Peningkatan Ketersediaan dan Penanganan Daerah Rawan Pangan.
 - b) Pengembangan Cadangan Pangan Daerah (Provinsi dan Kabupaten/Kota).
 - c) Pengembangan Sistem Informasi Pasar.
- 2) Program Penganekaragaman Konsumsi Pangan dan Keamanan Pangan
 - a) Analisis Pola Pangan Harapan
 - b) Pengembangan Pangan Lokal
 - c) Pengawasan Mutu Pangan Segar
- 3) Program Peningkatan Produksi dan Nilai Tambah Hortikultura
 - a) Peningkatan Produksi Hortikultura
 - b) Penanganan Pascapanen dan Promosi Atas Hasil Pertanian Hortikultura
 - c) Penyediaan dan Pengembangan Prasarana dan Sarana Pertanian Hortikultura

- 4) Program Peningkatan Produksi dan Produktivitas Tanaman Pangan.
 - a) Peningkatan Produksi Tanaman Pangan
 - b) Penanganan Pascapanen dan Promosi atas Hasil Pertanian Tanaman Pangan
 - c) Penyediaan dan Pengembangan Prasarana dan Sarana Pertanian Tanaman Pangan
- b. Program/Kegiatan Teknis UPTD
 - 1) Program Pengawasan dan Sertifikasi Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura
 - a) Sertifikasi Benih Unggul Pertanian
 - b) *Monitoring* dan Pengawasan Peredaran Benih
 - c) Pembangunan/Perbaikan UPTD Pengawasan dan Sertifikasi Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura dan Penyediaan Sarana Pendukungnya (DAK)
 - 2) Program Perlindungan Tanaman Pangan dan Hortikultura
 - a) Pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT)
 - b) Perbanyak Agen Hayati dan Pestisida Ramah Lingkungan
 - c) Pembangunan/Perbaikan UPTD Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura dan Penyediaan Sarana Pendukungnya (DAK)
 - 3) Program Peningkatan Produksi Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura
 - a) Peningkatan Produksi Benih Tanaman Pangan
 - b) Peningkatan Produksi Benih Hortikultura
 - c) Pembangunan/Perbaikan UPTD Balai Benih Induk Tanaman Pangan dan Hortikultura dan Penyediaan Sarana Pendukungnya (DAK)
 - 4) Program Peningkatan Penyuluhan dan Pelatihan Pertanian
 - a) Penyuluhan dan Pendampingan Petani dan Pelaku Agribisnis
 - b) Pelatihan Petani dan Pelaku Agribisnis

Strategi Menjaga Kualitas Pangan

Strategi dalam menjaga kualitas pangan tentunya dilakukan oleh pemerintah daerah melalui Dinas Ketahanan Pangan Provinsi Kalimantan Timur, dan bentuk strategi yang dilakukan meliputi melakukan pengelolaan manajemen pangan dari dinas sampai kepada penghasil pangan di daerah-daerah, selalu melakukan pengawasan berkala untuk mengecek kualitas pangan, apakah sudah layak atau belum sehingga pangan yang layak ditujukan untuk masyarakat, dengan begitu kualitas pangan tetap terjaga.

Strategi menjaga pangan juga melibatkan masyarakat, tentunya melalui pengusaha pangan, setiap sektor diharapkan mengkoordinasikan pangan yang datang dari daerah lain, tujuan ini dimaksudkan menghindari pangan yang masuk ke daerah memiliki kualitas yang rendah karena dengan begitu masyarakat selaku konsumen dalam hal ini, tentunya akan dirugikan, baik di sektor pedagang maupun masyarakat di rumah tangga.

Upaya dinas untuk menjaga kualitas pangan yang dikonsumsi masyarakat sudah dilakukan, hal tersebut juga merupakan sebagai bentuk dari kebijakan strategi menjaga keamanan pasokan pangan sampai ke masyarakat sehingga tetap layak dikonsumsi. Berdasarkan pantauan di lokasi yaitu di pasar dan beberapa pedagang beras mereka mengatakan bahwa kualitas beras tetap terjaga dari pengirim luar daerah sampai kepada masyarakat tetap terjaga karena beras yang dikirim masih bersegel utuh jadi kualitas tetap terjaga.

Hal ini juga membuktikan bahwa strategi pengawasan dalam ketahanan pangan yang dilakukan Dinas Ketahanan Pangan Provinsi Kalimantan Timur patut diapresiasi, mengingat upaya tersebut cukup efektif dalam membendung perilaku masyarakat yang terkadang melakukan tindakan untuk mengambil keuntungan sendiri seperti melakukan pencampuran beras yang kualitasnya bagus dengan beras yang sudah lama. Sehingga upaya dari dinas ini dengan melakukan pengawasan setidaknya mencegah kerusakan pangan utamanya beras yang setiap hari dikonsumsi masyarakat.

Faktor Penghambat bagi Dinas Ketahanan Pangan

Ada beberapa faktor yang menghambat pelaksanaan ketahanan pangan terutama dalam pemenuhan pangan yang baik di masyarakat, faktor tersebut meliputi: Kualitas SDM petani yang kurang produktif, peralatan pertanian belum sepenuhnya mendukung bagi petani masih bersifat tradisional dan adanya alih fungsi lahan akibat banyaknya kebutuhan umum.

Faktor kurangnya kualitas SDM merupakan faktor yang menghambat dalam pelaksanaan ketahanan pangan ini. SDM yang dimaksud adalah terbatasnya petani khususnya di wilayah Provinsi Kalimantan Timur, sampai saat ini sangat sulit menemukan petani beras karena kebanyakan sudah beralih ke profesi lain. Dengan adanya faktor penghambat tersebut tentunya berdampak pada terbatasnya hasil produksi beras untuk wilayah Provinsi Kalimantan Timur. Faktor lain banyak lahan yang sedianya untuk lahan pertanian telah berubah dan dialihfungsikan ke lahan perumahan dan perladangan serta perkebunan yang semuanya hampir dilakukan oleh masyarakat. Terbatasnya lahan tersebut juga turut mempengaruhi aktivitas

petani sehingga petani yang ada menjadi tidak produktif karena lahan tidak ada. Dengan faktor tersebut maka tingkat produktivitas pangan seperti beras menjadi berkurang, akibatnya upaya pemenuhan pangan ke masyarakat juga berkurang sehingga salah satu strategi yang diusahakan dinas ketahanan pangan Provinsi Kalimantan Timur melakukan impor beras dari daerah-daerah lain yang memiliki produksi beras melimpah, dan salah satu kota pengimpor beras dalam skala besar pasokan beras didatangkan dari luar Kaltim seperti Sulawesi.

Referensi

- Ashari, N., Saptana, N., & Purwantini, T. B. 2016. *Potensi dan Prospek Pemanfaatan Lahan Pekarangan untuk Mendukung Ketahanan Pangan. Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 30(1), 13.
- BKP Kementan. 2019. *Kawasan Rumah Pangan Lestari*. Data Kabupaten KRPL.
- BKP. 2019. *Indeks Ketahanan Pangan 2018*. Badan Ketahanan Pangan Kementerian RI.
- Dinas Pangan, Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Kalimantan Timur. *Rencana dan Strategi*. <https://dispertan.kaltimprov.go.id/hal/rencana-strategi> (Diakses Juli 27, 2021)
- EIU. 2019. *Global Food Security Index 2019 in the Economist and Intelligence Unit*.
- FAO. 1996. *Rome Declaration on World Food Security and World Food Summit Plan of Action. World Food Summit 13-17 November 1996*. Food and Agricultural Organization.
- Noor, Isran. 2019. *Mewujudkan Kedaulatan Pangan di Kalimantan Timur*. Seminar Nasional Pertanian 2019; Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman
- Schmidhuber, J., Pound, J., & Qiao, B. 2020. *COVID-19: Channels of Transmission to Food and Agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nation.

KEBUTUHAN PANGAN DAN SISTEM LOGISTIK PANGAN

Bernatal Saragih

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Pendahuluan

Indonesia merupakan kepulauan terbesar di dunia. Terbentang dari Sabang hingga Merauke, Indonesia memiliki 17.499 pulau dengan luas total wilayah sekitar 7,81 juta km². Dari total luas wilayah tersebut, 3,25 juta km² adalah lautan dan 2,55 juta km² adalah Zona Ekonomi Eksklusif. Kondisi Indonesia dengan kepulauan, yang sangat luas ini akan mempengaruhi dalam distribusi, keterjangkauan atau akses pangan masyarakat. Indonesia sebagai negara kepulauan ini akan mempengaruhi biaya logistik pangan. Biaya logistik pangan di Indonesia disebutkan Word Bank paling mahal di Asia dengan nilai 24% terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) yang disebabkan oleh volume arus barang tidak seimbang, infrastruktur logistik nasional yaitu pelabuhan, jalan, tingginya pungutan liar, peraturan daerah yang tidak sinkron dengan pusat dan sumber daya manusia serta teknologi informasi yang belum memadai (BKP, 2001). Meningkatkan keterbukaan akses, antarwilayah kecamatan dan kampung maupun dengan daerah lain serta perbaikan sarana jalan, transportasi pertanian dan pangan.

Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan mengamanatkan bahwa penyelenggaraan pangan dilaksanakan untuk memenuhi kebutuhan dasar manusia yang memberikan manfaat secara adil, merata dan berkelanjutan berdasarkan kedaulatan pangan, kemandirian pangan dan ketahanan pangan. Kebijakan ketahanan pangan dalam aspek ketersediaan pangan, difokuskan pada: (a) peningkatan ketersediaan pangan yang beranekaragam berbasis potensi sumber daya lokal; dan (b) memantapkan penanganan kerawanan pangan untuk mengurangi jumlah penduduk miskin dan kelaparan. Dalam aspek keterjangkauan pangan, difokuskan pada: (a) stabilisasi pasokan dan harga pangan; serta (b) pengelolaan cadangan pangan (BKP, 2021).

Secara formal, produksi makanan adalah fokus dominan dari aktivitas manusia dengan sebagian besar waktu dan tenaga kerja ditugaskan untuk menanam, memanen, mengolah, dan menyiapkan makanan. Pertanian akan menghasilkan 80 hingga 90% dari produk domestik bruto masyarakat pra-

industri (kegiatan seperti itu dominan untuk subsisten dan skala lokal). Pada awalnya jarang makanan diproduksi untuk perdagangan. Sekarang pangan menjadi perdagangan strategis. Lima isu utama yaitu regulasi pemerintah yang tidak kondusif, kemudian ada efisiensi *value chain* darat yang rendah, efisiensi *value chain maritime* yang rendah, operasi dan infrastruktur pelabuhan tidak optimal dan terakhir *supply demand* yang tidak seimbang,". Belum lagi apa yang kita hadapi sekarang sebagai tantangan global dengan: Peningkatan kebutuhan pangan global, perubahan diet, perubahan iklim, ketersediaan air bersih, penurunan luas lahan dan kesuburan tanah, Kehilangan dan pembuangan pangan dan diperparah dengan situasi sekarang **pandemi Covid-19**.

Kebutuhan Pangan

Bisa kita bayangkan kebutuhan pangan dunia secara total yang dikonsumsi oleh manusia perkapita pertahun pada negara-negara maju 900 kg sedangkan pada daerah atau wilayah miskin 460 kg perkapita pertahun. Jika rata-rata kebutuhan pangan penduduk dunia tanpa membedakan wilayah dan negara kita ambil 600 kg per kapita pertahun maka dengan mengalikan jumlah penduduk dunia yang 5 miliar paling tidak butuh pangan sebanyak 3 miliar ton pertahun. Untuk Indonesia butuh pangan 150 juta ton pertahun dan Kalimantan Timur butuh pangan sebanyak 2.100.000 ton pertahun (Saragih, 2020).

Kebutuhan pangan terutama sumber energi, protein hewani dan ikan, hasil perhitungan penulis paling tidak tahun 2021 Indonesia butuh beras sekitar 31 juta ton beras dengan asumsi konsumsi perkapita beras sebesar 90 kg/kapita pertahun. Kalimantan Timur butuh beras tahun 2021 sebesar 333.000 ton, dengan perkiraan jumlah penduduk sebesar 3.7 juta jiwa. Kondisi ketahanan pangan terutama ketersediaan beras dalam provinsi Kalimantan Timur belum bisa memenuhi sehingga harus impor perkiraan mendekati 129.000 ton. Kalau kebutuhan pangan (beras) Kalimantan Timur tahun 2021 terjadi kekurangan pangan 129.000 ton (impor dari luar Kalimantan Timur), sebenarnya dengan menekan kehilangan pangan 50 persen saja dari total kehilangan pangan di Kalimantan Timur berdasarkan perkiraan penulis berdasarkan World Resources Institute (WRI), 1/3 makanan dari total produksi dunia yang hilang atau terbuang dalam sistem produksi dan konsumsi pangan bernilai sekitar US \$ 1 triliun. Ketika angka ini dikonversi menjadi kalori menunjukkan bahwa 1 dari 4 kalori yang diharapkan dikonsumsi tidak pernah benar-benar dimakan atau terbuang.

Hasil perkiraan penulis suatu fenomena besar yang kita alami untuk kasus Kalimantan Timur jika kebutuhan energi kita dikalkulasi 2000 kalori rata-rata perhari maka kita membuang mendekati 4:1 (2000:500) berarti kita membuang pangan setara dengan 500 kkal perhari. Penulis melakukan kalkulasi pembuangan pangan 500 kkal ini setara dengan 140 gram beras (kandungan gizi beras per 100 gram adalah 360 kkal energi). Artinya untuk memenuhi kebutuhan energi 2000 kalori kita telah melakukan pembuangan pangan sebanyak 140 gram jika energi semua dikonversi dari beras. Mari kita hitung untuk penduduk Kalimantan Timur yang berjumlah sekitar 3,7 juta pada tahun 2021 maka kehilangan beras perhari 140 gram dikali dengan 3,7 juta orang setara dengan 518 juta gram atau 518 ton perhari. Kehilangan beras dalam satu tahun mencapai 189,070 ton (518 ton dikali dengan 365 hari). Konversi ke dalam rupiah, jika 1 kg beras dihargai sebesar Rp. 12.000, maka kita kehilangan dalam bentuk nilai uang Rp.2.268.840.000.000,00 (dua triliun dua ratus enam puluh delapan miliar delapan ratus empat puluh juta rupiah). Kalau sumber energi tubuh kita tidak semua dari beras, anggap saja setengahnya maka kita juga kehilangan dalam nilai uang lebih satu triliun rupiah pertahun. Jika kondisi ini terjadi di Indonesia terus menurus kita bisa prediksi betapa besarnya kehilangan pendapatan yang dialami oleh bangsa ini. maka berarti ada tambahan beras 50% dari 189.070 ton yaitu sekitar 94.500 ton. Maka dengan menekan kehilangan dan pemborosan pangan 50 persen saja telah menghemat biaya, ikut melestarikan dan menurunkan emisi lingkungan akibat pertanian. Perhitungan 94.500 ton kita konversi dengan produksi rata-rata gabah kering giling (GKG) per hektar 4,2 ton dengan konversi beras 62% maka dalam satu hektar menghasilkan rata-rata beras 2,6 ton. Maka dari 94.500 ton setara dengan 153.090 ton GKG dan dihasilkan dari sawah 36.450 ha. Kita bisa bayangkan dengan menghemat pemborosan dan kehilangan ini kita tidak perlu menanam 36.450 ha. Jika kita hitung biaya produksi padi per hektar 12 juta. Maka penghematan biaya dari segi biaya input sampai panen padi 12 juta dikali dengan 36.450 ha diperoleh biaya setara Rp.437.400.000,00 (empat ratus tiga puluh tujuh miliar empat ratus juta rupiah). Dengan demikian maka kita harus menekan kehilangan dan pemborosan pangan bukan saja untuk efisiensi biaya, tetapi demi kesehatan dan penurunan emisi gas pada lingkungan (Saragih, 2018).

Konsumsi protein Indonesia atau penduduk Kalimantan Timur mencapai 61 gram/hari/kap, dengan kebutuhan tersebut maka perhitungan Penulis: 50% dari konsumsi protein dari ikan maka konsumsi ikan per hari dari rata-rata kadar protein ikan segar 18%, menjadi sebesar konsumsi ikan

37,6 kg/tahun/kap maka Indonesia butuh ikan 10,5 juta ton, akan tetapi jika konsumsi ikan kita naikkan menjadi 54,49 kg/kapita/tahun, Indonesia butuh ikan mencapai 15 juta ton (Saragih, 2021). Jika dibandingkan produksi ikan nasional mencapai hampir 40 juta ton/tahun (produksi perikanan Indonesia 38,8 juta ton, tahun 2019), artinya kita negara maritim yang surplus ikan. Tahun 2021 perkiraan penulis Indonesia butuh daging sekitar 2.791.980 ton, dengan konsumsi pertahun daging: 10,3 kg, telur sebesar 1.761.929 ton dengan konsumsi pertahun/kapita sebesar 6,5 kg dan susu 1.951.675 ton dengan konsumsi 7,2 kg/kapita/tahun. Kebutuhan sayur diperkirakan mencapai 26.388.576 ton, buah 13.191.878ton dengan total sayur dan buah sebesar 39.575.636 ton, berdasarkan perkiraan makan sayur dan buah ideal 0,4 kg/hari/kapita sesuai WHO.

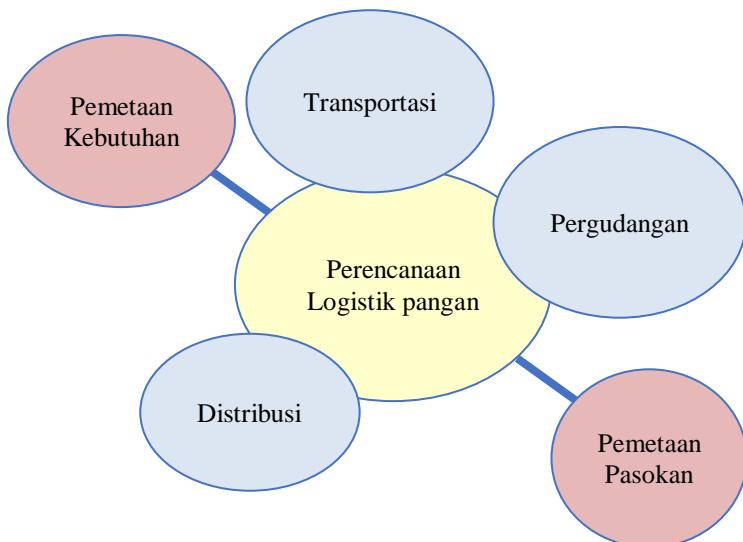
Sistem Logistik Pangan

Permasalahan utama yang menyebabkan kurangnya pasokan bahan pangan di wilayah yaitu masalah distribusi pangan yang sangat perlu didukung oleh sistem logistik pangan yang andal, di mana ada empat permasalahan, yaitu: Pertama, dukungan infrastruktur, yaitu kurangnya dukungan akses terhadap pembangunan sarana jalan, jembatan, dan lainnya. Kedua, sarana transportasi, yakni kurangnya perhatian pemerintah provinsi dan kabupaten/kota serta masyarakat di dalam pemeliharaan sarana transportasi. Ketiga, sistem transportasi, yakni sistem transportasi yang masih kurang efektif dan efisien. Selain itu juga kurangnya koordinasi antara setiap modal transportasi mengakibatkan bahan pangan yang diangkut sering terlambat sampai ke tempat tujuan. Keempat masalah keamanan dan pungutan liar, yakni pungutan liar yang dilakukan sepanjang jalur transportasi di Indonesia sampai produk tersebut didaerah (BKP, 2020).

Sesuai UU Nomor 18/2012 Pasal 47 ayat 1) distribusi pangan dilakukan untuk memenuhi pemerataan ketersediaan pangan ke seluruh wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia secara berkelanjutan. Dalam mewujudkan keterjangkauan pangan sebagaimana dimaksud pada ayat (1), pemerintah dan pemerintah daerah melaksanakan kebijakan pemerintah di bidang: a. distribusi; b. pemasaran; c. perdagangan; d. stabilisasi pasokan dan harga pangan pokok; dan e. bantuan pangan. sarana distribusi pangan” adalah segala sesuatu yang dapat dipakai sebagai alat untuk kelancaran distribusi pangan. Dalam rangka meningkatkan keterjangkauan fisik dan ekonomi terhadap Pangan, penyediaan dan pengembangan sarana distribusi pangan diutamakan untuk daerah terpencil, tertinggal, dan tidak terjangkau masyarakat, antara

lain, berupa angkutan laut, darat, dan udara. Yang dimaksud dengan “prasarana distribusi pangan” adalah segala sesuatu yang merupakan penunjang utama untuk meningkatkan kelancaran distribusi pangan, antara lain, berupa gudang, pelabuhan, dan jalan. UU Nomor 18/2012 Pasal 50 ayat (1) menyebutkan pemerintah dan/atau pemerintah daerah berkewajiban melakukan pembinaan kepada pihak yang melakukan pemasaran Pangan.

Sistem pangan adalah urutan proses dan infrastruktur pendukung yang melibatkan penanaman, pemanenan, penyimpanan, pemrosesan, pengemasan, pengangkutan, pergudangan, distribusi, konsumsi, dan pembuangan makanan. Sistem pangan ini mempertimbangkan berbagai tugas dari input pertanian untuk permintaan akhir, termasuk faktor teknologi, lingkungan, ekonomi, politik dan sosial. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2012 tentang Cetak Biru Pengembangan Sistem Logistik Nasional Sistem Ekosistem Logistik Nasional Melalui Indonesia National Single Window (INSW). Sistem logistik pangan nasional yang kuat harus bertumpu pada empat strategi: Peningkatan produksi, perbaikan sistem distribusi, pengembangan kelembagaan, dan mendorong konsumsi pangan lokal. Sistem logistik pangan yang menjamin akurasi, presisi, *real time* dan transparan. Perencanaan logistik pangan menjadi sangat penting karena agar terpenuhi kebutuhan pangan dengan melakukan pemetaan kebutuhan dan pasokan pangan seperti pada **Gambar 1.** (Saragih, 2020).



Gambar 1. Perencanaan Logistik Pangan

Ketersediaan (*availability*) bahan pokok pangan dalam jumlah yang tepat dan mutu pangan yang baik memerlukan perencanaan dan pengendalian sistem logistik pangan yang terintegrasi. Beberapa daerah mengalami kekurangan bahkan kelangkaan bahan pangan tertentu. Sementara di daerah lain mengalami kelebihan persediaan bahan pangan. Tentunya sesuai amanat dari Instruksi Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2020 tentang Penataan Ekosistem Logistik Nasional rangka meningkatkan kinerja logistik nasional, memperbaiki iklim investasi, dan meningkatkan daya saing perekonomian nasional, mengambil langkah-langkah yang diperlukan sesuai dengan tugas, fungsi, dan kewenangan masing-masing secara terkoordinasi dan terintegrasi untuk melaksanakan penataan ekosistem logistik nasional. Sistem logistik pangan mencakup: perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian pengadaan pangan, transportasi, pergudangan, distribusi, teknologi, aliran informasi, dan aliran uang, dari penyedia pangan sampai pengguna akhir.

Strategi Penyediaan pangan dalam jumlah yang tepat, mutu yang baik, ketersediaan pangan yang menjangkau semua penduduk Indonesia di mana pun berada, dan dengan harga yang terjangkau menjadi tantangan semua *stakeholder* pangan, baik pemerintah, dunia usaha dari BUMN dan swasta maupun pihak-pihak lain. Perbaikan penyediaan pangan salah satu dapat dilakukan dengan memaksimalkan fungsi BUMN pangan. Karena ketidakmampuan dalam menghitung permintaan (*demand*) dan pasokan (*supply*) secara akurat dan *real time* akan berdapat pada ketersediaan pangan pada suatu daerah. Infrastruktur dan sumber daya, yang meliputi: pelabuhan, jalan raya, stasiun, dan energi menjadi penting dalam mendukung sistem logistik pangan yang baik. Logistik pangan akan semakin baik sesuai dengan keadaan sekarang dengan perbaikan pada layanan *delivery*, mencakup penyedia jasa logistik, perusahaan transportasi, distributor, pengelola gudang pangan, *cold chain*, dan sistem ICT (*Information Communication and Technology*) logistik. Demikian juga halnya pada perbaikan *service chain*, mencakup pemasok (petani, peternak, dan nelayan), perusahaan industri pengolah makanan, pengepakan, dan retailer. Pergudangan berperan penting untuk mengatasi fluktuasi surplus dan kekurangan bahan pokok pangan. Penetapan jumlah gudang, lokasi gudang, dan standar pergudangan untuk pengelolaan gudang *inventory* bahan pokok pangan. Penetapan tingkat *inventory* bahan pokok pangan yang aman (*buffer stock*) didasarkan pada parameter utama: *lead time* dan kebutuhan permintaan. *Lead time* pemenuhan *inventory* pangan mulai dari order sampai bahan pangan diterima di gudang.

Dukungan sistem transportasi yang andal akan menentukan *lead time* pemenuhan inventori pangan. Maka kebutuhan permintaan pangan diestimasi dalam periode tertentu, misalnya 3 bulan, agar tidak terjadi kelangkaan pangan atau inflasi disebabkan oleh kelangkaan pangan. Maka perencanaan dan kebijakan transportasi, transportasi dan geografi, transportasi dan spasial struktur, transportasi, ekonomi dan social, transportasi energi dan lingkungan, mode transportasi, *trade*, logistik dan *distribution* serta transportasi di kota/desa menjadi perhatian penting mendukung sistem logistik pangan yang andal ke depanya. Selain itu proses persiapan pengiriman pangan maka pangan yang akan dikirim juga harus memperhatikan: Pengemasan dan proses *handling* bahan pokok pangan perlu dilakukan dengan aman untuk melindungi dari kerusakan, kehilangan, dan penurunan mutu pangan mulai dari *primary producer* (petani, peternak, dan nelayan), *industrial producer* (perusahaan manufaktur pengolahan pangan), *wholesaler*, *retailer* sampai diterima *consumer*. Pada gudang dengan SKUs (*stock keeping units*) persediaan bahan pokok pangan dalam jumlah besar dan kompleks memerlukan penggunaan sistem aplikasi WMS (*warehouse management system*). Aplikasi WMS ini akan dapat memonitor persediaan bahan pokok pangan, penerimaan, penyimpanan, *picking*, dan pengeluaran bahan pokok pangan dari Gudang. Tingkat *inventory* bahan pokok pangan diupayakan optimal serta tidak terjadi *overstock* atau *understock* pangan pada wilayah tertentu.

Kesimpulan

Pemerintah harus menyediakan transfer tunai dan saluran distribusi makanan yang aman untuk memastikan bahwa warga yang rentan dilindungi. Kebijakan Pemerintah fokus untuk membersihkan kemacetan logistik di rantai lokal/domestik dan internasional. Pengelolaan logistik bahan pokok pangan yang efektif akan menjamin ketersediaan bahan pokok pangan dengan biaya logistik yang efisien untuk ketahanan pangan. Logistik berperan penting untuk turut menjaga ketahanan pangan, mengurangi kelangkaan *strippod* pangan, dan disparitas harga bahan pokok pangan. Menggerakkan ekonomi petani sebagai garda terdepan penyediaan pangan. Prioritas termasuk mendukung *platform e-commerce* dan e-pasar dalam menopang penyediaan pangan. Pembangunan *intergrated food hub* dalam sistem logistik nasional.

Referensi

- BPK. 2021. Berita Ketahanan Pangan. <http://b kp.pertanian.go.id/blog/post/ar ah-kebijakan-dan-strategi-bkp>
- _____. 2021. Policy Brief “Penguatan Ketahanan Pangan Nasional di Daerah 3T Berbasis Teknologi Digital”. BKP. Jakarta.
- Instruksi Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2020 tentang Penataan Ekosistem Logistik Nasional.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia nomor 26 tahun 2012 tentang cetak biru pengembangan sistem logistik nasional sistem ekosistem logistik nasional melalui Indonesia National Single Window (INSW).
- Saragih, B. 2018. Revolusi Kehilangan dan Pemborosan Pangan. PATPi dan Interlude. Yogyakarta.
- _____. 2020. Kebutuhan Pangan dan System Logistik Pangan. *Virtual Discussion* Pokja Dewan Ketahanan Pangan 11 Juni 2020. Jakarta.
- Undang-Undang Nomor 18/Tahun 2012 tentang Pangan.

DIVERSIFIKASI PERTANIAN DAN KETAHANAN PANGAN PERTANIAN MASA DEPAN

Hadi Pranoto

Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Pentingnya Diversifikasi Pertanian

Ketersediaan lahan pertanaman yang sesuai untuk budidaya tanaman pangan saat ini mulai berkurang. Berkurangnya luasan lahan ini disebabkan oleh alih fungsi lahan baik untuk pemukiman, pembangunan infrastruktur, aktivitas pertambangan, dll. Keadaan ini perlu diatasi dengan cara melaksanakan budidaya tanaman yang intensif serta dengan menambah keragaman jenis tanaman. Intensifikasi pertanian secara ekologi lebih cenderung kurang berlanjut karena umumnya menggunakan pupuk dan pestisida anorganik. Sementara untuk polatanam campuran, di mana pada sepetak lahan ditanami beberapa jenis tanaman yang mampu bersimbiosis secara mutualisme akan menghasilkan produk yang beragam dan secara ekonomi lebih menguntungkan. Pada pola ini, pengaturan pola tanam, jenis tanaman yang ditanam bisa diatur disesuaikan dengan kebutuhan dan syarat tumbuh masing-masing tanaman yang dibudidayakan. Pola tanam seperti ini sering disebut sebagai bentuk diversifikasi pertanian dengan beberapa interpretasi, namun secara umum mengarah pada perbanyakannya jenis tanaman untuk meningkatkan produktivitas lahan. Sedangkan dari segi lahan, diversifikasi juga dapat membantu dalam kelangsungan lahan pertanian agar tetap produktif.

Diversifikasi pertanian adalah pengalokasian sumber daya pertanian ke beberapa aktivitas lainnya yang menguntungkan secara ekonomi maupun lingkungan (Ardana Singh, 2010). Sumber daya pertanian dapat berupa lahan pertanian, bangunan (kandang, lumbung, dan rumah tanaman) mesin pertanian, hingga input pertanian lainnya seperti pupuk. Diversifikasi dapat menuju kepada penanaman berbagai jenis tanaman dalam satu lahan, memelihara beberapa jenis hewan ternak dalam satu kandang, hingga pemanfaatan lahan untuk tujuan komersial seperti restoran yang menyajikan hasil pertanian (metode pemasaran *farm-to-table*). Diversifikasi pertanian diyakini dapat menjawab tantangan pertanian saat ini karena perubahan iklim membawa ketidakpastian cuaca sehingga variasi produksi dapat

menyelamatkan pendapatan petani. Diversifikasi pertanian lebih menekankan pada usaha meningkatkan hasil pertanian dengan cara memperbanyak jenis tanaman pada suatu lahan pertanian. Diversifikasi tanaman dilakukan agar pertanian tidak hanya menghasilkan satu jenis tanaman. Dari pengertian ini, diversifikasi tanaman dapat dianggap sebagai solusi untuk mengatasi masalah menurunnya luasan lahan produktif yang berdampak terhadap menurunnya jumlah produksi pertanian. Selain itu, diversifikasi pertanian sendiri adalah suatu usaha penganekaragaman jenis usaha atau tanaman pertanian untuk menghindari ketergantungan pada salah satu pertanian.

Banyak faktor yang mendukung terlaksananya diversifikasi ini. Faktor tersebut adalah manusia sebagai pelaksana dan alam sebagai sarana. Berdasarkan faktor-faktor ini maka diversifikasi tanaman dapat dilakukan dengan cara berikut:

1. Diversifikasi tanaman dengan pergantian jenis tanaman

Diversifikasi tanaman dengan pergantian jenis tanaman ini yang dilakukan untuk mengimbangi pemenuhan kebutuhan makanan pokok. Masyarakat Indonesia harus mulai mengubah kebiasaannya dalam mengonsumsi nasi/beras, dan beralih ke makanan pokok lainnya seperti jagung, ubi kayu (singkong), ubi jalar, sagu, talas, gandum, kentang, dan masih banyak lagi.

2. Diversifikasi tanaman dengan sistem tumpang sari

Diversifikasi pertanian dengan sistem tumpang sari yaitu melakukan sistem penanaman campuran dalam satu lahan produktif. Penggunaan tanaman lain di antara tanaman pokok sangat dianjurkan karena selain untuk menambah produksi tanaman, sistem tanam ini juga mampu membantu tanaman dalam menahan serangan hama dan juga ikut menambah unsur hara pada lahan.

3. Diversifikasi tanaman dengan menggunakan lahan pertanian yang berbasis hutan (agroforestri)

Penanaman tanaman yang berbeda-beda sangatlah dianjurkan dengan tetap menjaga keseimbangan alami hutan. Pohon-pohon pelindung sebaiknya tetap dipertahankan untuk menjaga kandungan air dalam tanah. Diversifikasi tanaman memang dilakukan dengan tujuan agar dapat memenuhi kebutuhan pangan bagi masyarakat. Namun dalam pelaksanaannya, diversifikasi tanaman ini diharapkan terus dan mampu menjaga keseimbangan alam dan mempertahankan lahan pertanian agar tetap produktif.

Tumpang Sari sebagai Bentuk Diversifikasi Pertanian yang Populer

Tumpang sari merupakan suatu usaha menanam beberapa jenis tanaman pada lahan dan waktu yang sama, yang diatur sedemikian rupa dalam barisan-barisan tanaman. Penanaman dengan cara ini bisa dilakukan pada dua atau lebih jenis tanaman yang relatif seumur, misalnya jagung dan kacang tanah atau bisa juga pada beberapa jenis tanaman yang umurnya berbeda-beda. Sistem tanam tumpang sari mempunyai banyak keuntungan yang tidak dimiliki pada pola tanam monokultur. Beberapa keuntungan pada pola tumpang sari yaitu akan terjadi peningkatan efisiensi (tenaga kerja, pemanfaatan lahan maupun penyerapan sinar matahari), populasi tanaman dapat diatur sesuai yang dikehendaki, dalam satu areal diperoleh produksi lebih dari satu komoditas, tetapi mempunyai peluang mendapatkan hasil manakala satu jenis tanaman yang diusahakan gagal dan kombinasi beberapa jenis tanaman dapat menciptakan beberapa jenis tanaman dapat menciptakan stabilitas biologis sehingga dapat menekan serangan hama dan penyakit serta mempertahankan kelestarian sumber daya lahan dalam hal ini kesuburan tanah (Warsana, 2009).

Pertanaman tumpang sari merupakan salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas lahan. Tumpang sari memiliki berbagai segi positif antara lain, risiko gagal panen diperkecil, kesinambungan hasil, efisiensi penggunaan lahan dan akhirnya pendapatan lebih stabil serta meningkat. Penanaman satu jenis tanaman secara terus menerus dapat menimbulkan kepenatan tanah, ketidakseimbangan unsur hara serta menyebabkan terjadinya peledakan hama dan penyakit (Rukmana, dkk., 2007).

Tumpang sari tanaman merupakan salah satu model penanaman tradisional di lahan kering. Dalam model ini, dua atau lebih spesies tanaman ditanam dalam waktu dan lahan yang sama. Model penanaman tumpang sari memiliki beberapa keuntungan yaitu: mengurangi risiko kegagalan panen, memperbaiki kesuburan, mengurangi terjadinya erosi dan meningkatkan pendapatan petani. Keuntungan lain mampu meningkatkan efisiensi penggunaan faktor lingkungan dan tenaga kerja, menekan serangan gulma dan penyakit. Selain itu dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air (Zuchri, 2007).

Pola sistem tumpang sari mengakibatkan terjadi kompetisi secara intraspesifik dan interspesifik. Kompetisi dapat berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman. Tetapi bagaimana sistem tumpang sari dapat meminimalkan kompetisi di antara tanaman atau dapat saling

mendukung untuk pertumbuhan dan produksi dan meningkatkan produktivitas per satuan luas lahan. Ketika dua atau lebih jenis tanaman tumbuh bersamaan akan terjadi interaksi, masing-masing tanaman harus memiliki ruang yang cukup untuk memaksimumkan kerja sama dan meminimumkan kompetisi. Dalam tumpang sari perlu dipertimbangkan berbagai hal yaitu pengaturan jarak tanam, populasi tanaman, umur panen tiap-tiap tanaman dan arsitektur tanaman (Herlina, 2011).

Sistem tanam tumpang sari secara keseluruhan mempunyai banyak keuntungan yang tidak dimiliki pada pola tanam monokultur. Beberapa keuntungan pada pola tumpang sari antara lain:

1. Terjadi peningkatan efisiensi (tenaga kerja, pemanfaatan lahan maupun penyerapan sinar matahari);
2. Populasi tanaman dapat diatur sesuai yang dikehendaki;
3. Dalam satu areal diperoleh produksi lebih dari satu komoditas;
4. Tetap mempunyai peluang mendapatkan hasil manakala satu jenis tanaman yang diusahakan gagal; dan
5. Kombinasi beberapa jenis tanaman dapat menciptakan beberapa jenis tanaman dapat menciptakan stabilitas biologis sehingga dapat menekan serangan hama dan penyakit serta mempertahankan kelestarian sumber daya lahan dalam hal ini kesuburan tanah.

Untuk mendapatkan kombinasi yang tepat dalam sistem tumpang sari banyak faktor yang harus diperhatikan, terutama persaingan antara tanaman yang dicampurkan, baik bagi pertumbuhan maupun dalam perkembangan tanaman. Berbagai bentuk interaksi antara tanaman dalam lingkungan pertanian sering diartikan sebagai kompetisi. Kompetisi terjadi apabila dalam suatu populasi terdapat persaingan yang berpengaruh terhadap faktor pertumbuhan seperti cahaya matahari, air, nutrisi, CO₂, dan gas lainnya. Penentuan komponen, baik jenis maupun varietas yang dikombinasikan amat penting karena penanaman secara bersama-sama dalam suatu komunitas maka setiap individu akan saling mempengaruhi sehingga akan terjadi interferensi. Interferensi ini dapat terjadi antartanaman dari spesies yang berbeda (*interspecies*) dan antarbagian dalam satu tanaman (*interplant*) (Suprapto, 2009).

Berdasarkan tempat/kondisi lahan penanamannya, tumpang sari dibedakan menjadi:

1. Tumpang sari pada lahan kering (tegalan)

Pada tumpang sari ini, palawija dapat ditanam secara monokultur atau tumpang sari. Alternatif pelaksanaannya: pertama, awal musim hujan, lahan

dapat ditanami palawija berumur pendek sebanyak satu kali. Penanaman dilakukan secara monokultur atau tumpang sari dengan saat tanam yang bersamaan. Saat akhir atau pertengahan musim hujan, lahan dapat ditanami palawija berumur pendek atau berumur panjang sebanyak satu kali tanam. Pelaksanaannya dilakukan secara monokultur atau tumpang sari dengan waktu tanam yang bersamaan. Alternatif kedua, pada awal musim hujan, lahan ditanami jagung. Kurang lebih 3 sampai 4 minggu sebelum panen, singkong ditanam di antara tanaman jagung.

2. Tumpang sari lahan sawah tadah hujan

Pada tumpang sari ini, palawija bisa ditanam secara monokultur atau tumpang sari. Ada dua alternatif untuk pelaksanaannya. Alternatif pertama, pada awal musim hujan sampai pertengahan musim hujan, lahan ditanami padi sebanyak satu kali. Pada akhir atau pertengahan musim hujan, lahan ditanami palawija secara monokultur sebanyak satu kali. Sedangkan alternatif kedua pada awal musim hujan, lahan ditanami padi sebanyak satu kali. Pada akhir atau pertengahan musim hujan sampai musim kemarau lahan dapat ditanami palawija secara tumpang sari. Tumpang sari dapat dilakukan dengan dua cara. Cara pertama adalah tumpang sari dua tanaman berumur pendek. Misalnya, jagung dengan kacang kedelai, kacang tanah atau kacang hijau. Pada metode ini waktu tanam dilakukan bersamaan. Demikian pula waktu panennya. Cara kedua dilakukan antara dua tanaman dengan umur berbeda, misalnya, ubi kayu dengan kacang tanah, kedelai atau kacang hijau. Metode ini waktu tanamnya bersamaan. Ketika tanaman yang berumur pendek sudah dipanen, singkong masih dibiarkan tumbuh sampai saatnya panen. Dengan cara ini, jarak tanam singkong harus lebih lebar.

3. Tumpang sari lahan sawah beririgasi

Tumpang sari dengan cara palawija ditanami secara monokultur dengan pola tanam sebagai berikut. Pada awal musim hujan sampai akhir musim hujan, lahan ditanami padi sebanyak dua kali tanam. Pada musim kemarau, lahan dapat ditanami palawija berumur pendek sebanyak satu kali.

4. Tumpang sari lahan rawa pasang surut

Tumpang sari dilaksanakan dengan cara sebelum ditanam palawija, lahan rawa harus diolah dengan sistem surjan. Pada sistem ini, sebagian lahan ditinggikan untuk ditanami palawija atau tanaman lain yang tidak tahan genangan air. Bagian yang lebih tinggi ini disebut guludan. Bagian yang lain,

dibuat lebih rendah untuk ditanami padi. Bagian yang rendah ini disebut tabukan. Perbandingan luas tabukan dan guludan pasang tertinggi. Bagian guludan tidak boleh dilampaui air. Sementara itu, permukaan tanah tidak lebih rendah dari lapisan pirit. Lapisan ini merupakan akumulasi bahan-bahan beracun sehingga bila terangkat ke permukaan akan sangat mengganggu pertumbuhan tanaman. Di lahan rawa, palawija juga ditanami secara monokultur atau tumpang sari (Zaifbio, 2014).

Jagung dan kacang tanah memungkinkan untuk ditanam secara tumpang sari karena kacang tanah termasuk tanaman C3, jagung tergolong tanaman C4 sehingga sangat serasi (Indriati, 2009). Jagung tergolong tanaman C4 dan mampu beradaptasi dengan baik pada faktor pembatas pertumbuhan dan produksi. Salah satu sifat tanaman jagung sebagai tanaman C4, antara lain daun mempunyai laju fotosintesis lebih tinggi dibandingkan tanaman C3, fotorespirasi dan transpirasi rendah, efisiensi dalam penggunaan air.

Tumpang sari jagung dan kacang tanah banyak dilakukan baik di dalam skala penelitian maupun dilaksanakan langsung oleh masyarakat. Pada sistem tumpang sari, faktor yang harus diperhatikan adalah faktor persaingan/kompetisi antartanaman, baik persaingan dalam mendapatkan sinar matahari maupun persaingan dalam mendapatkan unsur hara (*nutrient*). Persaingan tumpang sari antartanaman jagung dan kacang tanah dalam mendapatkan air maupun cahaya matahari berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif, di mana jarak tanam yang lebih lebar akan lebih memacu pertumbuhan tanaman dan semakin besar berat biomassa berarti semakin baik pula pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Adapun penggunaan jarak tanam rapat dalam pertanaman kacang tanah di antara jagung menyebabkan terjadinya kontak akar antarkacang tanah dan jagung sehingga terjadi kompetisi dalam perolehan hara tanah.

Lembo sebagai Bentuk Diversifikasi Pertanian pada Masyarakat Dayak Kalimantan Timur

Lembo merupakan kebun tradisional pada masyarakat Dayak yang terdiri dari berbagai jenis dan tingkat tumbuh-tumbuhan yang biasanya didominasi oleh jenis-jenis buah-buahan. Masyarakat suku Benuaq dan Tunjung (Tonyooi) menyebut kebun buah tradisional tersebut dengan istilah *simpukung* atau *munaan*, sedang suku Bentian menyebut lembo dengan nama *simpukung runukung*. Lembo umumnya diberi juga nama sesuai dengan nama pemilik seperti lembo ngasek, lembo kenai, lembo merang dll. Lembo merupakan warisan yang dijaga dan dikelola sampai saat ini, berupa kebun

hutan yang ditumbuhi pohon hutan dan pohon buah-buahan lokal Kalimantan. Penyebutan nama ini dimaksudkan untuk menjaga keunikan serta mengenang asal usul pemilik/pewaris agar lembo memiliki daya untuk dilestarikan. Menurut Pranoto (2019), hasil identifikasi jenis pohon buah lokal pada lembo di Kutai barat terdapat 13 jenis buah yaitu durian, kapul, rambutan hutan, keliwen, ihau, semayap, lungarai, siwo, langsat, kepayang, keledang dan cempedak (hasilnya diperjual belikan oleh masyarakat). Sedangkan untuk tanaman semusim berupa tanaman pangan (jagung dan padi ladang), tanaman sayuran, tanaman kacang-kacangan, tanaman rempah dan umbi-umbian.

Dari 13 jenis pohon lokal tersebut, durian dianggap sebagai komponen utama lembo. Hal ini terlihat dari penyebutan lembo oleh masyarakat yang disebut sebagai lembo durian. Pohon durian juga merupakan pohon dominan dengan jumlah rata-rata 2,7 per lembo. Kelompok *Durio Sp*, mengalami masa berbunga pada bulan Agustus-September. Dengan masa berbunga sampai panen membutuhkan waktu 3-4 bulan maka pada bulan November-Januari merupakan masa panen raya buah durian dan lai. Berdasarkan hasil wawancara panen bisa berlangsung sampai bulan Februari apabila pada saat waktunya berbunga tidak turun hujan (terjadi pergeseran musim hujan). Sedangkan golongan *Nephelium sp.*, berbunga pada bulan September-November dan panen raya bulan Februari-Maret, sedangkan *Mangeifera sp.*, dan *Artocharpus sp.* masa berbunga lebih awal dan panen pada bulan Oktober-Desember. Dengan pola seperti ini maka lembo dapat menyediakan buah hampir selama 6 bulan sepanjang tahun.

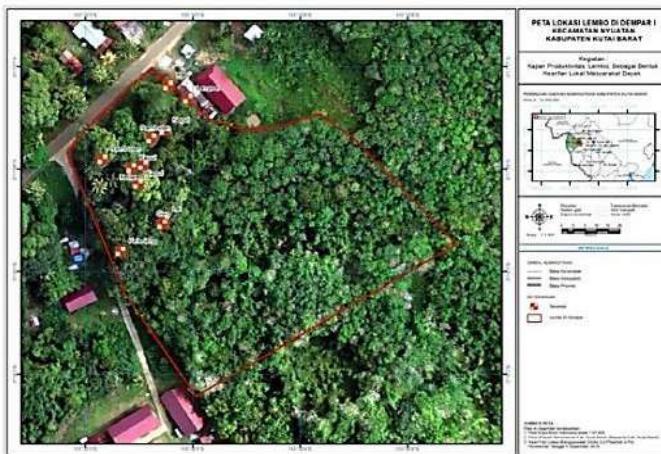
Mengacu pada iklim daerah tropis, di mana musim dibedakan menjadi musim penghujan dan musim kemarau, masa berbunga hampir semua pohon buah lokal pada lembo terjadi pada musim kemarau dan panen pada musim penghujan. Namun, di wilayah Kalimantan sebagai kawasan hutan tropika lembap, di mana curah hujan terjadi merata hampir sepanjang tahun sehingga tidak berpengaruh terhadap siklus pembungaan dan panen buah lokal. Buah lokal sudah sangat adaptif terhadap lingkungannya, dan ini terbukti selalu terjadi siklus pembungaan dan panen yang sama setiap tahun. Secara agronomis hal ini tidak merugikan karena menjamin terjadinya kelangsungan pohon buah, namun secara ekonomis sangat merugikan karena hampir semua buah hampir bersamaan masa panennya sehingga harga jual buah lokal bisa menurun/murah.

Lembo memiliki kerapatan pohon yang tinggi dan secara fenologi, pohon durian memiliki batang yang tinggi, tajuk/kanopi luas dan menutup sebagian besar basal area. Di bawah ini contoh gambar deskripsi lembo di

Kabupaten Kutai Barat Kalimantan Timur. Kerapatan pohon yang tinggi ini, secara agronomi tidak menguntungkan karena menghalangi sinar matahari masuk ke seluruh permukaan tanaman. Keadaan lembu umumnya lembap sehingga memungkinkan mudahnya perkembangan hama dan penyakit. Selain itu kelembapan dan curah hujan yang tinggi di wilayah ini menyebabkan kerontokan bunga dan buah. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Handayani (2016), yang menyatakan bahwa curah hujan yang tinggi menyebabkan menurunnya jumlah polinator sehingga jumlah bunga menurun.



Gambar 1. Deskripsi Lembo Intu Lingau



Gambar 2. Deskripsi Lembo Dempar

Diversifikasi Meningkatkan Ketahanan Pangan Petani

Bericara tentang masalah ketahanan pangan yang komprehensif maka kita harus merujuk pada tiga aspek cakupannya (FAO, 1996). Pertama, aspek ketersediaan (*availability*). Jumlah pangan yang tersedia harus mencukupi kepentingan semua rakyat, baik bersumber dari produksi domestik ataupun impor. Kedua, keterjangkauan (*accessibility*) baik secara fisik maupun ekonomi. Keterjangkauan secara fisik mengharuskan bahan pangan mudah dicapai individu atau rumah tangga. Sedangkan keterjangkauan ekonomi berarti kemampuan memperoleh atau membeli pangan atau berkaitan dengan daya beli masyarakat terhadap pangan.

Ketahanan pangan juga berarti ketersediaan pangan dan kemampuan seseorang untuk mengaksesnya. Sebuah rumah tangga dikatakan memiliki ketahanan pangan jika penghuninya tidak berada dalam kondisi kelaparan atau dihantui ancaman kelaparan. Ketahanan pangan merupakan ukuran kelentingan terhadap gangguan pada masa depan atau ketiadaan suplai pangan penting akibat berbagai faktor seperti kekeringan, gangguan perkapalan, kelangkaan bahan bakar, ketidakstabilan ekonomi, peperangan, dan sebagainya.

Salah satu langkah untuk mencapai ketahanan pangan nasional adalah melalui pengembangan pertanian berkelanjutan (*sustainable agriculture*). Pertanian berkelanjutan merupakan sebuah sistem pertanian yang mampu berlanjut untuk saat ini dan masa yang akan datang. Sistem ini dituntut mampu mengelola sumber daya untuk kepentingan pertanian dalam memenuhi kebutuhan manusia, sekaligus mempertahankan dan meningkatkan kualitas lingkungan serta konservasi sumber daya alam. Pertanian berkelanjutan dapat mendukung optimalnya pembangunan pertanian secara berkelanjutan.

Pembangunan pertanian berkelanjutan lebih menitikberatkan pada keadaan yang akan terjadi pada beberapa tahun ke depan, seperti kekurangan pangan akibat situasi ekonomi politik yang tidak menguntungkan dan ledakan penduduk yang luar biasa. Salah satu permasalahan yang menghambat pembangunan pertanian berkelanjutan adalah penyusutan lahan. Lahan pertanian terus berkurang sejalan dengan pertumbuhan jumlah penduduk. Pemanfaatan lahan marginal dan pengoptimalan produksi diharapkan bisa membantu menjadi solusi penyusutan lahan yang terus terjadi.

Referensi

- Anonym. 2014. http://polatanam_tumpang_sari_zaifbio2014
- Herlina. 2011. Kajian Variasi Jarak dan Waktu Tanam Jagung Manis dalam Sistem Tumpang Sari Jagung Manis (*Zea mays saccharata sturt*) dan Kacang Tanah (*Arachis hypogea L.*). Artikel. Program Pascasarjana Universitas Andalas, Padang.
- Rukmana, R.. 2007. *Botani Jagung* dalam Artikel Tani Muda.
- Singh, Aradhana (Lead Author); Lakhdar Boukerrou and Michelle Miller (Topic Editors). Diversification in Agriculture. In: Encyclopedia of Earth. Eds. Cutler J. Cleveland (Washington, D.C.: Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment). (Published in the Encyclopedia of Earth November 17, 2009; Retrieved February 22, 2010).
- Suprapto. 2006. *Bertanam Kacang Tanah*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Warsana. 2009. Introduksi Teknologi Tumpang Sari Jagung dan Kacang Tanah. BPTP Jawa Tengah.
- Zuchri, A. 2007. Optimalisasi Lahan Tanaman Kacang Tanah dan Jagung dalam Tumpang Sari Melalui Pengaturan Baris Tanam dan Perompesan Daun Jagung. *Embryo*, 4(2), 157-163

PEKARANGAN LESTARI SEBAGAI BENTUK PERTANIAN MASA DEPAN

Penny Pujowati

Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Tantangan dan Arah Pertanian Masa Depan

Sektor pertanian di Indonesia masih dihadapkan pada permasalahan pemenuhan kebutuhan pangan hingga saat ini, terutama di masa pandemik Covid-19. Jumlah penduduk Indonesia pada Desember 2020 sebesar 271.349.889 jiwa, sementara rata-rata laju pertumbuhan penduduk per tahun sebesar 1,25% (BPS 2021). Hal ini menggambarkan bahwa kebutuhan pangan akan terus meningkat seiring peningkatan jumlah penduduk Indonesia. Dampak pemanasan global memperparah permasalahan pemenuhan ketahanan pangan (*food security*), keamanan pangan (*food safety*) dan juga kedaulatan pangan (*food sovereignty*) yang gencar diupayakan oleh pemerintah. Pemanasan global mempengaruhi produktivitas tanaman melalui peningkatan suhu, pergeseran musim yang tidak menentu serta ledakan serangan hama dan penyakit. Selain itu, ketidakseimbangan produksi pangan pada masing-masing wilayah di Indonesia, distribusi pangan yang terbatas selama pandemik Covid-19, dan pola konsumsi pangan penduduknya turut berkontribusi dalam permasalahan pemenuhan kebutuhan pangan.

Pemenuhan kebutuhan pangan bagi penduduk Indonesia yang hidup dalam lingkungan masyarakat yang majemuk, memiliki keanekaragaman budaya, kearifan lokal, kondisi ekologis, dan potensi sumber daya pangan yang beragam maka strategi pengembangan pangan dapat diarahkan pada pengembangan potensi sumber daya pangan lokal. Program pengembangan pangan lokal yang menjadi strategi penyediaan pangan sangat sesuai dengan kondisi pandemik Covid-19. Akan tetapi, pengembangan pangan ini juga harus diiringi dengan pengembangan teknologi yang semakin modern di masa depan, dari pertanian konvensional menjadi *smart farming*.

Pertanian masa depan mempunyai peranan yang sangat strategis dalam menjawab berbagai tantangan yang muncul. Pertanian masa depan harus mampu berinovasi sesuai perkembangan teknologi Revolusi Industri 4.0. Orientasi sektor pertanian terus didorong untuk pengembangan dan peningkatan sistem pertanian dari hulu-hilir secara kreatif dan inovatif,

terutama pada penemuan dan pengembangan produk-produk pertanian inovatif yang ramah lingkungan (organik dan berkelanjutan). Pemanfaatan teknologi di bidang pertanian juga dapat berperan dalam meminimalkan dampak lingkungan dan risiko pertanian yang akan terjadi.

Dukungan Kebijakan Pemerintah

Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan telah mengamanatkan bahwa pemerintah dan pemerintah daerah berkewajiban mewujudkan panganekaragaman konsumsi pangan untuk memenuhi kebutuhan gizi masyarakat sesuai dengan potensi dan kearifan lokal guna mewujudkan hidup sehat, aktif, dan produktif. Upaya panganekaragaman pangan sebagaimana disebutkan dalam pasal 26 pada Peraturan Pemerintah Nomor 17 Tahun 2015 tentang Ketahanan Pangan dan Gizi, salah satunya dapat melalui optimalisasi pemanfaatan lahan. Badan Ketahanan Pangan (BKP) melalui Pusat Panganekaragaman Konsumsi dan Keamanan Pangan sejak tahun 2010 sampai dengan tahun 2019 telah melaksanakan Kegiatan Kawasan Rumah Pangan Lestari (KRPL). Dalam upaya memperluas penerima manfaat dan pemanfaatan lahan, pada tahun 2020 kegiatan KRPL berubah menjadi Pekarangan Pangan Lestari atau disingkat P2L. Kegiatan P2L dilaksanakan dalam rangka mendukung program pemerintah untuk penanganan daerah prioritas intervensi *stunting* dan/atau penanganan prioritas daerah rentan rawan pangan atau pemantapan daerah tahan pangan (BKP 2020).

Pendekatan-pendekatan yang dapat dilakukan dalam pemanfaatan pekarangan sebagai sumber penghasil pangan dalam memenuhi pangan dan gizi rumah tangga serta berorientasi pasar (*go to market*) untuk meningkatkan pendapatan rumah tangga, dapat dilakukan melalui pengembangan permakultura (*permaculture*), pertanian berkelanjutan (*sustainable agriculture*), pertanian organik, agroforestri, dan pertanian terpadu (*integrated farming*). Pilihan pendekatan pemanfaatan pekarangan yang diterapkan harus berbasis pemberdayaan masyarakat (*community engagement*).

Pengertian Pekarangan

Pekarangan adalah sebidang lahan yang berada di sekitar rumah dengan batas kepemilikan yang jelas dan memiliki ciri khas bangsa Indonesia. Pekarangan, dari sudut pandang ekologi, merupakan lahan dengan sistem yang terintegrasi dan mempunyai hubungan yang kuat antara manusia sebagai pemilik/penghuninya dengan tanaman, tumbuhan, ikan, satwa liar, dan hewan

yang diterakkannya (Arifin, 2013). Pekarangan dalam satu kawasan pemukiman memiliki potensi besar sebagai lahan produksi dan usaha pertanian. Selain itu, pekarangan juga memiliki beberapa fungsi lain selain fungsi produksi, yaitu fungsi sosial budaya, fungsi keindahan, fungsi pengendali iklim mikro, fungsi konservasi tanah dan air serta sumber plasma nutfah (Mugnisjah *et al.* 2009).

Fungsi produksi diperoleh dari berbagai tanaman di pekarangan (tanaman penghasil pati, buah-buahan, tanaman industri, sayuran, rempah-rempah, dan lain-lain), berbagai jenis ternak, ikan, lebah, dan lain-lain. Pekarangan dapat menghasilkan produksi untuk skala subsisten dan komersial, memberi tambahan pendapatan keluarga, khususnya di wilayah yang memiliki akses pasar yang baik. Produk pekarangan tersebut termasuk tanaman tahunan, yaitu pohon buah-buahan, juga kakao dan kopi, termasuk tanaman sayuran dan tanaman hias. Hasil penelitian terdahulu di Pulau Jawa diketahui penghasilan tambahan keluarga dari pekarangan bervariasi 1-7% (Arifin *et al.* 2004). Sementara, hasil penelitian yang dilakukan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Karang Mumus, Kalimantan Timur memperlihatkan bahwa pekarangan yang dikelola sebagai agrosilvopastura mempunyai nilai penerimaan dan pendapatan total terbesar dibandingkan dengan pekarangan agrisilvikultur, *agrosilvofishery*, dan *agrosilvopasturafishery* yaitu sebesar Rp.91.775.000,00/musim tanam dan Rp.77.538.690,00/musim tanam (Pujowati, 2016).

Fungsi sosial-budaya dari pekarangan dapat dilihat dari interaksi antarpemilik pekarangan untuk saling bertukar hasil tanaman dan bahan tanaman. Pekarangan memberikan status bagi pemilik di lingkungannya, menyediakan ruang untuk keindahan taman, tempat bermain bagi anak-anak, tempat bersosialisasi, dan sebagai tempat upacara keagamaan.

Pekarangan memiliki fungsi ekologis. Struktur keragaman tanaman secara vertikal dengan multi-strata merupakan miniatur dari hutan alam tropis yang berfungsi sebagai habitat bagi beragam tumbuhan dan satwa liar. Sistem produksi terintegrasi dari tanaman, ternak, dan ikan menghasilkan penggunaan yang efisien dalam penggunaan pupuk organik serta daur ulang hara dan menurunkan *runoff*. Pekarangan sebagai ruang terbuka hijau juga berperan menciptakan iklim mikro, konservasi tanah dan air (daerah resapan air), habitat berbagai satwa serta sumber plasma nutfah.

Struktur dan pola pemanfaatan pekarangan dipengaruhi oleh faktor lingkungan, ukuran luas lahan, dan faktor sosial-ekonomi pemiliknya. Pekarangan disebut kecil atau sempit jika memiliki luas ruang terbuka hijau

(RTH) $< 120 \text{ m}^2$. Pekarangan sedang memiliki luas pekarangan sama dengan 120 m^2 hingga 400 m^2 . Luas pekarangan besar berkisar mulai 400 m^2 sampai dengan 1000 m^2 . Pekarangan dengan luas lebih besar dari 1000 m^2 disebut pekarangan ekstra luas. Ukuran minimal (*the critical minimum size/CMS*) pekarangan untuk menjamin keberlangsungan proses produksi secara bio-fisik/ekologis dan dapat menyediakan lahan untuk lima strata tanaman yang dikenal sebagai keragaman vertikal serta delapan jenis kegunaan atau fungsi tanaman yang disebut sebagai keragaman horizontal, yaitu lahan pekarangan dengan luas minimal 100 m^2 (Arifin 2013).

Luas lahan pekarangan milik petani di DAS Karang Mumus yang diperoleh dari proyek transmigrasi (1972) dengan luas awal masing-masing 2.500 m^2 per kepala keluarga, dengan adanya sistem bagi waris (*heritage system*), luas lahan pekarangan yang ada menjadi bervariasi, antara 1.000 - 2.500 m^2 dengan rata-rata luas lahan pekarangan sebesar 2.160 m^2 (2013). Luas pekarangan antara 1.000 - 2.500 m^2 termasuk dalam klasifikasi luasan lahan pekarangan yang sangat besar, yaitu lebih dari 1000 m^2 (Pujowati 2016).

Hasil penelitian di DAS Karang Mumus, Kalimantan Timur menunjukkan bahwa pola pengelolaan pekarangan yang dilakukan oleh petani memiliki fungsi yang spesifik sebagai agroforestri kompleks mengingat ukuran pekarangan yang masih sangat besar, rata-rata luas lahan pekarangan sebesar 2.160 m^2 (Tabel 1). Hal ini dapat dilihat dari kombinasi komponen penyusun pekarangan tersebut. Pemilihan jenis tanaman yang dibudidayakan di DAS Karang Mumus berdasarkan keperluan subsisten dan komersial. Pekarangan adalah suatu sistem usaha tani tradisional yang merupakan perpaduan yang harmonis antara tanaman tahunan dengan tanaman pangan di sekitar rumah (Affandi 2002). Keragaman tanaman yang ada di pekarangan DAS Karang Mumus lebih dipengaruhi oleh pola aktivitas penanaman yang tinggi mengingat mayoritas penduduk Etnis Jawa merupakan warga transmigran yang memiliki latar belakang pekerjaan sebagai petani.

Pemilihan tanaman hias untuk tujuan estetika, berdasarkan warna daun dan bunga yang menarik serta bentuk daun dan arsitektur tanamannya yang unik. Pekarangan yang memiliki jenis tanaman tahunan berupa kelapa yang erat kaitannya dengan budaya masyarakat Jawa sebanyak 79,2%. Pekarangan ini juga memiliki 66,7% hewan ternak (ayam dan bebek (62,5%), burung dara (4,2%), dan kambing (4,2%)) serta 20,8% memiliki ikan. Keragaman jenis tanaman di lokasi penelitian meliputi 36 jenis tanaman tahunan, 28 jenis tanaman hias, 19 jenis tanaman semusim, dan 15 jenis tanaman rempah dan obat-obatan.

Struktur tanaman di dalam pekarangan terbagi atas struktur horizontal dan vertikal. Secara horizontal tanaman diklasifikasikan dalam 8 (delapan) kategori sesuai dengan fungsinya, yaitu tanaman ornamental, tanaman buah-buahan, sayur-sayuran, obat-obatan, bumbu-bumbuan, penghasil pati/karbohidrat, tanaman industri, dan tanaman fungsi lainnya seperti untuk kayu bakar, kerajinan, dan pakan ternak. Secara vertikal, tinggi tanaman dibagi dalam 5 (lima) strata. Strata pertama adalah tanaman rendah dengan ketinggian kurang dari 1 meter, strata dua untuk ketinggian 1-2 meter, strata tiga untuk ketinggian 2-5 meter, strata empat untuk ketinggian 5-10 meter, dan strata lima untuk ketinggian lebih dari 10 meter (Gambar 1).

Stratifikasi tajuk tanaman tersebut dapat melindungi tanah dari pengaruh mekanis sinar matahari dan air hujan sehingga dapat mengurangi erosi dan pencucian mineral dari lapisan tanah, di samping tumbuhan dapat memanfaatkan sinar matahari seefisien mungkin. Selain itu, adanya stratifikasi tajuk tanaman juga mempengaruhi iklim mikro.

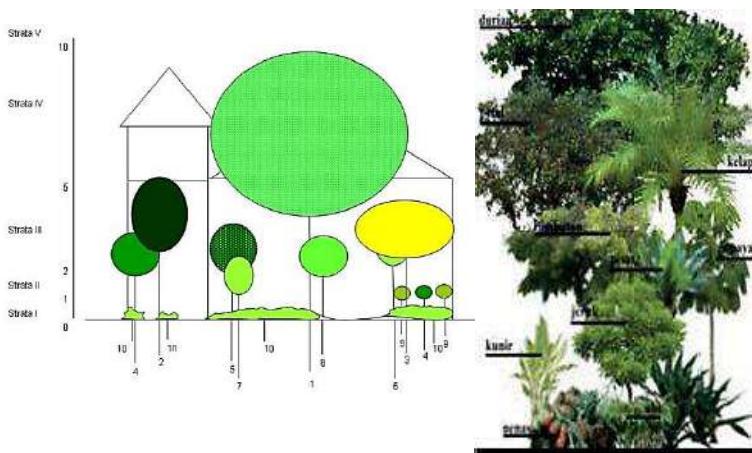
Pengelolaan pekarangan, khususnya di wilayah Kalimantan Timur harus dilakukan secara terintegrasi berdasarkan kompleksnya komponen penyusun pekarangan yang dikelola oleh masyarakat. Pekarangan harus menjadi sentra bagi anggota rumah tangga untuk mengambil hasilnya yang kemudian dimanfaatkan untuk pemenuhan kebutuhan pangan.

Tabel 1. Pola Pengelolaan Pekarangan Etnis Jawa di DAS Karang Mumus

No	Pola pengelolaan	Percentase (%)	Komponen penyusun
1.	Agrisilvikultur	20,8	Kehutanan: tanaman tahunan; pertanian: tanaman semusim, hias, rempah dan obat-obatan
2.	Agrosilvopastura	58,3	Kehutanan: tanaman tahunan; pertanian: tanaman semusim, hias, rempah dan obat-obatan; peternakan: ayam, bebek, burung dara, dan kambing
3.	<i>Agrosilvofishery</i>	12,5	Kehutanan: tanaman tahunan; pertanian: tanaman semusim, hias, rempah dan obat-obatan; perikanan: nila dan lele
4.	<i>Agrosilvopasturafishery</i>	8,4	Kehutanan: tanaman tahunan; pertanian: tanaman semusim, hias, rempah dan obat-obatan; peternakan: ayam dan bebek; perikanan: nila, lele, dan patin
Jumlah		100,0	

Pekarangan Lestari sebagai Bentuk Pertanian Masa Depan

Pekarangan lestari atau berkelanjutan diperlihatkan berdasarkan hubungan antara ranah wilayah bio-fisik/agro-ekologis dan sosial-ekonomi-budaya. Kesamaan kedua ranah tersebut menunjukkan bahwa secara ideal pekarangan yang berkelanjutan dalam *bio-region* dapat mencerminkan suatu sistem lahan yang dapat memberi kemandirian masyarakat dalam perbanyakannya; pemenuhan bahan pangan/pakan, sandang dan papan; dan pengelolaannya (Arifin 2013). Pada skala mikro, tingkat pemilikan lahan dan struktur penggunaan lahan, seperti penutupan/penggunaan lahan, akses terhadap lahan dan transformasinya diduga dapat mendukung fungsi-fungsi pekarangan saat ini dan masa yang akan datang.

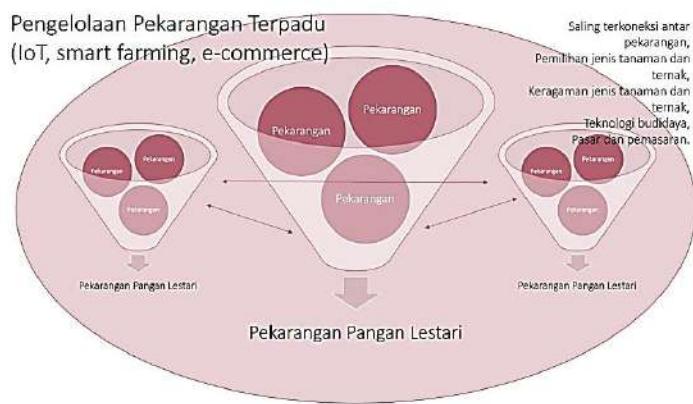


Gambar 1. Ilustrasi Vertikal dengan Multi Strata Tanaman pada Struktur Pekarangan

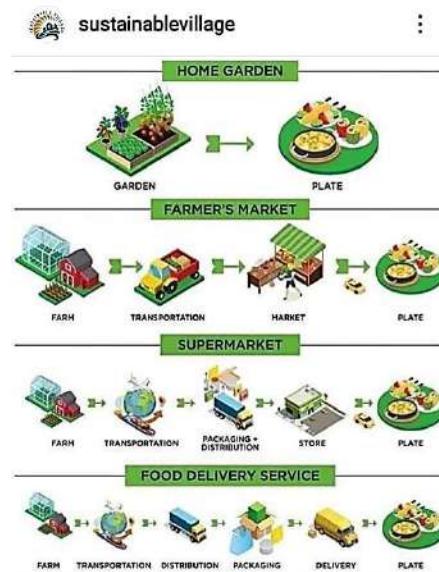
(Mugnisjah *et al.*, 2009; Arifin 2013)

Konsep pengelolaan pekarangan terpadu (Gambar 2) tidak hanya dari komoditas penyusun pekarangan, tetapi juga dikelola secara terpadu bersama antarpekarangan pada suatu kawasan hingga terbentuk kawasan yang berkelanjutan, dengan tetap memperhatikan penggunaan lahan lainnya dalam kawasan tersebut. Kelestarian/keberlanjutan pekarangan perlu didukung oleh tersedianya benih dan bibit melalui kebun bibit desa, input media tanam dan pupuk organik dari sumber daya alam sekitar, pengendalian hama dan penyakit terpadu serta pemanfaatan teknologi *smart farming* maupun *precision farming* berdasarkan zona agro-ekologisnya, *internet of think (e-commerce* untuk mendukung pemasaran produk pekarangan).

Praktik-praktik pengelolaan pekarangan sebagai bentuk pertanian masa depan semakin giat dikembangkan, baik pada pekarangan perdesaan maupun pekarangan perkotaan. Beberapa contoh praktik pemanfaatan pekarangan dapat dilakukan dengan budidaya hidroponik di pekarangan, budidaya ikan dalam ember, budidaya lebah trigona, vertikultur, *green roof garden*, *hanging garden*, *wall garden*, *balcony garden*, optimalisasi dan fasilitasi alat dan mesin pertanian serta pengelolaan limbah organik.



Gambar 2. Konsep Pengelolaan Pekarangan Terpadu



Gambar 3. Gambaran Rantai Pemanfaatan Produk dari Pekarangan

Penganekaragaman konsumsi pangan yang bergizi, berimbang, dan aman berbasis sumber daya lokal dapat segera diperoleh dari pekarangan, hingga produk segar dari pekarangan tersebut tersaji di meja makan tanpa memerlukan rantai transportasi, pengemasan, dan pemasaran yang cukup panjang (Gambar 3). Selain itu, kontribusi pekarangan cukup berarti pada sumbangan Vitamin A dan Vitamin C, sebagaimana dijelaskan bahwa produksi pekarangan berkontribusi menyediakan 137,8 kkal energi (1,97%), 4,0 g protein (2,0%), 158,0 IU (12,5%) dan 40,2 mg Vitamin C (23,70%) per keluarga. Juga diketahui kontribusi zat gizi dari pekarangan terhadap *recommended dietary allowance* (RDA) adalah 1,89% energi, 1,92% protein, 12,39% Vitamin A, dan 23,63% Vitamin C (Arifin, 2013). Dengan demikian, pemanfaatan pekarangan lestari sebagai bentuk pertanian masa depan akan sangat mendukung program penanganan daerah prioritas intervensi *stunting* dan rentan rawan pangan.

Referensi

- Affandi. 2002. *Home Garden: Sebagai Salah Satu Sistem Agroforestri Lokal*. 2002 digitized by USU digital library.
- Arifin HS, Chozin MA, Sarma M and Sakamoto K. 2004. *The Farming System of Indonesian Home Garden (Pekarangan) in Cianjur Watershed, Cinanjur District, West Java*. Proceeding of the 3rd Seminat toward Harmonization between Development and Enviromental Conservation in Biological Production-JSPS & DGHE, Serang-Banten, Indonesia.
- Arifin HS. 2013. *Pekarangan Kampung untuk Konservasi Agro-Biodiversitas dalam Mendukung Penganekaragaman dan Ketahanan Pangan di Indonesia*. Bogor.
- BKP. 2020. *Petunjuk Teknis Bantuan Pemerintah Kegiatan Pekarangan Pangan Lestari (P2L) Tahun 2020*. Kementerian Pertanian. Indonesia. <http://bkp.pertanian.go.id/storage/app/media/Bahan%202020/JUKNIS%20P2L%20TAHUN%20ANGGARAN%202020.pdf>. 10 Maret 2021.
- BPS. 2021. *Hasil Sensus Penduduk 2020*. Jakarta.
- Mugnisjah WQ., Nurfaida, dan Pujoawati, P. 2009. *Evaluasi Pekarangan sebagai Sistem Agroforestri dan Permakultura*. Prosiding Penelitian-Penelitian Agroforestri di Indonesia. Bandar Lampung. hlm 189-206.
- Pujoawati P. 2016. *Karakteristik Pekarangan Etnis Jawa untuk Mendukung Ketahanan Pangan Masyarakat di DAS Karang Mumus Kalimantan*

Timur. Ziraa'ah. ISSN ELEKTRONIK 2355-3545. Volume 41
Nomor 1. hlm 137-144.

https://www.bps.go.id/website/materi_ind/materiBrsInd-20210121151046.pdf. 06 Juli 2021.

BAGIAN 3

KEAMANAN DAN PANGAN FUNGSIONAL

PRAKTIK MENCENGANGKAN PELAKU USAHA PANGAN

Sulistyo Prabowo

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Pendahuluan

Pangan merupakan kebutuhan primer yang tidak bisa tidak harus dipenuhi. Salah satu tanda kehidupan makhluk hidup adalah ia membutuhkan pangan. Seperti yang terjadi saat ini, dalam kondisi pandemi Covid-19 ketika diperlakukan pembatasan kegiatan maka bisa dipahami bahwa dengan tinggal di rumah saja, kebutuhan yang lain masih bisa dikesampingkan, namun tidak dengan pangan. Selain pangan, yang lain masuk dalam kebutuhan sekunder atau sampingan.

Dalam perkembangan pemenuhan kebutuhan pangan, manusia mampu melakukan berbagai inovasi dan kreasi sehingga kebiasaan manusia pra sejarah sebagai pengumpul makanan (*food gatherer*) lama-lama berubah sesuai dengan kondisi dan tuntutan peradaban. Untuk memenuhi kebutuhan pangan bagi populasi yang semakin banyak dengan mobilitas yang tinggi, sementara daya dukung lingkungan yang terbatas dan musim yang tidak menentu, kebiasaan tersebut mulai berubah menjadi upaya budidaya yang lebih menghasilkan secara mandiri (*food producer*).

Makan, sebagai aktivitas manusia untuk memasukkan bahan pangan ke dalam tubuh, tidak lagi sekedar menghilangkan rasa lapar. Saat ini seni menyajikan makanan menjadi ilmu tersendiri yang semakin populer. Beragam acara kuliner di media massa dan media sosial memenuhi ruang publik. Tidak terbatas pada cita rasa yang mengundang selera, bahkan makanan sekarang ditujukan mempunyai manfaat terhadap kesehatan dan kebugaran. Pangan fungsional menjadi topik dan kurikulum baru yang diajarkan di mana-mana. Demikian pesatnya perkembangan ilmu pangan dengan segala aspek kajiannya.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan mendefinisikan keamanan pangan sebagai “kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah pangan dari kemungkinan cemaran biologis, kimia, dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan manusia serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan, dan budaya masyarakat sehingga aman untuk dikonsumsi”. Lebih

lanjut, hal ini diuraikan dalam bab VII yang memuat 28 pasal mulai dari pasal 67 sampai 95 yang dibagi dalam delapan bagian yang meliputi: Bagian Umum (pasal 67-69), Sanitasi Pangan (pasal 70-72), Pengaturan Bahan Tambahan Pangan (pasal 73-76), Pengaturan Pangan Produk Rekayasa Genetika (pasal 77-79), Pengaturan Iradiasi Pangan (pasal 80-81), Standard Kemasan Pangan (pasal 82-85), Jaminan Keamanan dan Mutu Pangan (pasal 86-94) dan Jaminan Halal Bagi Yang dipersyaratkan (pasal 95). Dalam penjelasan pasal-pasal tersebut juga dinyatakan sudah cukup jelas. Artinya, instrumen yang mengatur perihal pangan yang baik dan sehat bagi masyarakat sudah diberikan oleh negara melalui undang-undang yang berlaku.

Masyarakat Indonesia menurut UNESCO disebutkan menempati urutan kedua dari bawah soal literasi dunia, artinya minat baca sangat rendah. Menurut data tersebut, minat baca masyarakat Indonesia sangat memprihatinkan, hanya 0,001%. Artinya, dari 1.000 orang Indonesia, cuma 1 orang yang rajin membaca. Riset berbeda yang dilakukan oleh Central Connecticut State University bertajuk *World's Most Literate Nations Ranked*, Indonesia dinyatakan menduduki peringkat ke-60 dari 61 negara soal minat membaca, persis berada di bawah Thailand (59) dan di atas Bostwana (61). Untuk menambah kuat fakta ini, satu lagi survei yang dilakukan *Program for International Student Assessment* (PISA) yang dirilis Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) pada 2019 menempatkan Indonesia pada rangking ke-62 dari 70 negara berkaitan dengan tingkat literasi atau berada 10 negara terbawah yang memiliki tingkat literasi rendah. Padahal, dari segi penilaian infrastruktur untuk mendukung membaca, peringkat Indonesia berada di atas negara-negara Eropa.

Literasi merupakan tingkat kedalaman seseorang memahami dan mengumpulkan referensi untuk menyikapi suatu obyek. Rendahnya tingkat literasi menyebabkan masyarakat cenderung hanya ingin melakukan hal-hal pragmatis meskipun dampaknya tidak baik, dibandingkan mengikuti aturan yang sedikit ribet namun tujuannya baik. Implikasinya bisa dilihat pada tingkat kepatuhan terhadap aturan.

Seperi halnya peraturan-peraturan yang lain, implementasi UU di masyarakat masih belum begitu memuaskan. Bahkan tidak jarang muncul anekdot bahwa peraturan dibuat untuk dilanggar. UU Pangan pun tidak terlepas dari fenomena ini. Tulisan ini memaparkan beberapa praktik yang dilakukan oleh pelaku usaha pangan yang penulis temui ketika melakukan audit dalam proses sertifikasi halal maupun informasi dari media yang patut menjadi perhatian kita semua.

Penggunaan Bahan Kimia Berbahaya

Penggunaan bahan kimia berbahaya yang bukan diperuntukkan sebagai bahan tambahan pangan (BTP) masih banyak dilakukan terutama untuk produk pertanian yang cepat rusak. Bahan berbahaya adalah bahan kimia baik dalam bentuk tunggal maupun campuran yang dapat membahayakan kesehatan dan lingkungan hidup secara langsung atau tidak langsung yang mempunyai sifat racun, karsinogenik, teratogenik, mutagenik, korosif dan iritasi. Mudah didapat, harga murah dan dosis pemakaian yang sedikit namun ‘memberikan hasil yang memuaskan’ adalah alasan terbanyak digunakannya bahan ini. Pengetahuan terbatas dan praktik turun-menurun juga merupakan alasan mengapa bahan tersebut terus ditemukan penggunaannya.

Tabel 1. Bahan Kimia Berbahaya yang Seringkali Disalahgunakan dalam Produk Pangan

Bahan Kimia	Penyalahgunaan Produk	Ciri-ciri
Formalin	 Tahu, mi basah, ikan segar, ikan asin.	Tekstur makanan lebih kenyal, tidak mudah hancur, lebih tahan lama, ada aroma yang cukup menyengat.
Borak/bleng/pijer	 Mi basah, bakso, lontong, kerupuk gendar.	Tekstur makanan lebih kenyal, untuk mi basah: lebih mengkilap, tidak mudah putus, tidak lengket, kerupuk: lebih renyah.
Rhodamin B	Kerupuk merah, terasi, sirup dan arumanis berwarna merah	Warna merah mencolok, rasa pahit, jika dipegang warna merah akan menempel di kulit.

Bahan Kimia	Penyalahgunaan Produk	Ciri-ciri
		
Kuning Metanil	kerupuk berwarna kuning, mi basah, tahu kuning.	warna kuning mencolok, rasa pahit, jika dipegang warna kuning akan menempel di kulit.

Sumber: BPOM, 2021

Formalin merupakan bahan kimia ‘favorit’ yang paling murah meriah. Formalin termasuk kelompok aldehid dengan rumus kimia HCHO, biasanya berbentuk larutan yang tidak berwarna dan berbau sangat menyengat. Di dalam larutan formalin terkandung sekitar 37% formaldehid dalam air. Sebenarnya formalin dipakai untuk mengawetkan mayat, membunuh kuman, pengawet kosmetika dan pengeras kuku serta perekat kayu lapis. Namun dalam industri pangan disalahgunakan beragam mulai dari pengawet ikan, daging, sampai produk olahan seperti mie, tahu, bakso dan sebagainya.

Bahan kimia lain berupa insektisida digunakan dalam proses pembuatan ikan asin yang dilakukan oleh nelayan dengan cara yang masih sangat sederhana. Setelah ikan datang, pembersihan dan pembelahan segera dilakukan. Sebelum digarami, ikan direndam terlebih dahulu dalam insektisida agar selama dalam penjemuran tidak dikerubuti lalat yang menyebabkan busuk. Di tempat lain, ketika menemukan lalat selama penjemuran, pengrajin ikan asin melakukan penyemprotan ikan tersebut menggunakan bensin.

Boraks merupakan senyawa dengan nama kimia natrium tetraborat yang berbentuk kristal lunak. Boraks digunakan untuk campuran pembuatan gelas dan enamel, pengawet kayu, salep kulit, campuran pupuk tanaman, mematri logam, pembasmi kecoak, antiseptik, campuran pembersih dan sebagainya. Dalam industri pangan boraks banyak digunakan untuk pembuatan mi basah, bakso, lontong, dan kerupuk gendar.

Pewarna kain Rhodamin B digunakan sebagai zat warna untuk kertas, tekstil (sutra, wol, kapas), sabun, kayu dan kulit; sebagai reagensia di laboratorium untuk pengujian antimimon, kobal, niobium, emas, mangan, air raksa, tantalum, talium dan tungsten; untuk pewarna biologik. Kuning metanil selain digunakan sebagai pewarna tekstil dan cat; juga digunakan sebagai indikator reaksi neutralisasi (asam-basa). Pelaku usaha pangan menyalahgunakan untuk membuat kerupuk, tahu, minuman limun, arumanis dan sebagainya. Nasi kuning yang merupakan makanan tradisional, sekarang tidak lagi identik dengan penggunaan kunyit dalam pembuatannya, namun seringkali menggunakan pewarna makanan.

Praktik Higiene Sanitasi Buruk

Tidak dapat dipungkiri sebagian besar pelaku usaha pangan adalah industri rumahan yang tidak direncanakan dengan baik. Sebagian dari mereka adalah upaya untuk menyambung hidup dengan fasilitas seadanya. Jangankan untuk memperbaiki fasilitas produksi, untuk memastikan terus berproduksi saja sudah menjadi problem tersendiri.

Contoh kasus yang pernah penulis temukan adalah sebuah industri minuman yang dijajakan untuk anak sekolah dasar menggunakan air mentah dari PDAM sebagai bahan bakunya. Sementara standard air PDAM masih belum layak untuk langsung dikonsumsi. Selain itu penggunaan bahan kimia berbahaya untuk pewarna minumannya juga masih lazim.

Pelaku usaha tidak jarang merupakan penyewa rumah petak yang kondisi lingkungannya tidak mendukung penerapan higiene dan sanitasi yang baik bagi industri makanan. Tidak jarang juga meskipun rumah sendiri namun masih sangat sederhana. Fasilitas kamar mandi, WC dan dapur masih bercampur dalam ruang yang sempit. Kondisi rumah panggung dengan bagian bawahnya rawa yang sekaligus tempat pembuangan limbah cukup jamak ditemukan. Hal ini diperparah dengan kebiasaan pelaku usaha yang abai terhadap praktik kebersihan.

Penjualan Daging yang Tidak Jelas Sumbernya

Daging merupakan sumber protein yang sangat dianjurkan untuk memenuhi kebutuhan tubuh. Pemenuhan kebutuhan daging di pasar dilakukan oleh masyarakat secara mandiri dengan pengawasan dari pemerintah. Melalui program daging ASUH (Aman, Sehat, Utuh dan Halal) pemerintah berusaha menjamin kualitas daging yang diterima oleh konsumen.

Kepentingan pedagang untuk mendapatkan keuntungan selalu menjadi prioritas dalam usahanya. Demikian juga dalam distribusi daging hewan ternak yang sangat berisiko. Bagi pedagang yang curang, mereka tidak segan mengedarkan daging dari sumber yang tidak jelas dengan mengelabui pemeriksaan oleh petugas yang berwenang. Ayam tiren (bangkai) adalah contoh kasus yang paling sering ditemukan. Ayam pedaging termasuk jenis yang mudah mengalami stres dan kematian selama pengangkutan dari lokasi kandang ke tempat pemotongan. Ayam yang sudah mati dikategorikan sebagai bangkai yang tidak ASUH lagi untuk dikonsumsi. Bagi pedagang ini adalah kerugian besar jika harus dimusnahkan karena itu seringkali masih dijual dengan harga murah atau dimanipulasi melalui proses pengolahan.

Kasus lain adalah peredaran daging rusa atau yang dikenal dengan daging payau. Beredarnya daging ini secara bebas sebenarnya sudah menjadi tanda pelanggaran hukum karena payau termasuk hewan yang dilindungi. Hal lain, payau sering ditangkap dengan cara dijerat atau dipasang perangkap. Apakah hewan tersebut dalam keadaan sehat dan mati melalui proses penyembelihan yang pantas dan memenuhi kaidah ASUH? Tentunya tidak mudah untuk dijawab.

Sebagai daerah yang berbatasan dengan negara lain, wilayah Kalimantan Timur dan Kalimantan Utara tidak mudah untuk melakukan pengendalian distribusi barang ilegal. Penyaludungan daging dari negara jiran masih cukup marak, terlebih lagi dengan mahalnya harga daging di dalam negeri. Daging selundupan tersebut jelas sangat sulit untuk menelusuri aspek ASUH-nya.

Penggunaan Kemasan Plastik dalam Proses Panas

Beberapa pelaku usaha pangan merupakan usah turun-temurun yang berlangsung cukup lama. Praktik keseharian tersebut akhirnya dianggap sebuah kelaziman. Dalam pembuatan kerupuk, adonan dimasukkan ke dalam kantong plastik, kemudian direbus sampai matang dan mengeras. Setelah matang baru kemudian diangkat, ditiriskan dan didinginkan. Sebelum dilakukan pengiris, plastik dilepas dari adonan untuk dipakai lagi pada

adonan berikutnya, demikian dilakukan berulang kali. Proses perebusan yang berulang ini sangat memungkinkan terjadinya migrasi bahan kimia mikroplastik dari kemasan ke bahan makanan. Menurut penelitian, penggunaan plastik yang tidak sesuai persyaratan akan menimbulkan berbagai gangguan kesehatan karena dapat mengakibatkan pemicu kanker dan kerusakan jaringan pada tubuh manusia (karsinogenik).

Penggunaan Bahan Tambahan Pangan (BTP) Melebihi Ketentuan atau yang Kedaluwarsa

Penggunaan bahan tambahan pangan dalam industri pangan sudah tidak bisa dihindari lagi. Sesuai dengan tujuan penggunaan, beragam jenis BTP ditawarkan dan dengan mudah dapat dibeli di pasar. Sayangnya tidak semua BTP tersebut mencantumkan dengan jelas dosis dan cara penggunaannya. Penggunaan bahan penguat rasa misalnya, seringkali dituliskan secukupnya. Pemahaman makna secukupnya menjadi bias dan terserah kepada indera pengecap pengguna. Seorang pengrajin kerupuk amplang menggunakan bahan penguat rasa 12 bungkus dalam 1 kg tepung. Ketika ditanyakan alasannya dia tidak bisa menjelaskan. Konsumen yang membeli pun mungkin mengira rasa gurih karena semakin banyak menggunakan bahan ikan di dalamnya, padahal tidak demikian.

BTP sering dibutuhkan dalam jumlah yang sedikit karena itu kemasannya pun dibuat kecil. Sebagai konsekuensinya, banyak label dalam kemasan yang tidak mudah terbaca sehingga konsumen tidak terlalu memperhatikan isi label. Termasuk juga literasi konsumen yang masih kurang, terkadang tidak cermat melihat tanggal kedaluwarsa dari produk. Banyak pelaku usaha industri pangan rumahan yang abai terhadap permasalahan ini. Mereka hanya melihat bahwa kemasannya masih bagus dan tersegel rapat.

Pemenuhan Standar

Beragam standard dan panduan cara berproduksi yang baik telah diberikan kepada para pelaku usaha sebelum mendapatkan pengakuan baik berupa surat izin maupun sertifikat. PIRT, Laik Sehat, HACCP, sertifikat halal adalah beberapa untuk disebutkan. Dalam penerbitan dokumen tersebut, tidak terlepas dari upaya pemenuhan standar dan kriteria yang harus dilakukan oleh pelaku usaha. Sayangnya pemahaman pelaku usaha tentang sistem jaminan mutu masih terbatas pada tujuan dokumen surat, bukan pada penerapan sistem. Hal ini menjadikan mereka berjuang dengan segala cara

untuk mendapatkan sertifikat tersebut, namun setelah sertifikat didapat tidak bersemangat lagi melakukan kaji ulang terhadap sistem. Kondisi ideal yang ditemukan ketika diaudit tidak akan ditemukan lagi setelah masa berjalan sehingga banyak pelanggaran ketidaksesuaian yang tersisa.

Kesimpulan

Praktik pelaku industri pangan masih didominasi oleh kebiasaan dan pragmatisme dalam menjalankan usahanya. Beragam peraturan yang dikeluarkan oleh pemerintah sejatinya adalah melindungi konsumen dari dampak negatif produk yang tidak sesuai dengan ketentuan. Sayangnya masih banyak pelaku usaha yang tidak mematuhi aturan-aturan tersebut sehingga produk yang mereka hasilkan bisa jadi akan merugikan konsumen.

Penggunaan bahan berbahaya memang bisa jadi tidak spontan menimbulkan kerugian, namun dalam jangka panjang, akumulasi bahan berbahaya yang terbawa oleh asupan pangan dapat menimbulkan gangguan kesehatan karena penyakit degeneratif. Seperti yang disampaikan oleh Nabi Muhammad saw. lebih dari 14 abad yang lampau “perut adalah sumber penyakit”. Harvey W. Kellogg seorang peneliti di Amerika mendukung fakta tersebut dengan mengatakan bahwa 90 penyakit disebabkan faktor yang berhubungan dengan makanan.

Diperlukan upaya penyadaran dan penyebaran informasi yang lebih masif kepada masyarakat baik konsumen maupun produsen agar saling melindungi. Konsumen yang cerdas dan produsen yang bertanggung jawab adalah kunci pencegahan praktik-praktik yang tidak bertanggung jawab dalam industri pangan.

Referensi

- Karuniastuti, Nurhenu. 2013. Bahaya Plastik Terhadap Kesehatan dan Lingkungan. Forum Teknologi. Vol. 03 Nomor 1 Hal 6-14. Retrieved from <http://ejurnal.ppsdmmigas.esdm.go.id/sp/index.php/swarapatra/article/view/43>
- Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 472/Menkes/Per/V/1996 tentang Pengamanan Bahan Berbahaya Bagi Kesehatan

<http://puspaman.pom.go.id/bahan-berbahaya>. diakses 11 Juli 2021

<https://perpustakaan.kemendagri.go.id/?p=4661>. Tingkat Literasi Indonesia di Dunia Rendah, Ranking 62 Dari 70 Negara. diakses 11 Juli 2021

https://www.kominfo.go.id/content/detail/10862/teknologi-masyarakat-indonesia-malas-baca-tapi-cerewet-di-medios/0/sorotan_media
diakses 11 Juli 2021

<https://www.tribunnews.com/kesehatan/2021/05/11/bahaya-lontong-yang-dibungkus-dengan-plastik-jenis-ini-dapat-sebabkan-kemandulan-hingga-kanker>

PANGAN FUNGSIONAL DALAM SKENARIO NUTRISI BERTEKNOLOGI TINGGI

**Miftakhur Rohmah, Anton Rahmadi, Panggulu Ahmad Ramadhani Utoro dan
Maghfirotin Marta Banin**

Jurusran Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Pengantar

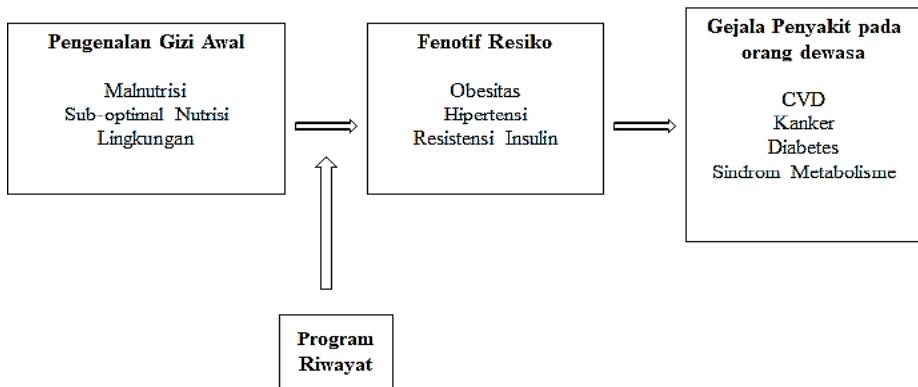
Berdasarkan WHO (1998, p. 2), *framework* pengembangan pangan fungsional di kawasan Asia terdiri dapat dilihat dari beberapa kriteria, yaitu: (1) mengacu pada transisi demografi, epidemiologi, nutrisi, dan institusi sosial; (2) Mengacu pada bukti-bukti empiris (*scientific evidence*); (3) mengacu pada praktik diet dan pangan tradisional sebagai asal-muasal formulasi produk-produk pangan; (4) mengacu pada estimasi nasional terkait kondisi kesehatan dan nutrisi, diet, produksi pangan, dan rekomendasi nutrien yang memperhatikan variasi antarkebiasaan-kebiasaan suku dan budaya nasional, (5) mengidentifikasi *under-nutrition* dan *over-nutrition*; (6) memperhatikan permasalahan dalam diet, yaitu dalam bidang kualitas, keamanan, dan rasa-aroma pangan yang disajikan; (7) mengidentifikasi pengetahuan lokal dan basis saintifiknya; (8) memformulasikan kajian intersektoral, utamanya pangan, pertanian, perdagangan dan bisnis, kesehatan, pendidikan, informasi, dan lingkungan; (9) memonitor dan memodifikasi perubahan-perubahan terkait produksi pangan dan perilaku masyarakat; dan (10) melakukan *assessment* terhadap efektivitas penerapan peraturan-peraturan terkait di tingkat keluarga dan rumah tangga.

Nutrisi dan Epigenetik

Pangan fungsional terkait dengan fungsinya dapat terbagi menjadi dua klaim: klaim fungsi nutrisi dan klaim fungsi kesehatan. Klaim fungsi nutrisi adalah komponen-komponen yang menggambarkan peran fisiologis nutrisi untuk pertumbuhan, perkembangan, dan fungsi normal tubuh. Klaim fungsi kesehatan dapat berupa pengurangan klaim risiko penyakit atau kondisi kesehatan tertentu. Epigenetika merupakan salah satu aspek yang dipengaruhi oleh pangan, yaitu modulasi upstream protein-protein sebagai akibat pangan yang dikonsumsi.

Epigenetika berarti studi tentang perubahan genetik dalam fungsi genetis yang terjadi tanpa perubahan urutan DNA. Dalam prinsip epigenetika, perubahan ekspresi gen terjadi tanpa perubahan urutan DNA, akan tetapi terjadi melalui mekanisme pembelahan sel. Jadi makna epigenetika secara keilmuan adalah studi regulasi aktivitas gen yang tidak bergantung pada urutan gen.

Pengaruh pangan fungsional terhadap epigenetika dapat dimulai sejak janin berkembang di dalam perut. Perubahan ekspresi genetik pada janin akan dipengaruhi oleh asupan nutrisi dan kondisi lingkungan yang ada. Ini berarti, ekspresi genetik akan mempengaruhi pemrograman sel, warna kulit, tinggi badan optimal, warna mata, pertumbuhan rambut, risiko obesitas, hipertensi atau diabetes di tingkat kehidupan sejak usia paling dini. Di kehidupan lebih lanjut, pengaruh pangan secara fungsional akan merefleksikan faktor risiko penyakit-penyakit degeneratif yang mungkin timbul. Jika seseorang mengonsumsi pangan yang banyak mengandung protein tergliksasi, seperti pada produk panggangan atau bakaran maka risiko terkena penyakit degeneratif akibat produk akhir glikasi protein (PAGP) pun akan meningkat, misalnya kanker, diabetes, kelebihan maupun sindrom metabolismik lainnya.



Gambar 1. Hipotesis Pengaruh Pangan terhadap Epigenetik dilihat dari Usia Manusia
(Rahmadi dan Bohari, Y, 2018)

Bahan pangan fungsional yang berkaitan dengan skenario nutrisi berteknologi tinggi dapat mencakup produk-produk dan komponen-komponen pangan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan, perkembangan, pemeliharaan dan kecerdasan manusia. Berdasarkan ilmu genetika dan epigenetika, nutrisi berteknologi tinggi dapat menjadi pembawa komponen-

komponen fungsional yang berhubungan dengan kecerdasan. Terdapat tiga dimensi kecerdasan yang dipengaruhi oleh pangan fungsional secara langsung, yaitu kecerdasan intelektual, emosional, dan mental.

Hubungan pangan fungsional dengan kecerdasan intelektual dapat dicontohkan dengan asam lemak tidak jenuh (*poly unsaturated fatty acid*, PUFA), misalnya linoleat, oleat, *eicosapentanoic acid* (EPA) dan *docosahexaenoic acid* (DHA). Komponen dalam pangan fungsional yang terdapat dalam sayuran seperti asam lipoat dapat meningkatkan daya tangkap pada memori temporer. Contoh lain adalah vitamin A (asam retinoat) yang berpengaruh dalam proses diferensiasi sel otak.

Hubungan pangan fungsional dengan kecerdasan emosional misalnya bahan pangan yang menyebabkan terjadinya penurunan asupan makanan atau restriksi kalori. Efek dari penurunan nafsu makan adalah perbaikan sensitivitas terhadap leptin. Sensitivitas leptin dan keseimbangannya dengan ghrelin dapat memunculkan efek dopamine yang lebih awal sehingga tubuh memiliki kemampuan menahan diri terhadap makan dalam jumlah yang lebih banyak. Pangan fungsional berpengaruh terhadap penurunan produksi hormon kortisol sehingga stres yang dialami di tingkat seluler akan menurun. Pangan fungsional akan menurunkan pengaruh negatif makanan beralkohol. Sebagai akibatnya, potensi depresi dan cepat emosi atau sumbu pendek akan berkurang.

Hubungan pangan fungsional dengan kesehatan mental dapat terdiri dari peranan pangan fungsional dalam membantu antioksidan glutation (GSH) dalam memproteksi tubuh dari stres tingkat seluler. Pangan fungsional membantu tubuh untuk *recovery* dari asupan yang tidak sehat yang dapat menimbulkan depresi atau stres. Nutrisi berteknologi tinggi memungkinkan penggunanya untuk terhindar dari protein yang tercemar prion. Mutasi prion yang diakibatkan oleh asupan pangan tidak sehat dapat menyebabkan kelainan-kelainan seperti *bovine spongiform encephalopathy* (BSE), Sharpie, dan Kuru. Nutrisi berteknologi tinggi diharapkan juga mampu mencegah timbulnya alergi dan autism sebagai akibat dari asupan makanan tertentu. Vitamin D merupakan salah satu tren saat ini, utamanya dikonsumsi dalam rangka meningkatkan kesehatan mental manusia.

Faktor Pendorong Penerapan Teknologi Tinggi bagi Pangan Fungsional

1. Sosio-Ekonomi

Faktor-faktor pendorong masyarakat dalam memanfaatkan nutrisi berteknologi tinggi di antaranya adalah (1) pendapatan masyarakat yang saat

ini sudah cukup tinggi; (2) persepsi masyarakat terhadap kesehatan tinggi; (3) kesadaran terhadap permasalahan lingkungan; (4) peraturan tentang pangan yang dapat melindungi konsumen.

Pendapatan masyarakat Indonesia saat ini berada dalam kategori *middle income*. Masyarakat telah mampu mengakses nutrisi berteknologi tinggi, dengan memperhatikan komposisi bahan aktif/fungsional yang berada di dalamnya. Selain itu, kelompok masyarakat dengan ekonomi tinggi semakin banyak sehingga kebutuhan akan nutrisi berteknologi tinggi diasumsikan meningkat di tahun 2035.

Persepsi masyarakat akan semakin baik termasuk kesadaran akan keamanan makanan di tahun 2035. Ini dibuktikan dengan permintaan nutrisi berteknologi tinggi yang semakin meningkat dan tuntutan akan proses pengolahan yang higienis dan sanitasi lingkungan yang semakin baik. Perbaikan fasilitas-fasilitas penyediaan nutrisi berteknologi tinggi seperti restoran tradisional dan konvensional, *fast food*, hingga penilaian reputasi penyedia pangan secara *crowd* menyebabkan adanya tuntutan penyediaan pangan yang semakin baik.

Masyarakat mempunyai kesadaran terhadap permasalahan lingkungan yang disebabkan secara langsung dan tidak langsung oleh penyediaan nutrisi berteknologi tinggi. Sebagai contoh, kampanye pengurangan konsumsi plastik, menyebabkan perubahan kemasan pada produk nutrisi berteknologi tinggi. *Over-exploitation* terhadap lingkungan dari produk-produk yang populer, seperti kelapa sawit dan hewan ternak, menyebabkan sisi hulu penyediaan nutrisi berteknologi tinggi juga perlu untuk berbenah.

Undang-undang pangan mengatur akan pangan, pangan olahan, penyedia pangan, klasifikasi pangan, dan hukum-hukum terkait pemenuhan pangan di masyarakat. Di tahun-tahun mendatang, boleh jadi terdapat perubahan peraturan yang menyebabkan nutrisi berteknologi tinggi akan semakin ketat untuk diatur. Aturan klaim dan keamanan pangan yang ada dapat melindungi konsumen dan akan selau disesuaikan dengan kemampuan penyediaan oleh industri atau dijalankan secara efisien.

2. Teknologi

Faktor pendorong dari sisi teknologi adalah tersedianya *aseptic packaging technology*, *UHT*, *pasteurization*, *nano production technology*, *non-thermal processing technology*, *microwave-ready food & packaging*, *improved low-oil frying technology*, *vacuum frying & boiling technology*, *starter culture fermentation*, *drying*, *milling*, dan *niche* yang spesifik untuk

produk tertentu. Sebagai contoh, UKM-UKM yang memproduksi *cracker* dapat memanfaatkan mesin-mesin seperti pengaduk otomatis dan spinner untuk mengurangi kadar minyak akhir pada produk, sekaligus mengurangi konsumsi minyak pada proses penggorengan. Contoh lain adalah ekstraksi sayuran dan buah-buahan dengan teknologi *microwave* tanpa penggunaan tambahan pelarut. Jus (*juice*) yang dihasilkan dan ampasnya dimanfaatkan secara efisien dalam produk-produk turunan.

Produk pangan hasil fermentasi tradisional pada umumnya dilakukan di tempat terbuka dan dengan menggunakan peralatan yang kurang higienis. Upaya peningkatan produk tersebut dapat dilakukan dengan mencegah pertumbuhan mikroba patogen, misalnya dengan menghindari kontak langsung dengan pekerja dan lingkungan, melakukan pasteurisasi, dan menerapkan sanitasi higienis dalam setiap penanganan pangan sesuai dengan *Good Manufacturing Procedure* (GMP).

Prinsip higiene dan sanitasi makanan melengkapi empat aspek, yaitu pekerja, bahan baku, peralatan, dan lingkungan tempat pengolahan. Untuk menghasilkan produk pangan hasil fermentasi lokal yang berkualitas tinggi, perilaku saniter dan higienis adalah faktor terpenting yang diaplikasikan dalam proses pengolahan, peralatan, lingkungan, dan pekerja. Upaya yang integratif perlu dilakukan di industri pengolahan pangan hasil fermentasi lokal untuk mencegah terkontaminasinya pangan oleh mikroba patogen dan pembusuk.

Selanjutnya, peningkatan kualitas proses fermentasi pangan lokal dapat dilakukan dengan perlakuan awal atau blansir yang berfungsi untuk menghilangkan senyawa non-nutrisi. Beberapa alkaloid dikenal sebagai penghambat pertumbuhan mikroba, termasuk dalamnya kultur pemula. Upaya lanjutan adalah penggunaan aerasi dan pengadukan dalam proses fermentasi berkelanjutan. Beberapa proses produksi juga menerapkan penambahan bahan tambahan pangan yang berfungsi sebagai media seleksi atau penghambat patogen.

3. Jenis Industri

Dilihat dari industri pangan fungsional yang terkait dengan nutrisi berteknologi tinggi, terdapat tiga pengategorian, yaitu: fungsi fisiologis atau penyakit, bahan baku, dan jenis produknya.

Fungsi Fisiologis atau Penyakit

Secara umum, fungsi fisiologis dan pengurangan terhadap penyakit dari nutrisi berteknologi tinggi dapat dibagi berdasarkan kelompok pangannya, yaitu karbohidrat, protein dan lemak serta vitamin dan mineral. Dalam kelompok pangan yang tinggi karbohidrat, jenis-jenis industri pada tahun 2035 yang berkembang dan bertahan adalah industri makanan khusus untuk anak-anak, manula, penderita diabetes, penderita alergi (gluten, kacang, dkk); makanan untuk olahragawan, penurun berat badan; makanan untuk manusia normal, energi dan pertumbuhan.

Pada katagori bahan karbohidrat yang memiliki manfaat kesehatan antara lain serat pangan yang berfungsi untuk menurunkan kolesterol darah, pencegahan obesitas, pencegahan penyakit kardiovaskular dan diabetes, pencegahan kanker kolorektal; fruktooligosakarida dan laktulosa untuk perbaikan fungsi saluran cerna dan kesehatan usus; pektin untuk mengurangi glukosa darah setelah makan, pencegahan kanker prostat dan peningkatan fungsi gastrointestinal; L-arabinosa berfungsi dalam penghambatan penyerapan sukrosa, pencegahan obesitas dan diabetes, peningkatan fungsi gastrointestinal; dan β -glucan yang berkontribusi pada pemeliharaan kadar kolesterol normal, peningkatan fungsi kekebalan tubuh.

Dalam kelompok pangan tinggi protein dan lemak, jenis-jenis industri yang diperkirakan akan tumbuh dan berkembang di 15 tahun ke depan adalah makanan khusus formulasi untuk anak-anak, *pra-stunting* dan *stunting*, manula; makanan kesehatan: penderita alergi protein, penderita ginjal, jantung, & fenilketonuria; makanan untuk manusia normal (pemenuhan kebutuhan protein); pemeliharaan tubuh dan pertumbuhan.

Pada katagori bahan asam amino, peptida, protein dan turunannya yang memiliki manfaat kesehatan antara lain L-Carnitine untuk menurunkan berat badan, pencegahan dan pengobatan penyakit Alzheimer serta peningkatan jumlah sel darah; taurin yang berfungsi untuk meningkatkan kinerja mental dan fungsi jantung; kasein fosfopeptida untuk meningkatkan kelarutan dan penyerapan mineral serta aktivitas imunomodulator; kolagen sebagai promosi kesehatan kulit, penghilang rasa sakit, dan peningkatan fungsi sendi pada pasien dengan osteoarthritis serta perbaikan gejala rheumatoid arthritis; dan lakoferin untuk mendukung sistem kekebalan tubuh.

Pada katagori bahan lemak dan asam lemak yang memiliki manfaat kesehatan antara lain lecitin untuk pencegahan gangguan kognitif dan demensia, penurunan kolesterol; phosphatidylserine untuk pengobatan gangguan kognitif yang berkaitan dengan usia, pencegahan dan pengobatan

penyakit Alzheimer, peningkatan kesehatan mental; DHA untuk pemeliharaan fungsi otak normal, pencegahan dan pengobatan penyakit Alzheimer, pemeliharaan penglihatan normal, pengobatan depresi, penurunan risiko degenerasi makula terkait usia; CLA (*conjugated linoleic acid*) untuk pencegahan obesitas, pencegahan kanker kolorektal; asam α -linolenat untuk pemeliharaan kadar kolesterol darah normal; dan asam γ -linolenat untuk pencegahan penyakit kardiovaskular.

Dalam kelompok pangan kaya akan vitamin dan mineral, industri nutrisi berteknologi tinggi akan berfokus pada makanan khusus formulasi untuk anak-anak, *pra-stunting* dan *stunting*, manula; makanan kesehatan: pre-kursor enzym, metabolism; makanan untuk manusia normal: kecukupan vitamin dan mineral, pemeliharaan tubuh dan pertumbuhan. Contoh-contoh hubungan fungsi fisiologis dengan nutrisi berteknologi tinggi dapat dilihat pada Tabel 1.

Pada katagori bahan mineral yang memiliki manfaat kesehatan antara lain kalsium yang berkontribusi pada fungsi otot dan tulang yang normal dan pemeliharaan gigi normal; zat besi untuk pencegahan dan pengobatan anemia, imunomodulasi; yodium yang berkontribusi pada fungsi tiroid, kognitif, dan sistem saraf yang normal; magnesium untuk pengobatan sembelit, pengurangan kelelahan, kontribusi pada fungsi kognitif, fungsi tulang dan gigi yang normal; Zinc untuk pengurangan durasi dan keparahan diare, aktivitas imunomodulator; serta selenium untuk pengurangan kolesterol darah, aktivitas imunomodulator, pencegahan kanker kolorektal dan lambung.

Pada katagori bahan vitamin yang memiliki manfaat kesehatan antara lain vitamin A untuk pencegahan kanker payudara, kontribusi pada metabolisme zat besi, kontribusi pada pemeliharaan penglihatan normal, aktivitas imunomodulator; vitamin B₁₂ untuk pengobatan hyperhomocysteinemia, kontribusi terhadap pemeliharaan fungsi kognitif, pencegahan dan pengobatan penyakit Alzheimer, aktivitas imunomodulator dan mengurai kelelahan; vitamin C untuk meningkatkan penyerapan zat besi, berkontribusi dalam pembentukan kolagen, pemeliharaan fungsi kognitif, penurunan tekanan darah, pencegahan dan pengobatan penyakit Alzheimer dan pencegahan kanker; vitamin D untuk pengobatan osteomalacia, pencegahan dan pengobatan raktitis, pencegahan dan pengobatan osteoporosis, pencegahan kanker, pencegahan obesitas, penyakit kardiovaskular dan pencegahan diabetes; serta vitamin E untuk perlindungan sel dari stres oksidatif, penurunan risiko degenerasi makula terkait usia, pencegahan dan pengobatan penyakit Alzheimer.

Tabel 1. Contoh-Contoh Hubungan Fungsi Fisiologis dengan Nutrisi atau Diet

Nutrisi/Diet	
Perkembangan Embrio	Folat Kolin Pembatasan Protein
Sel Induk	Butriat Asam Retinoat
Penuaan	Folat Pembatasan Kalori
Kekebalan Tubuh	Folat
Kanker	Genistein (-)-Epigallocatechin-3-gallate Curcumin dari rempah/bumbu
Kegemukan, Resistan Insulin	Diet Tinggi Lemak Methyl-deficient diet (defisiensi metil) Curcumin dari rempah/bumbu
Peradangan	Resveratrol AdoMet Methyl-deficient diet
Neurokognisi	Kolin

Sumber: Rahmadi, A & Bohari, Y. 2018.

Bahan Baku

Jenis-jenis industri pangan dalam skenario nutrisi berteknologi tinggi juga dapat di kelompokkan berdasarkan bahan baku yang kaya akan karbohidrat, protein dan lemak serta vitamin dan mineral. Kelompok industri pangan kaya karbohidrat dalam skenario nutrisi berteknologi tinggi akan mengambil sumber pangan dari biji-bijian, cerealia, sayuran dan buah, dan agar/*seaweed*. Kelompok industri pangan kaya protein dan lemak akan berfokus pada sumber bahan baku susu hewan dan turunannya, kedelai dan kacang-kacangan, daging hewan dan turunannya, *single cell microbe*, ekstrak albumin dan sejenisnya, *lipid equivalent* (seperti cocoa butter equivalent), dan pelarut organik untuk *flavor* tertentu. Kelompok industri pangan kaya vitamin dan mineral akan berfokus pada sumber bahan baku yang berasal dari sayuran dan buah-buahan, susu dan turunannya, telur dan turunannya, produk fermentasi, hati hewan, ekstrak mikroba, dan biji-bijian.

Jenis Produk

Kategori ketiga dari industri pangan fungsional yang terkait dengan nutrisi berteknologi tinggi adalah berdasarkan jenis produknya. Pengelompokan industri nutrisi berteknologi tinggi dapat dilihat dari kekayaan komposisi bahan, yaitu karbohidrat, protein dan lemak serta vitamin

dan mineral. Dari kelompok karbohidrat, jenis produk yang muncul dari industri nutrisi berteknologi tinggi dapat berupa *nutritious product* seperti *breakfast, weight management, sport high/low/maintenance energy product, snack bar*, beras dan turunannya, gandum dan turunannya, biji-bijian lain dan turunannya.

Dari kelompok protein dan lemak, industri nutrisi berteknologi tinggi dapat berupa industri *nutritious product* seperti *high protein content*. Industri *niche* nutrisi berteknologi tinggi dapat berkembang, misalnya untuk produk *low LDL, less trans lipid, less saturated lipid, less allergenic product, digested protein, (partial) hydrolyzed protein, peptide basedproduct*. Industri lain misalnya *fermented protein product* seperti *high phytochemical* (fenol, flavonoid, isoflavone), dan *fiber*.

Industri berteknologi tinggi dari kelompok yang terakhir yaitu vitamin dan mineral. Contoh produk yang muncul adalah makanan khusus, misalnya suplemen bentuk emulsi, sirup, roti, mentega atau derivat telur. Industri yang lain misalnya makanan fortifikasi dalam bentuk tepung dan turunannya, garam, dan *cooking oil*.

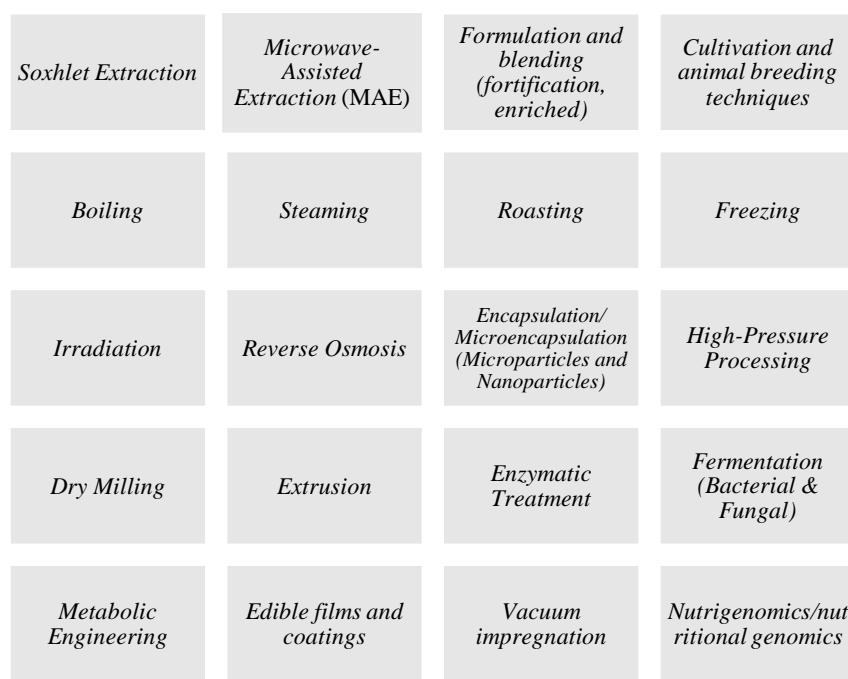
Makanan fungsional yang telah banyak dipasarkan memiliki beberapa katagori umum yaitu;

- Pangan konvensional mengandung senyawa bioaktif alami. Kelompok sayuran, buah-buahan, biji-bijian, susu, ikan, dan daging mengandung senyawa makanan bioaktif yang memberikan manfaat di luar nutrisi dasar. Contohnya adalah kandungan vitamin dan antioksidan dalam jus jeruk, isoflavon dalam makanan berbasis kedelai, dan prebiotik dan probiotik dalam yoghurt.
- Modifikasi pangan yang mengandung senyawa bioaktif melalui pengayaan atau fortifikasi, seperti asam lemak n-3 pada margarin dan telur.
- Bahan makanan yang disintesis, seperti karbohidrat yang tidak dapat dicerna dan memberikan manfaat prebiotik seperti oligosakarida atau pati resistan.

Pilihan Teknologi Tinggi untuk Pengolahan Pangan Fungsional

Pemilihan teknologi tepat guna untuk pengolahan pangan merupakan langkah penting dalam pengolahan konstituen bioaktif bahan baku pangan fungsional. Beberapa metode diketahui dapat digunakan untuk pengolahan bahan baku pangan fungsional dan mampu meningkatkan nilai bahan seperti metode *thermal processing* (*boiling, steaming, roasting*) dan metode

nonthermal seperti *freezing*. Metode tradisional seperti ekstraksi *soxhlet* umumnya digunakan di lingkungan penelitian kecil atau di tingkat Usaha Kecil Menengah (UKM). Kemajuan yang signifikan telah dibuat dalam pengolahan tanaman obat sebagai sumber pangan fungsional seperti metode ekstraksi modern yaitu *microwave-assisted* (MAE). Tujuan dari penggunaan teknologi tinggi yang tepat guna adalah untuk meningkatkan hasil dengan biaya lebih rendah. Pemilihan teknologi yang digunakan dalam proses memang menjadi kunci yang utama dalam pengolahan untuk pangan fungsional. Dilihat dari sumber dan nilai/harga dari bahan baku, ketersediaan bahan baku, dan tingkat kebutuhan akan pangan di masyarakat. Pilihan teknologi tinggi lainnya untuk pengolahan pangan fungsional disajikan pada gambar 2.

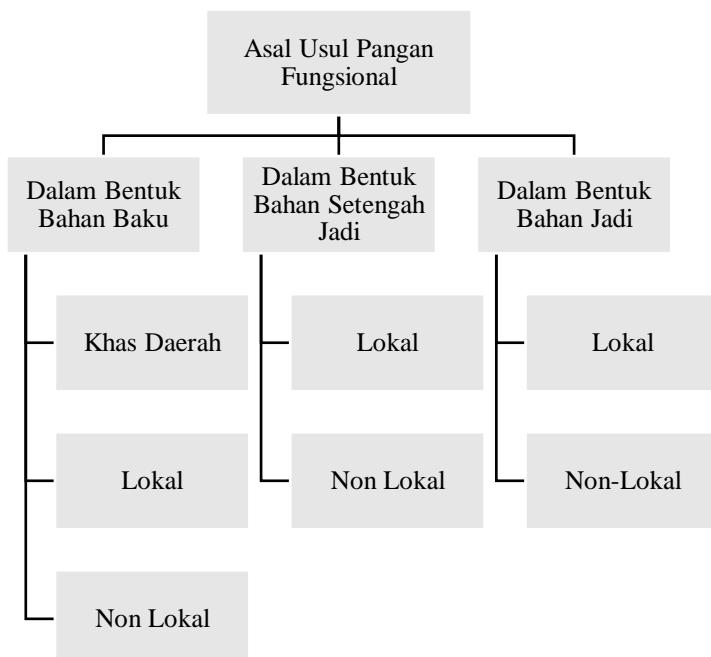


Gambar 2. Pilihan Teknologi Tinggi dalam Pengolahan Pangan Fungsional

Penentuan teknologi untuk pangan fungsional dapat dilihat dari beberapa aspek. Mulai dari aspek asal usul bahannya, aspek penggunaannya, aspek kuantitas bahan dan nilai jualnya, aspek teknologinya sendiri, dan aspek tahapan produksinya. Penentuan teknologi tinggi berdasarkan aspek-aspek tersebut disajikan dalam gambar skema.

Teknologi untuk Pangan Fungsional ditentukan dari Asal-Usul Bahannya

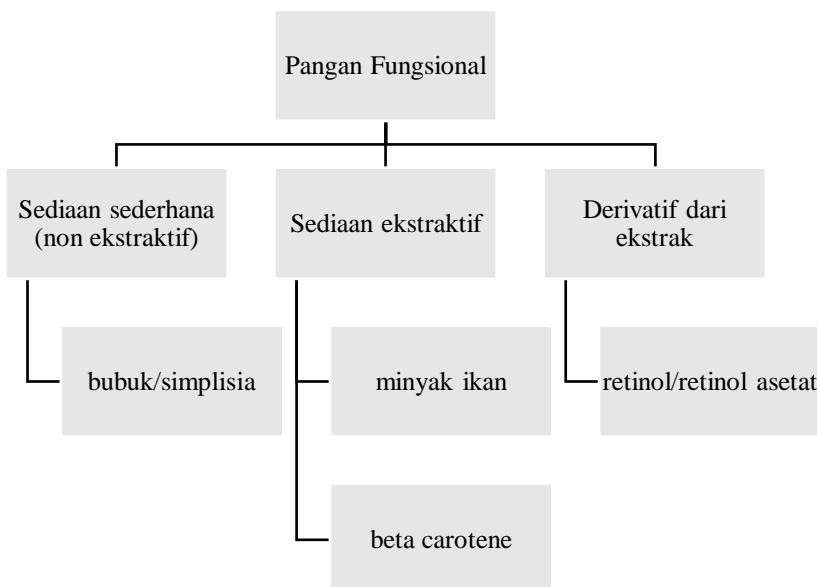
Penentuan teknologi untuk pangan fungsional dilihat dari cara pemerolehan bahan dibagi menjadi tiga jenis (dalam bentuk bahan baku, bahan setengah jadi, dan bahan jadi). Asal usul pemerolehan bahan ini penting untuk menganalisis berasal bahan untuk membuat pangan ini diperoleh. Misalkan bahan tersebut diperoleh dari bahan baku khas daerah tertentu. Kriteria ini penting untuk mengetahui karakteristik bahan karena setiap daerah memiliki kondisi demografi dan iklim yang berbeda. Berdasarkan kondisi tersebut, pemilihan teknologi yang tepat untuk melakukan pengolahan pangan fungsional harus dilakukan. Teknologi untuk penanganan produk dalam bentuk bahan baku, bahan setengah jadi dan bahan jadi juga perlu untuk diperhatikan. Ini akan berpengaruh terhadap biaya *handling*. Skema penentuan teknologi untuk pangan fungsional dilihat dari asal usul pangan fungsional dapat disajikan pada gambar 3.



Gambar 3. Skema Penentuan Teknologi untuk Pangan Fungsional Ditentukan dari Asal-Usul Bahan

Teknologi untuk Pangan Fungsional ditentukan dari Penggunaannya

Berdasarkan penggunaanya, teknologi pangan fungsional terdiri dari sediaan sederhana (non ekstraktif), sediaan ekstraktif, dan produk turunan (derivatif) dari ekstrak. Teknologi pengeringan merupakan salah satu cara pengawetan terhadap bahan pangan dengan tujuan untuk mengawetkan bahan baku pangan fungsional dan sediaan obat-obatan herbal dalam bentuk bubuk atau simplisia. Sediaan lain berupa minyak ikan dan betakaroten dapat diperoleh dengan menggunakan teknologi ekstraksi. Produk derivatif seperti retinol/retinol asetat dapat pula diperoleh dari teknologi yang memanfaatkan sediaan ekstrak pangan fungsional. Alur penentuan teknologi untuk pangan fungsional dari sisi penggunaannya dapat disajikan pada gambar 4.

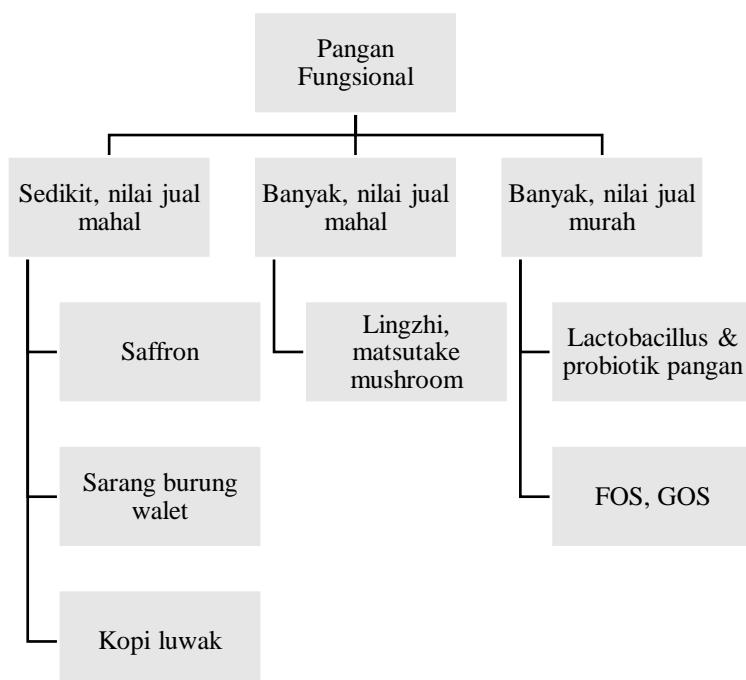


Gambar 4. Skema Penentuan Teknologi untuk Pangan Fungsional Ditentukan dari Penggunaan

Teknologi untuk Pangan Fungsional Ditentukan dari Kuantitas Kebutuhan Bahan dan Nilai Jualnya

Kebutuhan bahan pangan fungsional di masyarakat berbeda-beda kuantitasnya. Pangan fungsional seperti safron, sarang burung walet dan kopi luwak merupakan pangan fungsional dengan kuantitas yang sedikit dan memiliki nilai jual yang mahal. Berbeda dengan Lingzhi, matsutake

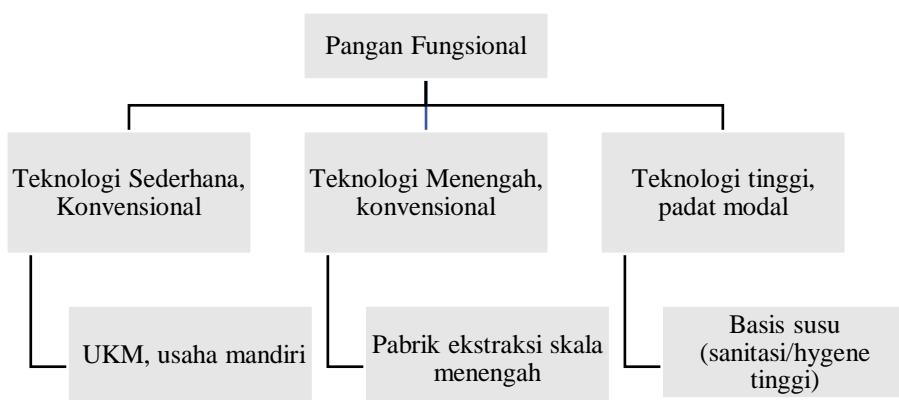
mushroom yang juga memiliki nilai jual mahal namun kuantitas kebutuhannya di masyarakat cukup banyak. Kelompok produk pangan fungsional seperti Lactocacillus dan probiotik pangan serta FOS dan GOS merupakan produk dengan nilai jual murah dan kuantitas kebutuhan yang banyak. Penggunaan teknologi tinggi tepat guna untuk pengolahan bahan sesuai dengan ketersediaan dan nilai jualnya perlu diperhatikan. Terutama untuk bahan yang sedikit jumlahnya sedikit tetapi memiliki nilai yang mahal. Contohnya untuk pengolahan sarang burung walet yang dapat dijadikan sebagai olahan sup, minuman kesehatan dan suplemen makanan. Peningkatan nilai jual dengan teknologi tinggi tepat guna perlu diterapkan untuk bahan pangan fungsional yang diperoleh dari ketersediaan yang banyak dan nilai jualnya yang murah. Analisa penggunaan teknologi untuk pangan fungsional berdasarkan jumlah ketersebaran dan nilai jualnya dapat disajikan pada gambar 5.



Gambar 5. Skema Penentuan Teknologi untuk Pangangan Fungsional Ditentukan dari Kuantitas Bahan dan Nilai Jual

Teknologi untuk Pangan Fungsional Ditentukan dari Teknologinya Sendiri

Teknologi pangan terkait pangan fungsional sudah banyak dikembangkan, mulai dari teknologi sederhana hingga teknologi tinggi yang padat modal. Minuman kesehatan instan yang bersumber dari jahe, temulawak, mengkudu, kencur dan bahan lainnya dapat diolah dengan menggunakan teknologi sederhana pada skala UKM atau usaha mandiri, sedangkan pangan fungsional yang berbasis ekstraksi dapat diolah oleh pabrik ekstraksi skala menengah. Produk berbasis susu yang membutuhkan sanitasi dan higienitas tinggi diproduksi dengan teknologi tinggi. Penggunaan teknologi memang membantu dalam setiap proses, namun perlu diperhatikan pembagian untuk tujuan produksi dan pangsa pasarnya. Pemilihan yang tepat untuk teknologi yang digunakan akan menghasilkan produk yang sesuai dan diterima pasar. Pangan fungsional dilihat dari teknologi yang digunakan dalam proses pembuatan dan skala industri pembuatnya disajikan pada gambar 6.

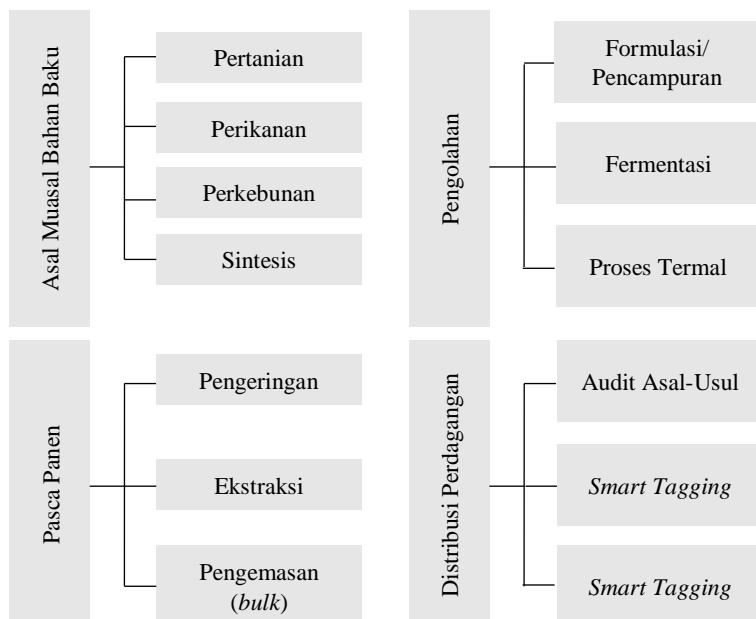


Gambar 6. Skema Penentuan Teknologi untuk Pangan Fungsional Ditentukan dari Teknologi yang Digunakan

Teknologi untuk Pangan Fungsional Ditentukan dari Tahapan Produksinya

Bahan pangan fungsional yang bersumber dari sektor pertanian, perikanan, perkebunan maupun sintetis pada dasarnya memiliki karakteristik khusus yang berbeda. Penanganan pada setiap produksinya menentukan kualitas produk akhir pangan fungsional, salah satunya adalah dengan menggunakan teknologi yang tepat. Teknologi yang tepat pada penanganan

pascapanen (pengeringan, ekstraksi dan pengemasan) serta pengolahan (formulasi, fermentasi dan proses termal) dalam menghasilkan produk pangan fungsional akan meningkatkan nilai tambah dan memperpanjang masa guna. Proses yang tidak kalah penting adalah proses akhir untuk distribusi dan perdagangan. Audit asal usul, *smart tagging*, dan adulterasi perlu diperhatikan. Audit asal usul akan melaporkan hasil produk diperoleh dari mana dan proses penanganan selama proses pengiriman. Ketahanan produk perlu diperhatikan berdasarkan dengan jenis pengolahannya. Otomatisasi dengan *smart tagging* juga dapat dimanfaatkan dalam membantu proses distribusi dan perdagangan. Digitalisasi tidak bisa dihindarkan dalam penerapan Revolusi Industri 4.0. Faktor terakhir yang tidak kalah penting adalah memperhatikan adulterasi yang dapat terjadi selama proses distribusi dan perdagangan. Penangan atau *handling process* perlu diperhatikan. Gangguan atau kontaminan yang dapat menimbulkan kerusakan pada produk perlu untuk diperhatikan. Terutama untuk produk pangan. Penerapan *good manufacturing prcedure* (GMP) dan *hazard analysisl critical control point* (HACCP) sangat penting untuk diterapkan. Alur penentuan teknologi untuk pangan fungsional dilihat dari tahapan produksinya disajikan pada gambar 7.



Gambar 7. Skema Penentuan Teknologi untuk Pangangan Fungsional ditentukan dari Tahapan Produksi

Penutup

Skenario teknologi tinggi untuk pangan fungsional memang memiliki prospek tinggi untuk ke depannya. Dorongan dari faktor sosio-ekonomi dan kemajuan teknologi membuat masyarakat akan tertarik pada pangan fungsional. Dibuktikan dari proyeksi industri yang diperkirakan akan berkembang pesat pada tahun 2035 adalah industri tentang pangan yang diolah dengan teknologi tinggi. Industri tersebut dapat dikategorikan menjadi tiga kategori yaitu fungsi fisiologis atau penyakit, bahan baku, dan jenis produknya.

Referensi

- Crowe, K.M. dan Francis, C. 2013. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Functional Foods. *Journal of The Academy of Nutrition And Dietetics*, 113(8): P1096-11033,
- Rahmadi, A. 2019. Puspa Ragam Teknologi Pertanian: Kumpulan Publikasi Terpilih Tahun 2006 s.d. 2017. ISBN: 978-602-440-787-2.
- Rahmadi, A., Bohari, Y. 2018. Pangan Fungsional Berkhasiat Antioksidan. https://www.researchgate.net/publication/324772697_Pangan_Fungsional_Berkhasiat_Antioksidan
- Wang, C dan Li, S. 2015. Functional Foods and Nutraceuticals: Potential Role in Human Health. *Clinical Aspects of Functional Foods and Nutraceuticals*. CRC Press. New York.
- WHO.1998. Development of Food Based Dietary Guidelines for the Asian Region.
https://www.who.int/nutrition/publications/nutrientrequirements/SEA_NUT_Meet_Inf.1.pdf).

Matriks Perbandingan Aspek Teknologi, Fungsi Fisiologis, Bahan Baku, Jenis Produk, dan Sosio Ekonomi dari Pengolahan Pangan Fungsional dalam Skenario Konvensional dan Nutrisi Berteknologi Tinggi

ASPEK	Konvensional	Nutrisi Berteknologi Tinggi
Teknologi	<ul style="list-style-type: none"> - ekstraksi - boiling - dry milling - steaming - edible films and coating - roasting - freezing - fermentation (bacterial & fungi) - cultivation and animal breeding techniques - formulation and blending (fortification, enriched) 	<p>aseptic packaging technology, UHT, pasteurization, nano production technology, non-thermal processing technology, microwave-ready food & packaging, improved low-oil frying technology, vacuum frying & boiling technology, starter culture fermentation, drying milling,</p> <ul style="list-style-type: none"> - cultivation and animal breeding techniques niche technology (specific for a particular product)--> Nutrigenomics/nutritional genomics
Fungsi fisiologis atau Penyakit	<ul style="list-style-type: none"> - kesehatan (pencegahan risiko penyakit degeneratif (DM, jantung, kanker, ginjal)) - menjaga daya tahan tubuh - kecantikan/penunda proses penuaan - buah-buahan - sayur-sayuran 	<ul style="list-style-type: none"> - kesehatan dan kebugaran: pencegahan PTM, penderita alergi (gluten, kacang), penurunan berat badan, - kecerdasan - kecerdasan emosi - buah-buahan yang kaya nutrisi, disukai dan memiliki rasa enak - sayur-sayuran yang kaya nutrisi dan disukai - susu - daging - serangga - rempah-rempah - ikan dan produk laut yang sudah umum dikonsumsi dan bisa dibudidaya (teripang, tuna, udang, spirulina, rumput laut, mikro algae) - ikan tawar budidaya - bakteri
Bahan baku	<ul style="list-style-type: none"> - susu - daging - rempah-rempah - ikan - makro algae 	
Jenis produk	<ul style="list-style-type: none"> - bakteri - produk fermentasi (tempe, yoghurt) - snack dengan fortifikasi nutrisi tertentu atau mengandung <i>ingredient</i> fungsional 	<p>kelompok karbohidrat, jenis produk yang muncul dari industri nutrisi berteknologi tinggi dapat berupa <i>nutritious product</i> seperti <i>breakfast, weight management, sport high/low/maintenance energy product, snack bar</i>, beras dan turunannya, gandum dan turunannya, biji-bijian lain dan turunannya.</p> <p>kelompok protein dan lemak, industri nutrisi berteknologi tinggi dapat berupa industri <i>nutritious product</i> seperti <i>high protein content</i>. Industri <i>niche</i> nutrisi berteknologi tinggi dapat berkembang, misalnya untuk</p>

ASPEK	Konvensional	Nutrisi Berteknologi Tinggi
	<ul style="list-style-type: none"> - minuman energi - minuman RTD - makanan RTE - minuman seduh - bumbu - pangan segar (telur kaya omega/rendah kolesterol; buah kaya vit./mineral; beras rendah glikemik) 	<p>produk <i>low LDL, less trans lipid, less saturated lipid, less allergenic product, digested protein, (partial) hydrolyzed protein, peptide based product.</i> Industri lain misalnya <i>fermented protein product</i> seperti <i>high phytochemical</i> (fenol, flavonoid, isoflavone), dan <i>fiber</i>.</p>
Sosio-ekonomi	<p>pendapatan beragam (ekonomi rendah, menengah, dan tinggi),</p> <p>persepsi masyarakat terhadap kesehatan cenderung rendah termasuk kesadaran akan keamanan makanan,</p> <p>kesadaran terhadap permasalahan lingkungan cenderung rendah,</p>	<p>vitamin dan mineral. Contoh produk yang muncul adalah makanan khusus, misalnya suplemen bentuk emulsi, syrup, roti, mentega atau derivat telur. Industri yang lain misalnya makanan fortifikasi dalam bentuk tepung dan turunannya, garam, dan <i>cooking oil</i>.</p> <p>Pendapatan cukup tinggi (mayoritas didominasi oleh masyarakat dengan ekonomi tinggi),</p> <p>Persepsi masyarakat terhadap kesehatan tinggi termasuk kesadaran akan keamanan makanan,</p> <p>Sebagian masyarakat mempunyai kesadaran terhadap permasalahan lingkungan (misal perubahan iklim).</p>
	<p>Sudah ada aturan klaim dan keamanan pangan, tetapi kurang efisien (perusahaan yang akan melakukan klaim) dan efektif (melindungi konsumen)</p>	<p>Aturan klaim dan keamanan pangan yang ada dapat melindungi konsumen dan tetap bisa dipenuhi oleh industri atau dijalankan secara efisien (perusahaan yang akan melakukan klaim) dan efektif (melindungi konsumen).</p>

Sumber: FGD LIPI dan Unmul tentang Foresight Nutrisi Berteknologi Tinggi (2019)

POTENSI UMBI-UMBIAN KHAS INDONESIA DALAM MENUNJANG KETAHANAN PANGAN DAN INDUSTRI PANGAN

Maulida Rachmawati, Yulian Andriyani, Nur Amaliah dan Maghfirotin Marta Banin

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Pendahuluan

Umbi-umbian tumbuh subur di daerah tropis dan budidaya yang tidak menuntut kondisi tanah dan iklim yang spesifik. Umbi-umbian telah lama dikonsumsi dan dikenal oleh masyarakat sebagai bahan pangan sumber karbohidrat. Beberapa jenis umbi-umbian yang ada di Indonesia antara lain singkong, ubi jalar, kentang hitam, talas, garut, ganyong, uwi, gembili dan yang baru dikembangkan di wilayah Kalimantan Timur saat ini adalah budidaya ubi porang. Perkembangan ilmu pengetahuan melalui beberapa penelitian telah mengemukakan bahwa umbi-umbian merupakan bahan pangan yang memiliki nilai fungsional karena mengandung senyawa antioksidan, inulin, sumber pati dan pati resistan, glukomann serta indeks glikemik (Ig) yang rendah. Komponen bioaktif dan manfaat yang beragam inilah yang menjadi potensi dalam mendukung perkembangan pangan lokal dan industri yang ada di Indonesia. Bahasan ini akan mengulas keragaman umbi-umbian sebagai sumber pangan, pangan fungsional dan pendukung perkembangan industri pangan yang menunjang pertanian untuk masa depan.

Aplikasi Umbi-umbian pada Produk Pangan

Aplikasi pengolahan umbi-umbian pada produk pangan masih bisa dikembangkan sebagai salah satu alternatif pengganti olahan tepung gandum. Sebagaimana kita ketahui pemanfaatan umbi-umbian ini sebagai produk pangan lokal khususnya yang ada di daerah Kalimantan Timur. Umbi-umbian yang ada di daerah Kalimantan Timur misalnya singkong gajah, labu kuning, ubi jalar, porang, dan lain-lain. Rata-rata untuk umbi-umbian mempunyai kandungan nilai gizi yang tinggi dan mempunyai banyak manfaat. Berikut adalah beberapa contoh produk pangan berbahan baku umbi-umbian dan cara pengolahannya.

1. Singkong Gajah (*Manihot esculenta* Var. Gajah)

Singkong gajah merupakan salah satu produk yang banyak terdapat di Kalimantan Timur yang banyak mengandung karbohidrat, amilum, protein, kalsium, hidrat arang, lemak, fosfor, zat besi, vitamin b dan vitamin C. Berbagai olahan dari singkong gajah ini bisa diolah langsung maupun diolah menjadi tepung terlebih dahulu. Ada dua macam tepung dari singkong yaitu tepung tapioka (tanpa fermentasi) dan tepung mocaf (*modified cassava flour*) yang terbuat dari singkong yang sudah mengalami fermentasi, dikeringkan dan digiling menjadi tepung. Kelebihan tepung mocaf ini mengandung kalsium serta karbohidrat yang tinggi dibandingkan dengan tepung umbi-umbian yang lain, di mana mocaf juga menyerupai terigu namun tidak mengandung gluten sehingga tidak memberatkan fungsi organ pencernaan manusia. **Adapun proses pengolahan tepung singkong (tanpa fermentasi)** sebagai berikut: singkong segar dikupas, dipotong-potong menjadi beberapa bagian dan direndam di dalam air selama 15 menit kemudian dicuci sampai bersih, setelah itu diiris tipis menggunakan *grinder* ataupun manual, lalu ditiriskan dan dijemur di bawah sinar matahari ataupun dikeringkan menggunakan oven. Setelah kering, kemudian dihaluskan menggunakan *food processor*, baru di ayak dan dimasukan ke wadah penyimpanan. Sedangkan **proses pengolahan tepung singkong dengan proses fermentasi** yaitu: singkong segar yang digunakan dikupas dan dipotong menjadi beberapa bagian kemudian dicuci bersih baru direndam selama beberapa hari (bisa satu sampai 3 hari) di mana air rendaman dibuang setiap hari. Setelah proses perendaman singkong dicuci bersih dan dipotong tipis menggunakan *grinder* maupun manual dan dikeringkan di bawah sinar matahari ataupun oven, setelah kering baru dihaluskan menggunakan *food processor* dan dikemas. Kedua macam tepung ini dapat digunakan di dalam membuat berbagai macam pangan olahan dari singkong seperti *cake*, kue kering, mi dan lain sebagainya. Tepung mocaf memiliki karakteristik yang cukup baik untuk menggantikan penggunaan tepung terigu. Kualitas tepung mocaf yang baik memiliki serbusk yang halus dengan warna yang lebih putih dan aroma khas singkongnya hilang. Produk tepung mocaf mampu memberikan volume dan viskositas yang baik saat diaplikasikan dalam bentuk produk.

2. Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* (L.) Lamb)

Ubi jalar ini merupakan salah satu umbi-umbian yang semakin lama disimpan semakin manis rasanya serta mempunyai nilai gizi yang tinggi. Keunggulan ubi jalar yang berwarna orange menunjukkan adanya betakaroten

yang berfungsi sebagai pro vitamin A yang dapat diubah menjadi vitamin A dalam tubuh manusia, sedangkan yang berwarna ungu mengandung antosianin yaitu pigmen warna alami yang mempunyai aktivitas sebagai antioksidan untuk mencegah terjadinya penuaan dini, kanker, penyakit jantung dan stroke, penurunan kekebalan tubuh dan lain-lain. Ubi jalar memiliki potensi sebagai bahan baku industri pangan. Tepung ubi jalar dapat diolah menjadi produk makanan seperti produk *pastry and bakery* serta produk mi dan pasta. Tepung ubi jalar juga dapat diolah menjadi bubur instan dan juga produk minuman. Warna yang dihasilkan tepung ubi jalar tergantung jenis ubi jalarnya, yaitu berwarna putih, kuning, dan ungu. Produk yang terbuat dari substitusi tepung ubi jalar seperti olahan kue akan mengikuti warna dari tepung ubi jalar yang digunakan. Aroma dan rasa ubi jalar masih khas terasa dengan tekstur yang lembut.

3. Porang (*Amorphophallus muelleri*)

Porang sekarang menjadi salah satu komoditas umbi-umbian yang mulai banyak dibudidayakan termasuk di daerah Kalimantan Timur, dikarenakan tanaman porang termasuk produk hasil hutan bukan kayu sehingga tidak merusak produktivitas hutan sehingga diharapkan tanaman ini menjadi sumber pendapatan masyarakat di samping dapat menjaga keharmonisan alam. Kandungan yang terdapat di dalam umbi porang disebut *Konjac glucomannan* (KGM) yang bentuknya mirip dengan tepung sehingga memiliki banyak khasiat. Manfaat porang ini juga cukup banyak di antaranya di bidang kesehatan seperti mengatasi sembelit, menurunkan berat badan, membantu penyembuhan luka, mengatasi dan mencegah diabetes, menurunkan tekanan darah juga digunakan sebagai bahan pembuatan lem hingga kosmetik. Penanganan pascapanen umbi porang bisa dengan dibikin pembuatan *chips* porang maupun diolah menjadi tepung sebelum dibuat aneka olahan lainnya seperti pada umumnya produk umbi-umbian. Pada pembuatan *chips* porang setelah umbi porang dipanen dilakukan sortasi umbi dan dibersihkan dari kotoran tanah yang masih lengket menggunakan air, dikupas kulitnya dan diiris tipis-tipis kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari maupun oven. *Chips-chips* ini bisa langsung dikemas ataupun dihaluskan lagi menjadi tepung tergantung kebutuhan sebelum diolah lebih lanjut. Setelah tepung umbi-umbian ini diolah makan selanjutnya dapat diolah berbagai macam makanan seperti jajanan tradisional, *cake*, mi maupun kue kering. Kualitas tepung porang yang baik memiliki warna putih bertekstur halus, dan tidak memiliki aroma dan rasa umbi porang. Mi shirataki yang terbuat dari

tepung porang memiliki warna putih dan tekstur yang kenyal mampu menjadi alternatif mi yang sehat mengandung serat pangan (*dietary fiber*) dan rendah kalori.

Keragaman Umbi-Umbian sebagai Pangan Fungsional

1. Sebagai Sumber Inulin

Inulin adalah campuran polisakarida yang terdiri dari 20-30 unit rantai fruktosa (dihubungkan oleh ikatan β -(2,1)-D-fruktosil-fruktosa) dengan panjang yang berbeda-beda dengan molekul glukosa di ujung setiap rantai fruktosa dan dihasilkan oleh beberapa tanaman sebagai sarana penyimpan energi (Chi *et al.*, 2011). Inulin adalah serat makanan yang larut dalam air (*soluble dietary fiber*) namun tidak dapat dicerna di usus kecil manusia, tetapi dapat difermentasi di usus besar oleh mikroflora usus (probiotik) (Shoaib *et al.*, 2016). Beberapa jenis *Bifidobakteria* dapat memanfaatkan inulin sebagai sumber energi karena menghasilkan enzim inulinase ekstraseluler yang dapat menghidrolisis ikatan β -(2,1)-D-fruktosa menjadi fruktosa (Winarti *et al.*, 2013). Inulin dapat meningkatkan pertumbuhan bakteri probiotik (*Bifidobacterium* dan *Lactobacillus*), dan dapat menghambat pertumbuhan bakteri berbahaya (*Escherichia coli* dan *Clostridia*) sehingga bermanfaat bagi kesehatan pencernaan (Zubaidah dan Akhadiana, 2013).

Di Amerika dan Inggris, inulin dapat diproduksi secara komersial dari tanaman akar chicory (*Cichorium intybus*) dan Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*). Di Indonesia, sumber inulin banyak ditemukan pada tumbuhan seperti umbi bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) 48,66%, Umbi Dahlia (*Dahlia L. spp.*) 78,21% dan Gembili (*Dioscorea esculenta*) 67,66% (Zubaidah dan Akhadiana, 2013). Berbagai jenis umbi *Dioscorea* spp. dikenal dengan nama Uwi (uwi-uwian) yang sudah sulit dijumpai di pasaran namun cukup luas ditanam di pedesaan antara lain Uwi putih (*Dioscorea alata*), Uwi katak (*Dioscorea pithaphylla*), Umbi Gadung (*Dioscorea hispida*), Uwi kuning kulit ungu (*Dioscorea alata*), Uwi ungu (*Dioscorea alata*), Gembili (*Dioscorea esculenta*), Uwi kuning (*Dioscorea alata*), Uwi putih kulit kuning (*Dioscorea opposita*), Gembolo (*Dioscorea bulbifera*) dan Uwi putih kulit coklat (*Dioscorea rotundata*). Kadar inulin yang dimiliki oleh umbi *Dioscorea* spp bervariasi antara 2,88%-14,77% (Winarti *et al.*, 2011).

Inulin secara resmi diakui sebagai bahan alami bahan makanan di seluruh Uni Eropa dan memiliki status General Recognized as Safe (GRAS) di Amerika Serikat sehingga aman dikonsumsi serta tidak menimbulkan efek samping (Nair *et al.*, 2010). Inulin sangat banyak dimanfaatkan pada industri

pangan sebagai komponen (*ingredient*) dari berbagai jenis produk pangan (Winarti *et al.*, 2013). Penggunaan inulin yang luas di bidang pangan terutama untuk mengembangkan produk yang sehat karena secara bersamaan inulin dapat memenuhi berbagai kebutuhan konsumen. Hal ini disebabkan inulin kaya akan serat, prebiotik, rendah lemak dan rendah gula. Sebagai serat makanan, inulin melewati saluran pencernaan yang sebagian besar tidak tercerna. Di usus besar, inulin berfungsi sebagai prebiotik karena difermentasi secara selektif oleh mikro-flora yang bermanfaat bagi *host*, meningkatkan pertumbuhan dan memperkuat aksi mikro-flora tersebut melawan mikroorganisme patogen (Shoaib *et al.*, 2016).

Inulin bisa sangat bercabang atau linier tergantung pada sumbernya. Inulin yang terdiri dari molekul rantai panjang digunakan untuk pengganti lemak karena dengan adanya air mereka mampu mengembangkan gel partikulat sehingga mengubah tekstur produk dan memberikan rasa seperti lemak di mulut. Sedangkan inulin yang utama mengandung molekul rantai pendek dapat meningkatkan rasa manis sukrosa hingga 35% sehingga berguna untuk menggantikan sebagian rasa molekul sukrosa. Suplementasi inulin rantai pendek meningkatkan rasa dan tidak secara signifikan mengubah tekstur. Jadi, inulin menjadi komponen penting dalam pengembangan makanan baru yang memiliki sifat sensorik dan nutraceutical yang lebih baik (Shoaib *et al.*, 2016).

2. Sebagai Sumber Pati Resistan

Singkong (*Manihot esculenta C*) merupakan salah satu sumber karbohidrat yang menduduki peringkat ketiga terbesar setelah padi dan jagung. Dalam industri pangan, singkong telah dijadikan produk antara seperti tepung singkong dan juga tepung singkong modifikasi (*mocaf*). Singkong mengandung 9,69% pati yang tidak terdegradasi oleh enzim pencernaan di usus halus dan mampu meningkatkan sensitivitas insulin dan memperbaiki fungsi pangkreas. Resistan insulin merupakan kondisi yang berhubungan dengan kegagalan organ target yang secara normal merespons aktivitas hormon insulin. Dengan mengkonsumsi pati resistan dapat memperbaiki keadaan resistansi insulin.

Kadar pati resistan tepung singkong akan meningkatkan (12,51%) melalui proses fermentasi dan pemanasan bertekanan-pendinginan. Tepung singkong termodifikasi (*mocaf*) merupakan produk turunan dari tepung singkong yang menggunakan prinsip modifikasi sel singkong secara fermentasi selama 12-72 jam. Singkong memiliki kadar pati resistan tipe III

yang cukup baik di mana tipe ini memiliki sifat lebih stabil terhadap panas, sangat kompleks dan tahan terhadap enzim amilase. Tiga sistem yang terkait dengan efek metabolisme dan nilai fungsional dari pati resistan dalam tubuh yaitu sebagai bahan fortifikasi serat, oksidasi lemak, dan penurunan kalori. Peluang industri pangan untuk menghasilkan produk makanan yang berbahan baku tepung singkong modifikasi (mocaf) yang memberikan efek kesehatan bagi tubuh.

Upaya diversifikasi pangan melalui pemanfaatan bahan pangan lokal seperti ubi jalar (*Ipomoea batatas L.*) merupakan salah satu alternatif dalam menyediakan zat gizi dan mampu mengurangi ketergantungan terhadap beras dan penggunaan tepung terigu. Ubi jalar sebagai sumber karbohidrat dan pangan fungsional memiliki peluang sebagai substansi bahan pangan sehingga bila diterapkan mempunyai peran penting dalam upaya penganekaragaman pangan. Beberapa jenis ubi jalar antara lain ubi jalar putih, ungu, kuning atau orange. Selain mengandung senyawa antioksidan yang tinggi, ubi jalar juga mengandung pati resistan melalui proses fermentasi.

Proses fermentasi pada pati ubi jalar, selain untuk mempertahankan nilai gizi dan tingkat penerimaan dari segi sensoris juga mampu meningkatkan kadar pati resistan yang dihasilkan. Kadar pati resistan dipengaruhi oleh kadar amilosa dan amilopektin. Semakin tinggi kadar amilosa maka semakin besar kadar pati resistan yang akan dihasilkan. Perlakuan fermentasi asam laktat dengan 1 siklus pemanasan bertekanan-pendinginan meningkatkan kadar pati resistan sebesar 11,26%. Peningkatan kadar pati resistan pada tepung ubi jalar yang termodifikasi berdampak pada penurunan daya cernanya.

3. Sebagai Sumber Glukomanan

Seperti halnya dengan tanaman umbi-umbian lainnya, umbi porang juga mengandung karbohidrat dan juga serat pangan (*dietary fiber*). Umbi porang termasuk dalam sumber pati minor. Potensi sumber pati minor seperti porang sangat besar sehingga komersialisasi sumber pati minor untuk alternatif produk pangan berbahan baku umbi porang semakin meningkat. Produk olahan umbi porang yaitu tepung porang dan tepung glukomannan, di mana pengaplikasiannya tepung tersebut dapat dibuat menjadi berbagai macam produk antara lain mie, roti, dan sebagai pengental. Kandungan glukomannan yang relatif tinggi (45–65%) merupakan ciri spesifik dari umbi porang. Mannan merupakan polisakarida yang ukuran granulanya 10–20 kali lebih besar dari pati dan dapat dibedakan menjadi galaktomannan dan

glukomann berdasarkan bentuk ikatannya. Glukomann adalah polisakarida nonpati larut air atau biasa disebut serat larut air.

4. Sebagai Sumber Antioksidan

Umbi-umbian merupakan bahan pangan yang memiliki keunikan khusus karena beberapa jenisnya ada yang mengandung senyawa antioksidan dalam bentuk betakaroten dan antosianin yaitu ubi jalar oranye, ubi jalar ungu dan kentang hitam. Betakaroten adalah salah satu antioksidan pembentuk vitamin A, di mana antioksidan berperan sebagai senyawa yang dapat melindungi tubuh dari radikal bebas, berguna untuk kesehatan mata juga kaya dengan mineral kalium (Madhavi, *et al.*, 1995 dalam Fauziah *et al.*, 2015). Kandungan betakaroten pada ubi jalar oranye sebanyak 9900 µg/100g. Selain betakaroten ada senyawa antosianin yang terdapat pada ubi jalar ungu dan kentang hitam, antosianin sendiri adalah pigmen dari kelompok flavonoid yang larut dalam air, berwarna merah sampai biru yang bersifat sebagai antioksidan dan tersebar luas pada tanaman (Gross 1991 dalam Samber *et al.*, 2013). Adanya kandungan antioksidan pada bahan pangan berperan dalam menangkal radikal bebas, salah satu penyakit yang timbul karena adanya radikal bebas dalam tubuh adalah penyakit kanker. Nugraheni *et al.*, 2013 dengan judul penelitiannya potensi kentang hitam dalam mereduksi stres oksidatif dan menghambat proliferasi sel kanker payudara MCF-7 memberikan hasil bahwa ekstrak etanol dari daging dan kulit kentang hitam memiliki aktivitas antioksidan seluler dan mampu menghambat proliferasi sel kanker payudara MCF-7 dengan kemampuan tertinggi diperoleh dari kulit kentang hitam.

5. Aplikasi Umbi-umbian dalam Mendukung Industri Pangan

Umbi-umbian selain dimanfaatkan dalam bentuk minimalis proses dan juga bentuk olahan produk pangan dapat pula dimanfaatkan sebagai bahan pendukung dalam industri pangan salah satunya adalah maltodekstrin, yang dihasilkan dari memanfaatkan pati umbi-umbian. Maltodekstrin adalah produk hidrolisis dari pati umbi-umbian dengan menggunakan enzim ataupun asam, yang mengandung unit α -D-glukosa yang sebagian besar terikat melalui ikatan 1,4 glikosidik dengan rumus umum maltodekstrin adalah $[(C_6H_{10}O_5)nH_2O]$ (Kastanya, 2008). Secara komersil maltodekstrin dihasilkan dari pati jagung, di mana maltodekstrin dinilai dengan *Dextrose Equivalent* (DE) yang menjadi faktor penentu dalam kualitasnya. Semakin rendah nilai DE maka maltodekstrin akan memiliki sifat nonhigroskopis yang

sangat mendukung kulitas dari produk yang diaplikasikan sehingga tidak mudah terjadi penggempalan atau pelelehan dengan Nilai DE maltodektrin terbaik kurang dari 20 (Srihari *et al.*, 2010). Selain nilai DE ada beberapa syarat khusus yang menjadi standar dari mltosekstrin, antara lain: warna putih, rasa manis, kadar air maksimal 5% dan mudah larut dalam air dingin bila dibandingkan dengan pati (Badan Standardisasi Nasional, 2010), (Husniati, 2009)

Maltodekstrin sebagian besar diaplikasikan untuk produk pangan, dengan bentuk akhir produk berupa serbuk seperti susu bubuk, sari buah bubuk, pangan fungsional, vitamin/obat-obatan dan juga produk bubuk lainnya. Maltodekstrin berfungsi sebagai enkapsulan yang berperan untuk melindungi zat aktif yang ada pada produk pangan selama proses pengolahan yang menggunakan *spray drying*. Teknik pengolahan menggunakan *spray drying* adalah teknik yang mengubah bentuk bahan dari cairan menjadi bubuk di mana cairan tersebut dihembuskan melalui *nozzel* dan bersinggungan dengan udara panas di dalam *chamber* sehingga bahan cair menjadi kering dengan bentuk akhir serbuk. Penggunaan teknik ini bertujuan agar produk tersebut mudah dalam penanganan, distribusi dan lebih dapat mempertahankan zat aktif serta memperpanjang masa simpan. Proses pengeringan dengan teknik *spray drying* cocok digunakan untuk produk pangan yang mempunyai kadar air tinggi dengan ciri khasnya adalah proses pengering yang cepat, terjaganya kualitas bahan dan produk akhir dan dapat langsung dikemas setelah proses pengeringan selesai (Richana *et al.*, 2005)

Perkembangan penelitian yang pesat saat ini sudah banyak menghasilkan publikasi-publikasi ilmiah yang mendukung pemanfaatan pati umbi-umbian sebagai bahan baku dalam pembuatan maltodekstrin. Andriyani, 2014 dalam penelitiannya menyatakan bahwa umbi ganyong, talas dan kentang hitam dapat digunakan sebagai umbi penghasil pati yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan maltodekstrin di mana karakteristik maltodekstrin yang dihasilkan sudah mendekati nilai SNI maltodekstrin dengan nilai DE maltodekstrin ganyong 13,78, talas 11,19 dan kentang hitam 13,17 di mana maltodekstrin tersebut diaplikasikan pada proses pembuatan mikroenkapsulasi asap cair. Maulani *et al.*, 2012 dalam penelitiannya menggunakan pati ubi jalar sebagai bahan baku pembuatan maltodekstrin menghasilkan nilai DE sebesar 7,41, maltodekstrin tersebut diaplikasikan sebagai bahan tambahan sediaan farmasi. Semakin berkembangnya teknologi dan semakin tingginya keinginan manusia akan hal yang praktis dan instan mendukung perkembangan pemanfaatan

maltodekstrin, salah satunya dalam pembuatan santan kelapa bubuk. Srihari *et al.*, 2010 dalam penelitian pengaruh penambahan maltodekstrin dalam pembuatan santan kelapa bubuk menghasilkan karakteristik santan bubuk yang menggunakan perbandingan ekstraksi santan 1:2 dengan maltodekstrin 4% mempunyai karakteristik kadar air, wettability, solubility yang paling baik dan merupakan santan bubuk yang paling mirip dengan santan segar dilihat dari warna, aroma dan penampakannya. Masyhura *et al.*, 2021 dalam penelitian aplikasi maltodekstrin pada pembuatan yoghurt bubuk biji nangka menghasilkan satu informasi ilmiah bahwa penambahan konsentrasi maltodekstrin dari 10-25% menunjukkan peningkatan kadar protein, total mikroba, dan kadar air, namun menurunkan total asam pada yoghurt bubuk biji nangka. Konsentrasi maltodekstrin 25% menunjukkan perlakuan terbaik terhadap kadar protein, total mikroba, kadar air, dan total asam dibandingkan konsentrasi lainnya.

Bila dilihat dari perkembangan penelitian yang cukup pesat dalam pemanfaatan maltodekstrin maka terbuka peluang pemanfaatan singkong varietas gajah yang merupakan singkong khas Kalimantan Timur sebagai bahan baku dalam pemutatan maltodekstrin yang mendukung kemajuan pertanian untuk masa depan.

Penutup

Beragamnya potensi umbi-umbian yang dapat dimanfaatkan dalam bidang pangan, pangan fungsional hingga penunjang pada industri pangan memberikan peluang khususnya di Provinsi Kalimantan Timur untuk meningkatkan budidaya umbi-umbian yang dapat mendukung perekonomian petani, masyarakat dan pelaku UMKM maupun Industri. Potensi-potensi tersebut memiliki nilai keberlanjutan yang tinggi sehingga dapat menunjang pertanian dan masa depan.

Referensi

- Ambarwati Hernawan. 2014. Resep Makanan Paling Laku Dijual: Kue Favorit dari Umbi-Umbian Ala *Cake Shop*. PT Gramedia Pustaka Utama. 88 hlm. Jakarta.
- Andriyani Yulian. 2014. Mikroenkapsulasi Asap Cair Menggunakan Maltodekstrin Hasil Hidrolisis Enzimatis dari Pati Umbi Ganyong, Talas dan Kentang Hitam. Tesis Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

- Anonim. 2010. SNI 7599:2010 Standar Nasional Indonesia Maltodekstrin. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Birt, D.F., Boylston, T., Hendrich, S., Lane, J., Hollis, J., Li, L., McClelland, J., Moore, S., Phillips, G.J., Rowling, M., Schalinske, K., Scott, M.P. & Whitley, M.P. 2013. Resistant Starch: Promise for Improving Human Health. *Advances in Nutrition*, 4(6), 587-601.
- Chi Z.M., Zhang, T., Cao, T.S., Liu, X.Y., Cui, W., Zhao, C.H. (2011). Biotechnological Potential of Inulin for Bioprocesses. Review. *Bioresource Technology* 102; 4295–4303.
- Fauziah Fitria., Rasyid Roslinda., Fadhlany Reza. 2015. Pengaruh Proses Pengolahan terhadap Kadar Betakaroten pada Ubi Jalar Varietas Ungu (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) dengan Metode Spektrofotometri Visibel. *Jurnal Farmasi Higea* 7(2): 152-161.
- Husniati. 2009. Studi Karakteristik Sifat Fungsi Maltodekstrin dari Pati Singkong. *Jurnal Riset Industri* 3(2): 133-138.
- Kastanya Luthana, Yongki. 2008. Maltodekstrin. www.yongkikastanyalu-thana.wordpress.com. 24/12/2008.
- Koswara, S. 2013. Modul Teknologi Pengolahan Umbi-Umbian. Bagian 2: Pengolahan Umbi Porang. Tropical Plant Curriculum (TPC) Project. USAID-SEAFAST Center-Bogor Agricultural University.
- Masyhura. M. D., Faudi Misril., Surnaherman. 2021. Aplikasi Maltodekstrin pada Pembuatan Yoghurt Bubuk Biji Nangka (*Athocarpus lineus*). *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas* 25(1): 73-80.
- Maulani Asih. A., Firmansyah Adang., Zainuddin. A. 2021. Pembuatan Maltodekstrin dari Pati Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*. P). *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*. 1 (1): 32-37.
- Nair, K.K., Kharb,S., Thompkinson, D.K. (2010). Inulin Dietary Fiber with Functional and Health Attributes—A Review, *Food Reviews International*, 26 (2); 189-203.
- Nugraheni, Mutiara. 2013. “Potensi Kentang Hitam dalam Mereduksi Stres Oksidatif dan Menghambat Proliferasi Sel Kanker Payudara MCF-7”. *Jurnal teknologi dan Industri Pangan*. Volume 24, Nomor 2.
- Richana, N., Nursyafira, F., Pujoyuwono, dan Herawati, H. 2005. Optimasi Proses Produksi Maltodekstrin dari Tapioka Menggunakan *Spray Dryer*. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pascapanen untuk Pengembangan Industri Berbasis Pertanian.

- Robertson MD, Bickerton AS, Dennis AL, Vidal H, Frayn KN. 2005. Insulin-Sensitizing Effects of Dietary Resistant Starch and Effects on Skeletal Muscle and Adipose Tissue Metabolism. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 82(3): 559-67.
- Samber. NL., Semnagun Haryono., Prasetyo Budhi. 2013. Ubi Jalar Ungu Papua sebagai Sumber Antioksidan. Prosiding Seminar Nasional X Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret 10 (3): 1-5.
- Setiarto RH, Jenie BS, Faridah DN, Saskiawan I. 2015. Kajian Peningkatan Pati Resistan yang Terkandung dalam Bahan Pangan sebagai Prebiotik. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* [Internet]. 20 (3): 191-200.
- Setiarto RH, Widhyastuti N, Sumariyadi A. 2018. Efek Pati Resistan Singkong (*Manihot esculenta* Crantz) terhadap Indeks HOMA-IR dan HOMA-B Tikus Model Diabetes. *e-Journal Pustaka Kesehatan*, 7(1): 1-7.
- Setiarto RH, Widhyastuti N. 2017. Pengaruh Fermentasi Bakteri Asam Laktat dan Siklus Pemanasan Bertekanan-Pendinginan terhadap Kadar Pati Resistan Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomea Batatas* Var Ayamurasaki) Termodifikasi. *Warta IHP/Journal of Agro-based Industry* 34 (1) 07: 26-35
- Shannora Yuliasari dan Hamdan, 2012. Peluang Pemanfaatan Ubi Jalar sebagai Pangan Fungsional dan Mendukung Diversifikasi Pangan. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP). Bengkulu.
- Shoaib, M., Shehzad, A., Omar, M., Rakha, A., Raza, H., Sharif, H.R., Shakeel, A., Ansari, A., Niazi, S. (2016). Inulin: Properties, Health Benefits and Food Applications. Review. *Carbohydrate Polymers* 147: 444–454
- Siti Nur Aidah dan TIM KBM Indonesia. 2020. Ensklopedi Budidaya Tanaman Porang 80 hlm. Penerbit KBM Indonesia.
- Srihari, E., F.S Lingganingrum, R. Hervita, H. Wijaya, 2010. Pengaruh Penambahan Maldotedekstrin pada Pembuatan Santan Kelapa Bubuk, Prosiding Seminar Rekayasa Kimia dan Proses.
- Tim Penerbit KBM Indonesia. 2020. Enklopedi Singkong. Deskripsi, Filosofi, Manfaat dan Peluang Bisnisnya. 64 hlm. Penerbit Karya Bakti Makmur (KBM) Indonesia.
- Winarti, S., Harmayani, E. dan Nurismanto, R. (2011). Karakteristik dan Profil Inulin Beberapa Jenis Uwi (*Dioscorea* spp.). *Agritech* 31(4): 378-383.

- Winarti, S., Harmayani, E., Marsono, Y., Pranoto, Y. (2013). Pengaruh *Foaming* pada Pengeringan Inulin Umbi Gembili (*Dioscorea Esculenta*) terhadap Karakteristik Fisiko-Kimia dan Aktivitas Prebiotik. *Agritech*, 33 (4): 424–432
- Zubaidah, E., Akhadiana, W. (2013). Comparative Study of Inulin Extracts from Dahlia, Yam, and Gembili Tubers as Prebiotic. *Food and Nutrition Sciences*, 4; 8-12

LIMBAH HASIL PERTANIAN SEBAGAI SUMBER SELULOSA UNTUK BAHAN TAMBAHAN PANGAN

Agustu Sholeh Pujokaroni

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Pendahuluan

Pertambahan jumlah penduduk dari waktu ke waktu membuat pangan sebagai kebutuhan pokok terus meningkat. Menurut Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2012, pangan adalah segala sesuatu yang berasal dari sumber hayati produk pertanian, perkebunan, kehutanan, perikanan, peternakan, perairan dan air, baik yang diolah maupun tidak diolah yang diperuntukkan sebagai makanan atau minuman bagi konsumsi manusia, termasuk bahan tambahan pangan bahan baku pangan, dan bahan lainnya yang digunakan dalam proses penyiapan, pengolahan, dan/atau pembuatan makanan atau minuman (Simarmata *et al.*, n.d.).

Kebutuhan pangan yang terus meningkat memaksa kita untuk dapat memenuhinya, salah satu caranya adalah dengan meningkatkan produksi hasil pertanian. Secara garis besar dampak positif dari tindakan ini adalah pemenuhan kebutuhan pokok manusia, namun dengan seiring peningkatan produksi akan dihasilkan pula limbah hasil produksi yang secara linier berhubungan erat. Bagaimana memenuhi kebutuhan pokok akan pangan merupakan fokus yang penting, namun dalam kesempatan ini bagaimana alternatif dalam pemanfaatan limbah hasil pertanian akan menjadi fokus pembahasan.

Limbah dapat diartikan sebagai bahan sisa proses produksi atau bahan yang tidak mempunyai bernilai ekonomis, barang cacat atau rusak dalam proses produksi atau material sisa yang tidak diinginkan dari suatu proses produksi. Limbah dapat dikelompokkan antara lain berdasarkan (a) sumbernya, (b) senyawa atau kerangka dasar, (c) bentuk, (d) kadar air, (e) sifat penguraian dan (f) sifat bahaya. Berdasarkan sumbernya limbah dapat dikelompokkan menjadi (1) Limbah Perkotaan (*Municipal Waste*), (2) Limbah industri (*Industial waste*), (3) Limbah pertanian (*Agricultural Waste*) dan (4) Limbah pertambangan (*Mining Waste*) (Obi *et al.*, 2016).

Pertanian berasal dari kata tani yang berarti adalah mata pencaharian dalam bentuk bercocok tanam atau mata pencarian dalam bentuk

mengusahakan tanah dengan tanam menanam (Sudaryanto *et al.*, 2018). Bertani adalah bercocok tanam atau mengusahakan tanah dengan tanam menanam. Pertanian dalam arti sempit adalah kegiatan bercocok tanam atau budidaya tanaman, sedangkan dalam arti luas pertanian merupakan kegiatan pemanfaatan sumber daya hayati atau mahluk hidup yang meliputi tanaman, hewan dan mikroba. Secara ringkas pertanian dapat diartikan sebagai kegiatan manusia untuk memanfaatkan sumber daya hayati (*bioresources*) untuk menghasilkan bahan (1) pangan, papan, dan sandang, (2) baku industri, (3) sumber energi dan bahan lainnya. Ruang lingkup pertanian meliputi kegiatan mengusahakan (1) tanaman (pangan, hortikultura, perkebunan, dan tanaman keras atau tahunan lainnya), dan kehutanan, (2) peternakan (*livestock* atau *animal husbandry*), dan (3) perikanan (*fishery* atau *aquaculture*) (Harris & Fuller, 2014).

Limbah Pertanian yaitu limbah yang berasal dari kegiatan pertanian dalam arti luas (pertanian, peternakan, perikanan dan kehutanan) dan kegiatan industri berbasis pertanian (agroindustri) yang berbentuk limbah padat (sisa tanaman, dedaunan, kotoran hewan) atau limbah berbentuk cair. Karakteristik limbah pertanian bersifat voluminous dan dapat dijumpai di lahan, pemukiman, pasar dan industri pengolahan. Limbah pertanian merupakan senyawa organik yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk menghasilkan suatu produk. Secara umum limbah pertanian dapat dimanfaatkan sebagai (a) media tumbuh untuk menghasilkan bahan pangan atau suatu produk. (b) pupuk organik (kompos) untuk meningkatkan kesuburan tanah dan produktivitas tanaman, (c) bioenergi (biogas) sebagai sumber terbarukan yang ramah lingkungan, dan (d) pakan ternak untuk mendukung kegiatan peternakan.

Karakteristik limbah

Limbah yang berasal dari pengolahan hasil pertanian secara umum ditandai dengan tingginya kandungan protein, tingginya kandungan karbohidrat tapi rendah protein, dan tingginya kandungan pati dengan kandungan serat yang rendah. Limbah pertanian dan perkebunan dapat bersifat amba (*bulky*), berserat (*fibrous*), kecernaan rendah (*low digestibility*), dan rendahnya kandungan protein (*low protein*). Komponen berserat umumnya terdiri dari (Irianto, 2015):

1. Selulosa: mempunyai bobot molekul tinggi, terdapat dalam jaringan tanaman pada bagian dinding sel sebagai mikrofibril, terdiri dari rantai glukan yang diletakkan oleh ikatan hidrogen. Selulosa dicerna oleh

- enzim selulase menghasilkan asam lemak terbang atau VFA (*volatile fatty acid*) seperti asetat, propionat, dan butirat.
2. Hemiselulosa: terdapat bersama selulosa, terdiri dari pentosan, pectin, xylan dan glikan. Hidrolisa oleh enzim hemiselulase menghasilkan lemak terbang.
 3. Lignin: suatu substansi yang kompleks dan tidak dapat dicerna, terdapat pada bagian kau dari tanaman (kulit gabah, bagian fibrosa akar, batang, dan daun). Keberadaan lignin selalu bersama-sama dengan selulosa dan hemiselulosa dalam menyusun dinding sel. Karena selalu bersama selulosa dan hemiselulosa, lignin dikenal sebagai karbohidrat, namun sesungguhnya lignin berbeda dengan karbohidrat. Perbedaan terletak pada atom karbon (C) di mana atom karbon pada lignin lebih tinggi dan tidak proporsional. Semakin tua tanaman kadar lignin semakin tinggi akibatnya daya cerna semakin menurun dengan semakin bertambahnya lignifikasi. Selain mengikat selulosa dan hemiselulosa, lignin juga mengikat protein dinding sel. Lignin tidak dapat larut dalam cairan rumen oleh sebab itu lignin merupakan penghambat bagi mikroorganisme rumen dan enzim untuk mencerna tanaman tersebut.
 4. Silika: merupakan kristal yang terdapat dalam dinding sel dan mengisi ruang antarsel. Pada tanaman sereal kandungan abu yang tinggi biasanya sejalan dengan kadar silikanya.

Limbah hasil pertanian sebagai sumber selulosa alternatif untuk bahan tambahan pangan

Selulosa banyak berasal dari tanaman terutama pada bagian dinding sel yang bercampur dengan hemiselulosa, lignin dan pektin (Malherbe & Cloete, 2002). Sumber selulosa yang banyak terdapat di alam yaitu pada kayu, kapas, batang pisang, limbah dari beet pulp, limbah sepah tebu, dan Jerami. Struktur selulosa merupakan polimer linear dari unit β -D-glukosa yang mengandung tiga gugus hidroksil. Dilihat dari strukturnya, selulosa merupakan polimer dengan rantai lurus dari β -1-4-D-glukosa (Pujokaroni *et al.*, 2020). Monomer dari glukosa dihubungkan oleh ikatan β -(1,4) yang molekul-molekulnya membentuk rantai bersisian satu dengan yang lainnya (J. Yang & Li, 2018).

Penggunaan selulosa harus melalui beberapa tahapan, hal ini dikarenakan ikatan rangkap selulosa terhadap senyawa lain yang kuat pada dinding sel (De Carvalho Benini *et al.*, 2017). Adanya lignin dan hemiselulosa di sekeliling selulosa menjadi penghambat utama pemrosesan

dan fabrikasi dalam menghidrolisis selulosa sehingga perlunya dilakukan proses untuk pemisahan senyawa ini. Proses ekstraksi selulosa dilakukan dengan cara memisahkan komponen selulosa dari komponen lainnya pada bahan melalui proses ekstraksi asam dan ekstraksi basa maupun kombinasi keduanya yang melibatkan proses delignifikasi (Deepa *et al.*, 2015). Beberapa metode yang digunakan dalam ekstraksi selulosa dari bahan alam antara lain:

1. Perlakuan fisik

Perlakuan fisik merupakan tahapan yang harus dilalui sebelum pengaplikasian perlakuan lanjutan. Tujuan utamanya adalah untuk memperkecil ukuran bahan untuk meningkatkan luas permukaan bahan, menurunkan derajat polimerisasi dan kristalin sehingga tahapan selanjutnya lebih mudah dan efektif. Proses yang biasa dilakukan adalah *grinding* atau *milling* (Hu *et al.*, 2014).

2. Perlakuan kimia

Perlakuan ini dilakukan dengan mereaksikan bahan yang digunakan dengan bahan kimia (Murciano Martínez *et al.*, 2015). Bahan kimia yang banyak digunakan adalah senyawa asam dan basa. Tujuan dari perlakuan ini adalah untuk menghilangkan lignin dan hemiselulosa dan memecah ikatan senyawa dalam bahan menjadi lebih sederhana. Dalam kondisi basa, ikatan ester dalam lignin dan hemiselulosa mudah untuk dipecah sehingga secara signifikan dapat meningkatkan kelarutan lignin dan hemiselulosa yang menyisakan selulosa. Natriun hidroksida (NaOH) merupakan pelarut yang sering digunakan dalam perlakuan kimia, sebagian besar lignin dapat dihilangkan dalam reaksinya. Namun konsentrasi NaOH perlu diperhatikan untuk menghindari kehilangan senyawa penting lainnya. Dalam kondisi asam lignin dan hemiselulosa juga dapat larut sehingga akses terhadap selulosa menjadi lebih mudah. Pelarut yang biasa digunakan adalah asam sulfat (H_2SO_4), asam klorida (HCl) dan asam nitrat. Dalam prosesnya senyawa asam kuat ini kan memutus rantai unit glukosa anhidrat (AGU) yang menyebabkan derajat polimerisasi (DP) akan berkurang secara signifikan dengan waktu reaksi yang relatif singkat (Palme *et al.*, 2016).

3. Perlakuan biologi

Perlakuan ini merupakan proses yang memerlukan waktu paling lama namun berbiaya rendah dan ramah akan lingkungan. Proses ini menggunakan mikroorganisme dan enzim untuk proses delignifikasi serta mempermudah dalam proses hidrolisis enzimatik lanjutan. Mikroorganisme yang biasa

digunakan adalah berasal dari jamur. Perlakuan ini efektif dalam proses delignifikasi dikarenakan sifatnya yang unik (C. Yang *et al.*, 2008).

Aplikasi Selulosa sebagai Bahan Tambahan Pangan

Aplikasi selulosa secara luas spesifik untuk produk pangan dapat dibedakan dari karakteristik fisik dan kimia hasil turunan (modifikasi) selulosa. Beberapa turunan selulosa secara komersial banyak dikembangkan antara lain menjadi *methylcellulose* (MC), *hydroxypropyl cellulose* (HPC), *hydroxypropyl methyl cellulose* (HPMC) dan *carboxymethyl cellulose* (CMC) (Nechyporchuk *et al.*, 2016). Turunan selulosa merupakan hasil modifikasi fisik dan kimia yang digunakan dalam memperbaiki sifat reologi, emulsifikasi, stabilitas larutan, modifikasi pembentukan dan pertumbuhan kristales, meningkatkan kapasitas pengikatan air (WHC) dan meningkatkan kapasitas pengikatan minyak (OHC). Selulosa dan produk turunannya dapat digunakan sebagai *anticaking agent*, *emulsifier*, *stabilizer*, *agent disperse*, pengental, dan *biodegradable film* (Feddersen & Thorp, 2012). Aplikasinya pada makanan antara lain: frozen dessert, kue/roti, saus, sirup, dan produk *beverage* serta dapat dimanfaatkan sebagai edible coating (Gum *et al.*, n.d.).

1. *Hydroxypropyl methyl cellulose*

Hydroxypropyl methyl cellulose (HPMC) disebut juga *hypromelosse* digolongkan sebagai gum dengan kelarutan di dalam air pada suhu yang rendah, berupa serbuk atau granular yang tidak berwarna dan berbau. Penggunaan HPMC pada bidang pangan mempunyai peran sebagai gel nonionic untuk stabiliser, thickener, sebagai pengganti gelatin dari hewan serta pelapis obat-obatan dan bahan baku kapsul. Proses sintesis HPMC dilakukan dalam kondisi alkali (NaOH) yang direaksikan dengan metil klorida (monochlor metana), metil yodida atau dengan dimetil sulfat (DMS). Molar substitusi (MS) pada HPMC adalah banyaknya komponen propilen oksida yang terikat atau bereaksi dengan gugus OH pada rantai selulosa. Perbedaan suhu reaksi, waktu, konsentrasi NaOH dan jenis serat selulosa yang digunakan mempengaruhi MS dari HPMC.

2. *Methyl cellulose*

Methyl cellulose (MC) merupakan turunan selulosa yang memiliki gugus hidrofobik dan hidrofilik serta mudah larut dalam air dingin. MC berperan sebagai emulsifier, coating agent, thickener, pembentuk gel, penahan minyak untuk makanan yang digoreng serta sebagai pelumas. MC juga digunakan sebagai air mata tiruan yang digunakan pada saat mata kering.

Proses sintesis MC dilakukan dalam kondisi alkali (NaOH) yang direaksikan dengan metil khlorida (monochlor metana), metil yodida atau dengan dimetil sulfat (DMS). Dikelompokkan sebagai golongan gum yang bersifat unik dikarenakan kelarutannya dalam air dingin yang sangat tinggi dan pada suhu tinggi terjadi pelepasan air sehingga membentuk gel. MC dengan standar food grade mempunyai derajat substitusi (DS) antara 1,10-2,60, DS ini tergantung pada banyaknya metil khlorida yang terikat dengan gugus OH pada selulosa yang membentuk ikatan eter. Faktor penting yang mempengaruhi DS pada MC adalah kristalinitas dari masing-masing sumber selulosanya, derajat polimerisasi selulosa, perlakuan awal pada meserasi selulosa waktu aktivasi dengan NaOH, dan morfologi serat dari selulosa saat penggilingan dan pengayakan selulosa.

3. *Hidroxypropyl cellulose*

Hidroxypropyl cellulose (HPC) adalah turunan selulosa yang bersifat netral serta mempunyai sifat larut di dalam air dan larut dalam pelarut organik. HPC sebagai bahan tambahan makanan (*food additive*) mempunyai fungsi sebagai emulsifier, stabilizer, dan coating agent. HPC dapat disintesis dari selulosa dalam suasana alkali (NaOH) yang direaksikan dengan propilen oksida (PO) atau epoxy propane pada suhu dan tekanan tertentu. Derajat substitusi yang terjadi pada satu molekul glukosa anhidrid dari rantai selulosa akan dapat mengikat tiga propilen oksida, pada HPC sering dinyatakan sebagai molar substitusi (MS) yang nilainya dapat mencapai 3 lebih. HPC banyak digunakan sebagai emulsifier pada bidang pangan karena memiliki sifat surface aktif sehingga dapat meningkatkan daya serapnya, namun hal ini tergantung pada panjangnya rantai dan struktur kimianya.

4. *Carboxymethyl cellulose*

Carboxymethyl cellulose (CMC) merupakan turunan selulosa yang mudah membentuk gel dan dapat digolongkan sebagai bahan tambahan makanan. CMC banyak digunakan sebagai emulsifier, thickener, pengikat logam atau film serta berfungsi juga pada produk nonpangan seperti pasta gigi, jelly, campuran cat air dan textile. CMC digolongkan sebagai turunan selulosa ionic, biasanya dalam bentuk Na-CMC. Sintesis CMC dapat dilakukan dengan mereaksikan selulosa dalam alkali (NaOH) dengan Natrium monokloroasetat (NaMCA) pada waktu, suhu dan konsentrasi tertentu. Sintesis CMC merupakan reaksi esterifikasi di mana peranan NaOH adalah sebagai aktifasi pada gugus OH dari selulosa. Penggunaan pelarut organik

seperti etanol, isopropanol atau isobutanol, acetone dan pelarut organik lainnya berperan sebagai agen penetrasi ke dalam dinding sel sehingga reaksi esterifikasi dapat berlangsung secara efisien. Penggunaan jenis pelarut, perbedaan suhu dan konsentrasi NaOH pada sintesis CMC akan sangat berpengaruh pada penentuan Derajat Subtitusi (DS) yang diperoleh. Derajat Substitusi adalah banyaknya monochloro acetate (NaMCA) yang bereaksi dengan guguh OH pada rantai selulosa.

Kesimpulan

Limbah hasil pertanian yang kian bertambah dari waktu ke waktu walaupun aman karena bersifat organik, namun bila jumlahnya yang terus bertambah tanpa dilakukan pengelolaan yang baik maka hal ini akan berdampak pada lingkungan sekitar. Pemanfaatan dan pengolahan limbah hasil pertanian perlu dilakukan untuk dapat mengurangi jumlah dan meningkatkan nilai ekonomisnya. Sebagai sumber selulosa yang potensial, limbah hasil pertanian dapat diolah menjadi produk lain yang dapat meningkatkan nilai gunanya. Dalam bidang pangan, selulosa dari limbah pertanian dapat diolah menjadi bahan tambahan pangan yang lebih banyak berperan sebagai *emulsifier*, *thickener* dan *gelling agent*. Pengolahan ini selain berfungsi untuk mengurangi jumlah limbah yang dihasilkan setelah proses produksi, selain itu dapat menjadi sumber alternatif selulosa yang dapat diolah menjadi bahan tambahan pangan.

Referensi

- De Carvalho Benini, K. C. C., Pereira, P. H. F., Cioffi, M. O. H., & Cornelis Voorwald, H. J. (2017). Effect of acid hydrolysis conditions on the degradation properties of cellulose from Imperata brasiliensis fibers. *Procedia Engineering*, 200, 244–251. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.07.035>
- Deepa, B., Abraham, E., Cordeiro, N., Mozetic, M., Mathew, A. P., Oksman, K., Faria, M., Thomas, S., & Pothan, L. A. (2015). Utilization of various lignocellulosic biomass for the production of nanocellulose: a comparative study. *Cellulose*, 22(2), 1075–1090. <https://doi.org/10.1007/s10570-015-0554-x>
- Feddersen, R. L., & Thorp, S. N. (2012). Sodium Carboxymethylcellulose. In *Industrial Gums: Polysaccharides and Their Derivatives: Third Edition* (Third Edit). ACADEMIC PRESS, INC. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-092654-4.50024-3>

- Gum, C., Hoefler, A. C., & Lane, M. P. (n.d.). *Chemistry, Functionality, and Applications*.
- Harris, D. R., & Fuller, D. Q. (2014). Encyclopedia of Global Archaeology. *Encyclopedia of Global Archaeology, January 2014*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0465-2>
- Hu, H., Zhang, Y., Liu, X., Huang, Z., Chen, Y., Yang, M., Qin, X., & Feng, Z. (2014). Structural changes and enhanced accessibility of natural cellulose pretreated by mechanical activation. *Polymer Bulletin*, 71(2), 453–464. <https://doi.org/10.1007/s00289-013-1070-5>
- Irianto, K. (2015). *Pengelolaan Limbah Pertanian* (Vol. 24, Issue 2).
- Malherbe, S., & Cloete, T. E. (2002). Lignocellulose biodegradation: Fundamentals and applications. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, 1(2), 105–114. <https://doi.org/10.1023/A:1020858910646>
- Murciano Martínez, P., Bakker, R., Harmsen, P., Gruppen, H., & Kabel, M. (2015). Importance of acid or alkali concentration on the removal of xylan and lignin for enzymatic cellulose hydrolysis. *Industrial Crops and Products*, 64, 88–96. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.10.031>
- Nechyporchuk, O., Belgacem, M. N., & Bras, J. (2016). Production of cellulose nanofibrils: A review of recent advances. In *Industrial Crops and Products* (Vol. 93, pp. 2–25). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.02.016>
- Obi, F., Ugwuishiwu, B., & Nwakaire, J. (2016). Agricultural Waste Concept, Generation, Utilization and Management. *Nigerian Journal of Technology*, 35(4), 957. <https://doi.org/10.4314/njt.v35i4.34>
- Palme, A., Theliander, H., & Breliid, H. (2016). Acid hydrolysis of cellulosic fibres: Comparison of bleached kraft pulp, dissolving pulps and cotton textile cellulose. *Carbohydrate Polymers*, 136, 1281–1287. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.10.015>
- Pujokaroni, A. S., Ohtani, Y., & Ichiura, H. (2020). Ozone treatment for improving the solubility of cellulose extracted from palm fiber. *Journal of Applied Polymer Science*, January, 1–11. <https://doi.org/10.1002/app.49610>
- Simarmata, T., Herdiyantoro, D., Nurbaity, A., Anngraeni, D. S., Setiawati, M. R., Suryatmana, P., Harlia, E., Firman, A., Marlina, E. T., Fitrianthin, B. N., & Hidersah, R. (n.d.). *Pemanfaatan Limbah Pertanian* (Vol. 2).

- Sudaryanto, T., Inounu, I., Las, I., Karmawati, E., Bahri, S., Husin, B. A., & Rusastra, I. W. (2018). *Mewujudkan Pertanian Berkelanjutan: Agenda Inovasi Teknologi dan Kebijakan*.
- Yang, C., Shen, Z., Yu, G., & Wang, J. (2008). Effect and aftereffect of γ radiation pretreatment on enzymatic hydrolysis of wheat straw. *Bioresource Technology*, 99(14), 6240–6245. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.12.008>
- Yang, J., & Li, J. (2018). Self-assembled cellulose materials for biomedicine: A review. In *Carbohydrate Polymers* (Vol. 181, pp. 264–274). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.10.067>

KOMPETENSI SAMPLING DALAM KEAMANAN DAN MUTU PANGAN SEGAR

Panggulu Ahmad Ramadhani Utoro, Miftakhur Rohmah, Anton Rahmadi dan Maghfirotin Marta Banin

Jurusank Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Latar Belakang

Dalam Pedoman Pelaksanaan Keamanan dan Mutu Pangan Segar tahun 2017 dari Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian Republik Indonesia, dijelaskan latar belakang pelaksanaan pelatihan kompetensi petugas pengawas bahan pangan produk pertanian. Pangan merupakan kebutuhan dasar manusia yang paling utama dan pemenuhannya merupakan bagian dari hak asasi manusia. Hal ini dideklarasikan oleh FAO/WHO pada *International Conference on Nutrition* di Roma tahun 1992, bahwa pangan yang cukup, bergizi, dan aman adalah hak setiap manusia. Pangan yang aman adalah pangan yang terbebas dari cemaran biologis, kimia, dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan manusia serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan, dan budaya masyarakat untuk dapat hidup sehat, aktif dan produktif. FAO/WHO juga sepakat bahwa keamanan pangan (*food safety*) merupakan salah satu komponen dari ketahanan pangan (*food security*). Untuk itu, program ketahanan pangan nasional harus memasukkan aspek keamanan pangan untuk kesehatan manusia. Salah satu sasaran pengembangan di bidang pangan adalah terjaminnya pangan yang dicirikan oleh terbebasnya masyarakat dari jenis pangan yang berbahaya bagi kesehatan. Hal ini secara jelas menunjukkan upaya untuk melindungi masyarakat dari pangan yang tidak memenuhi standar dan persyaratan kesehatan.

Sesuai dengan Peraturan Presiden (PP) Nomor 45 Tahun 2015 tentang Kementerian Pertanian, dinyatakan bahwa salah satu tugas dari Badan Ketahanan Pangan (BKP) adalah melakukan koordinasi, pengkajian, penyusunan kebijakan, pemantauan, penyusunan norma, standar, prosedur, dan kriteria serta melaksanakan bimbingan teknis dan supervisi di bidang pengawasan keamanan pangan segar. Dengan adanya perubahan struktur organisasi di Kementerian Pertanian maka terdapat beberapa kewenangan yang dialihkan ke unit eselon 1 lainnya. Berdasarkan Surat Keputusan

Menteri Pertanian Nomor 568 Tahun 2015, BKP mendapatkan kewenangan tambahan sebagai Otoritas Kompeten Keamanan Pangan (OKKP) dan Otoritas Kompeten Pertanian Organik (OKPO). OKKP bertanggung jawab dalam pengawasan keamanan pangan segar. OKKP Pusat (OKKP-P) mendelegasikan sebagian kewenangannya kepada Otoritas Kompeten Keamanan Pangan Daerah (OKKP-D), yang berkedudukan di Provinsi sesuai penunjukan Gubernur. Sedangkan OKPO merupakan lembaga yang diberi kewenangan untuk membuat kebijakan terkait pertanian organik. OKPO dapat melakukan pengawasan terhadap Lembaga Sertifikasi Organik (LSO) yang beroperasi di Indonesia dengan berkoordinasi dengan Komite Akreditasi Nasional (KAN).

Tujuan

Makalah ini bertujuan untuk memberikan penjelasan tentang kompetensi yang perlu dimiliki oleh pengawas pangan dalam hal sampling untuk keamanan dan mutu pangan segar.

Definisi-definisi

Definisi-definisi menurut Pedoman Pelaksanaan Keamanan dan Mutu Pangan Segar tahun 2017 dari Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian Republik Indonesia dan Keputusan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 618 Tahun 2016 tentang Penetapan Standar Kerja Nasional Indonesia Kategori Pengolahan Golongan Pokok Industri Makanan Bidang Keamanan Pangan:

1. Keamanan pangan segar adalah kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah pangan segar dari kemungkinan cemaran biologis, kimia, dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan manusia serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan, dan budaya masyarakat sehingga aman untuk dikonsumsi.
2. Laboratorium uji adalah laboratorium uji keamanan pangan segar yang telah diakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN) atau yang ditunjuk oleh Menteri Pertanian.
3. Otoritas Kompeten Keamanan Pangan-Pusat (OKKP-P) adalah lembaga/institusi atau unit kerja di lingkup Kementerian Pertanian yang sesuai dengan tugas dan fungsinya diberikan kewenangan untuk melaksanakan pengawasan sistem jaminan mutu pangan hasil pertanian, dalam hal ini adalah Badan Ketahanan Pangan.

4. Otoritas Kompeten Keamanan Pangan Daerah (OKKP-D) adalah lembaga/institusi atau unit kerja di lingkup Pemerintah Daerah yang sesuai dengan tugas dan fungsinya diberikan kewenangan untuk melaksanakan pengawasan sistem jaminan mutu pangan segar hasil pertanian.
5. Pangan Segar adalah pangan yang belum mengalami pengolahan yang dapat dikonsumsi langsung dan/atau yang dapat menjadi bahan baku pengolahan pangan.
6. Pangan Segar Asal Tumbuhan, yang selanjutnya disingkat PSAT adalah pangan asal tumbuhan yang belum mengalami pengolahan yang dapat dikonsumsi langsung dan/atau yang dapat menjadi bahan baku pengolahan pangan.
7. Pengawasan keamanan pangan segar adalah upaya-upaya yang dilakukan dalam rangka menjamin keamanan pangan segar yang beredar melalui inspeksi, pengambilan contoh, *monitoring* dan pengujian.
8. Pengawas Keamanan pangan segar adalah petugas yang memiliki kompetensi dalam pengawasan keamanan pangan segar asal tumbuhan yang telah disertifikasi oleh Lembaga Sertifikasi Profesi (LSP).
9. Pelaku usaha PSAT adalah setiap orang dan atau badan usaha berbadan hukum maupun tidak yang bergerak pada suatu atau lebih subsistem agribisnis pangan, yaitu penyedia masukan produksi, proses produksi, pengolahan, pemasaran, perdagangan dan penunjang.
10. Peredaran pangan adalah setiap kegiatan atau rangkaian kegiatan dalam rangka penyaluran pangan kepada masyarakat, baik untuk diperdagangkan maupun tidak.
11. Petugas Pengambil Contoh (PPC) adalah petugas yang telah terlatih dalam pengambilan contoh pangan segar.
12. Pusat adalah Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian.
13. *Rapid Test Kit* adalah alat uji cepat keamanan pangan yang terdiri dari satu atau beberapa bagian alat dan zat kimia tertentu untuk mendeteksi bahaya pada pangan segar yang disebabkan cemaran kimia maupun biologi.
14. Sertifikasi adalah rangkaian kegiatan penerbitan sertifikat.
15. Sertifikat adalah jaminan tertulis yang diberikan oleh institusi/lembaga yang telah diakreditasi untuk menyatakan bahwa barang, jasa, proses, sistem atau personel telah memenuhi standar yang dipersyaratkan.

16. Petugas Pengambil Contoh, yang selanjutnya disingkat PPC adalah Petugas yang ditunjuk untuk melakukan tugas pengambilan contoh berdasarkan kompetensi di bidang pengambilan contoh.
17. Sampling Plan adalah prosedur terencana yang menggambarkan satu pilihan atau menggambarkan contoh terpisah dari lot untuk mendapatkan informasi yang diperlukan seperti keputusan status kesesuaian dalam lot.
18. Lot adalah jumlah tertentu dari komoditas yang dibuat atau diproduksi dengan kondisi yang sama.
19. Sampling lot adalah prosedur yang digunakan untuk memberi gambaran atau menyusun contoh.
20. Contoh primer adalah contoh bagian dari produk yang dikumpulkan dari lot sejak tahap pertama proses pengambilan contoh.
21. Contoh komposit adalah contoh yang dihasilkan dari pencampuran yang cermat dari contoh primer pada lot produk sebelum dikemas.
22. Contoh adalah seperangkat produk yang terdiri dari beberapa macam barang (atau bagian dari barang), yang terpilih dari populasi yang berbeda (dalam sejumlah barang yang penting). Contoh digunakan untuk menyediakan informasi karakteristik yang ada pada populasi contoh.
23. Unit Contoh adalah contoh akhir yang akan dikirim ke laboratorium untuk dilakukan analisis.
24. Contoh Padatan adalah contoh yang merupakan contoh padat yang memiliki bentuk.
25. Contoh Semi padatan adalah contoh yang merupakan contoh padat tetapi tidak memiliki bentuk atau berbentuk serbuk.
26. Contoh Cairan adalah contoh yang terbuat dari cairan.
27. Contoh Kemasan adalah kemasan yang digunakan untuk mengemas contoh.
28. Organisme Pengganggu Tanaman yang selanjutnya disingkat OPT adalah organisme atau hama yang mengganggu proses pertumbuhan tanaman.
29. Pangan Segar adalah pangan asal tumbuhan dan asal hewan yang tidak diolah atau mengalami pengolahan minimal.
30. Sarana pertanian adalah sarana produksi yang digunakan untuk memproduksi komoditas pertanian.
31. Kemasan pangan adalah bahan yang digunakan untuk mewadahi atau membungkus pangan, baik yang bersentuhan dengan pangan maupun tidak.

32. Label pangan adalah setiap keterangan mengenai pangan yang berbentuk gambar, tulisan, kombinasi keduanya atau bentuk lain yang disertakan pangan, dimasukkan ke dalam, di tempelkan pada atau merupakan bagian dari kemasan pangan.
33. Mutu pangan adalah nilai yang ditentukan atas dasar kriteria keamanan pangan, kandungan gizi, dan standar perdagangan terhadap bahan makanan dan minuman.
34. Penyimpanan pangan adalah proses, cara dan/atau kegiatan menyimpan pangan, baik di sarana produksi maupun distribusi.
35. Peredaran produk adalah setiap kegiatan atau serangkaian kegiatan dalam rangka penyaluran produk kepada masyarakat, baik diperdagangkan maupun tidak.

Kompetensi Petugas Pengawas Pangan

Peta standardisasi kompetensi petugas pengawas keamanan pangan menurut Keputusan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 618 Tahun 2016 dapat diidentifikasi berdasarkan fungsi-fungsi yang diawali dengan fungsi tujuan bisnis/organisasi dalam hal ini adalah fungsi keamanan pangan, yang diidentifikasi terdiri atas 2 fungsi yakni fungsi:

1. Pengendalian sistem keamanan pangan, dan
2. Pengujian laboratorium



Gambar 1. Peta standardisasi kompetensi petugas pengawas keamanan pangan

Ruang lingkup kegiatan pengawasan keamanan dan mutu pangan segar menurut Pedoman Pelaksanaan Keamanan dan Mutu Pangan Segar tahun 2017 dari Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian Republik Indonesia

1. Koordinasi dan kelembagaan keamanan pangan segar, melalui penguatan kelembagaan keamanan pangan segar dan peningkatan kompetensi personel yang menangani keamanan pangan segar
2. Pengawasan keamanan pangan segar di *pre market* dan *post market* melalui *monitoring*, inspeksi, verifikasi/surveilanss dan pengujian.

Lebih jelasnya, kegiatan pengawasan keamanan pangan segar menurut Pedoman Pelaksanaan Keamanan dan Mutu Pangan Segar tahun 2017 dari Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian Republik Indonesia terdiri dari:

1. Pengawasan Keamanan Pangan Segar Pelaksanaan pengawasan keamanan pangan segar dilaksanakan terhadap produk PSAT dan organik, baik di tingkat budidaya, penerapan maupun yang beredar di pasar. Kegiatan ini meliputi:
 - Pengadaan *rapid test kit* untuk deteksi cepat residu pestisida dan atau mikroba
 - Pengujian keamanan pangan segar di laboratorium yang diakreditasi sesuai ruang lingkupnya
 - Melakukan pemantauan, pengawasan keamanan pangan segar.
2. Promosi Keamanan Pangan Segar Kegiatan ini bertujuan untuk menyebarluaskan informasi keamanan pangan segar. Kegiatan ini meliputi:
 - Menyiapkan dan mendistribusikan *leaflet*, poster dan bahan promosi lainnya;
 - Berperan serta dalam pameran.
3. Fasilitasi OKKP Pusat Kegiatan ini bertujuan untuk memfasilitas kegiatan operasionalisasi OKKP Pusat, meliputi:
 - Penyusunan pedoman
 - Pelayanan sertifikasi, registrasi PSAT dan *packing house*
 - *Monitoring/Inspeksi/Surveilanss* terhadap: a. Pelaku usaha dan produk pertanian b. Kinerja OKKPD

4. Pengawalan regulasi teknis kegiatan ini bertujuan untuk menyusun/memantau/penerapan regulasi teknis terkait keamanan pangan segar. Kegiatan ini meliputi:
 - Menyiapkan kegiatan pengawalan regulasi teknis, seperti rapat-rapat koordinasi;
 - Pembahasan penyusunan/penerapan regulasi teknis

Berdasarkan Keputusan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 618 Tahun 2016 dan relevansinya dengan produk-produk segar hasil pertanian, Petugas Keamanan Pangan yang memiliki fungsi tujuan Mengawasi Keamanan Pangan dengan fungsi kunci Mengendalikan Keamanan Pangan memiliki beberapa fungsi utama dan fungsi dasar, yaitu tercantum sebagai berikut:

1. Melaksanakan penilaian keamanan pangan
 - Mengidentifikasi sifat fisik dan kimia dari bahan dan produk bahan pangan
2. Melaksanakan inspeksi, audit dan sertifikasi keamanan pangan
 - Mengembangkan rencana pengambilan contoh
 - Melakukan pengambilan contoh
 - Mengelola program audit/inspeksi/asesmen keamanan pangan
 - Melaksanakan audit/inspeksi/asesmen keamanan bahan pangan produk pertanian
 - Menganalisis bahaya keamanan bahan pangan produk pertanian
 - Melakukan inspeksi dan sortasi bahan dan produk bahan pangan produk pertanian
 - Menilai kepatuhan terhadap program keamanan bahan pangan produk pertanian
 - Melakukan negosiasi dalam audit keamanan pangan bahan pangan produk pertanian
 - Memantau pengembangan dan implementasi sistem penjaminan mutu (QA) bahan pangan produk pertanian
 - Mengembangkan sistem kualitas untuk produk bahan pangan produk pertanian
3. Melaksanakan surveilans dan penyuluhan keamanan pangan
 - Merencanakan sistem penerapan manajemen keamanan bahan pangan produk pertanian
 - Melakukan pelatihan keamanan bahan pangan produk pertanian

- Mengembangkan Program Manajemen Risiko (PMR) bahan pangan produk pertanian
- Melakukan kajian keamanan bahan pangan produk pertanian

Pemantauan, Evaluasi, dan Pelaporan

Pemantauan, evaluasi, dan pelaporan harus dilakukan secara berjenjang, terus menerus, periodik, tepat waktu dan tepat sasaran sehingga dapat segera dilakukan perbaikan, apabila ada hal-hal yang tidak sesuai dalam pelaksanaan kegiatan. Menurut Pedoman Pelaksanaan Keamanan dan Mutu Pangan Segar tahun 2017 dari Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian Republik Indonesia, kegiatan pemantauan, evaluasi, dan pelaporan didefinisikan sebagai:

1. Pemantauan adalah suatu pelaksanaan kegiatan yang terus menerus dalam jangka waktu tertentu, terhadap perkembangan setiap pelaksanaan kegiatan pengawasan keamanan dan mutu pangan segar baik di pusat dan provinsi. Hal-hal yang akan dipantau adalah pelaksanaan kegiatan, kelengkapan administrasi, penggunaan dana, dokumen operasional berupa Petunjuk Teknis serta output yang dicapai.
2. Evaluasi dilakukan di pusat dan provinsi secara periodik minimal 2 (dua) kali setahun atau sewaktu-waktu apabila terjadi permasalahan yang sangat penting. Evaluasi dimaksudkan untuk mengetahui tingkat keberhasilan pelaksanaan kegiatan sesuai dengan indikator yang telah ditetapkan.
3. Pelaporan pelaksanaan kegiatan dilaksanakan oleh pusat dan provinsi. Pelaporan dari provinsi ke pusat dilakukan setiap 6 (enam) bulan sekali dalam satu tahun. Laporan yang dibuat menggambarkan hal-hal sebagai berikut: (a) jenis dan sasaran kegiatan serta keluaran yang diharapkan; (b) kemajuan pelaksanaan kegiatan dan anggaran sesuai dengan indikator yang ditetapkan; (c) permasalahan yang dihadapi dan upaya pemecahan masalah.

Daftar Parameter Uji Keamanan Pangan Segar

Menurut Pedoman Pelaksanaan Keamanan dan Mutu Pangan Segar tahun 2017 dari Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian Republik Indonesia, Daftar Parameter Uji Keamanan Pangan Segar terdiri dari:

1. Kelompok bahan aktif pestisida:
 - Organochlor
 - Organophosphate

- Phyretroid
- Carbamate

Catatan: Parameter pengujian dapat mengacu pada standar codex

2. Mikroba:

- *Escherichia coli* (*E. coli*)
- *Salmonella*, sp.
- *Listeria monocytogenes*

3. Logam Berat:

- Pb
- Cd
- Hg
- As

Komoditas sampel yang diambil diprioritaskan pada pangan segar asal tumbuhan dengan kriteria:

- banyak diproduksi;
- banyak dikonsumsi dan
- diduga mempunyai permasalahan ketidakamanan pangan.

Tabel 1. Kejadian luar bisa dan masalah kesehatan akibat pangan tercemar mikroorganisme patogen

Type	Symptoms	Typical organism
Acute watery	Loose or watery stools without visible blood Duration: generally < 7 days	<i>V. cholerae</i> , ETEC, rounded virus
Acute bloody	Loose or watery stools with visible blood Duration: generally < 7 days	Shigella, <i>C. jejuni</i> , EIEC, rounded virus
Persistent	Loose or watery stools with/without visible blood Duration: 14 days or more	Multifactorial: Enteric invasion, malnutrition, impaired immunity lactose intolerance

Tabel 2. Jenis-jenis transmisi cemaran bahan pangan matang dan mentah

Agents	Carrier	Transmission			Person to person	Multipli-cation in food	Example in food
		Water	Food				
BACTERIA							
<i>B. cereus</i>	Soil	-	+	-		+	Cooked rice, vegetables
<i>C. Perfringens</i>	Soil, animal, man	-	+	-		+	Cooked meat
<i>Enterohaemoragic</i> <i>E. coli</i>	Cattle, poultry, sheep	+	+	+		+	Undercooked meat, raw milk
VIRUS							
Norwalk virus	Man	+	+	0		-	Shellfish
HELMINTH							
<i>T. saginata</i>	Cattle, swine	-	+	-		-	Undercooked meat

Sumber: Anton Rahmadi. Bahan Kuliah Mikrobiologi Umum, Fakultas Pertanian Unmul

Teknik Sampling

Jenis-jenis unit analisis yang relevan dengan produk pangan segar hasil pertanian:

1. Manusia
2. Organisasi/korporasi
3. Benda/produk
4. Waktu pengamatan
5. Kondisi lingkungan

Pengumpulan Data Pedagang

Populasi pedagang: jumlah keseluruhan pedagang yang ingin diselidiki oleh peneliti. Data ini didapat berdasarkan data resmi dari Dinas Pasar, Dinas Perdagangan ataupun Badan Pengelola yang ada di satu lingkungan pasar tersebut. Apabila jumlah pasar dan pedagang sedikit, data ini dapat diperoleh dengan melakukan penghitungan langsung di pasar (data primer). Dari data ini maka ditentukan populasi sasaran, yaitu jumlah pedagang yang akan ter-sampling.

Penentuan Jumlah Pedagang Per-Sampling

Teknik sampling dilakukan karena sulit mengambil seluruh populasi (sensus) menjadi data penelitian karena:

- populasi yang demikian banyaknya sehingga dalam praktiknya tidak mungkin seluruh elemen diteliti;
- keterbatasan waktu penelitian, biaya, dan sumber daya manusia, membuat peneliti harus telah puas jika meneliti sebagian dari elemen penelitian;
- bahkan kadang, penelitian yang dilakukan terhadap sampel bisa lebih reliabel daripada terhadap populasi
- misalnya karena elemen sedemikian banyaknya maka akan memunculkan kelelahan fisik dan mental para pencacahnya sehingga banyak terjadi kekeliruan. (Uma Sekaran, 1992);
- jika elemen populasi homogen, penelitian terhadap seluruh elemen dalam populasi menjadi tidak masuk akal.

Sampel dapat mewakili seluruh populasi, apabila:

- Sampel harus mengandung dua kriteria yaitu cermat (*accuracy*) dan tepat (*precision*).
 1. Kriteria cermat dimaksudkan agar sampel yang diambil tidak akan bias sehingga sampel dapat memberikan reaksi yang tidak berlebih atau kurang tetapi memberikan reaksi wajar.
 2. Kriteria tepat mengandung arti sampel yang diambil dapat mewakili dengan wajar keseluruhan populasi tersebut. Oleh karena itu aspek ketepatan ini mengandung pengukuran standard yang dapat ditoleransi terhadap kemungkinan kesalahan pengambil sampel.
- Menggunakan teknik pengambilan sampel (teknik sampling) yang sesuai dengan strategi penelitian yang dilakukan.

Teknik sampling diperlukan di dalam penelitian, hal ini dikarenakan bisa digunakan untuk menentukan bahwa siapa saja anggota dari populasi yang akan dijadikan sampel. Oleh karena itu teknik sampling memang harus jelas tergambar dalam sebuah rencana penelitian supaya tidak membingungkan pada saat kita terjun di lapangan. Pada dasarnya teknik sampling dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu:

1. Probability Sampling

Teknik untuk pengambilan sampel yang akan memberikan peluang sama untuk setiap anggota populasi yang bisa dipilih menjadi anggota sampel.

Probability sampling sendiri terdiri atas 4 macam, yaitu:

- *Simple Random Sampling*: Dikatakan simpel atau sederhana dikarenakan dalam pengambilan sampel dari populasi itu memang dilakukan secara acak tanpa harus memperhatikan strata.

Contoh: dari keseluruhan pedagang di Pasar Segiri yang berjumlah 400 lapak maka akan diambil 10% populasi ter-sampling.

- *Proportionate Stratified Random Sampling*: Salah satu teknik yang digunakan apabila populasi memiliki unsur/anggota yang tidak berstrata dan homogen secara proporsional.

Contoh: Dari keseluruhan pedagang di Pasar Segiri, terdapat 300 penjual sayur, 50 penjual daging dan ikan, 50 penjual beras dan tepung maka untuk semua kelompok penjual masing-masing diambil 10% populasi ter-sampling.

- *Disproportionate Random Sampling*: Teknik yang digunakan dalam menentukan jumlah dari sampel, apabila populasi itu berstrata namun kurang proporsional.

Contoh: Dari keseluruhan pedagang di Pasar Segiri, terdapat 300 penjual sayur, 50 penjual daging dan ikan, 20 penjual beras dan tepung maka untuk kelompok penjual sayur diambil 10% populasi ter-sampling, untuk penjual daging dan ikan, diambil 40% populasi ter-sampling, dan semua penjual beras dan tepung akan ter-sampling.

- *Area Sampling* atau *Cluster Sampling*: Teknik yang digunakan dalam menentukan sampel apabila objek yang hendak diteliti atau sumber dari datanya sangat luas.

Contoh: Di Samarinda terdapat beberapa pasar, di antaranya, Pasar Segiri dengan 400 pedagang, Pasar Pagi dengan 100 pedagang, Pasar Sungai Dama dengan 100 pedagang, Pasar Ijabah dengan 50 pedagang, Pasar Sempaja dengan 50 pedagang, Pasar Gunung Lingai dengan 50 pedagang, dan Pasar Loa Bakung dengan 100 pedagang. Untuk masing-masing area sampling dilakukan pengambilan sampel dengan ketentuan 10% dari jumlah pedagang.

Contoh kombinasi teknik sampling: Untuk masing-masing area sampling dilakukan pengambilan sampel dengan ketentuan sebagai berikut: pasar dengan jumlah pedagang > 200, diambil 10%, pasar dengan jumlah pedagang 100.s.d 200, diambil 10%, pasar dengan jumlah pedagang 50 s.d. 100 diambil 20%, dan pasar dengan jumlah pedagang < 50, diambil 40%.

2. *Non Probability Sampling* = teknik yang digunakan untuk pengambilan sampel yang tidak memberi kesempatan atau peluang yang sama untuk setiap anggota populasi yang bisa dipilih menjadi anggota sampel. *Nonprobability sampling* terdiri atas 6 macam, yaitu:
- Sampling Sistematis: Sampling sistematis merupakan teknik untuk pengambilan sampel dengan berdasarkan urutan dari anggota populasi yang sudah diberikan nomor urutan.

Contoh: Misalnya setiap lima lapak pedagang di Pasar Segiri akan diambil satu lapak.
 - Sampling Kuota: Sampling kuota merupakan teknik penentuan sampel dari populasi yang memiliki ciri-ciri tertentu hingga mencapai jumlah kuota tertentu.

Contoh: Misalnya, ditetapkan anggaran sampel yang dianalisis adalah 30 sampel pedagang maka, dilakukan pengambilan populasi secara kuota berdasarkan proporsi jenis barang dagangan yang ada di Pasar Segiri hingga jumlah sampel terkumpul sebanyak 30 buah.
 - Sampling Insidental: Sampling Insidental merupakan teknik untuk menentukan sampel dengan berdasarkan kebetulan.

Contoh: Penelitian insidental dilakukan akibat adanya keresahan masyarakat, kejadian luar biasa penyakit tertentu ataupun kejadian lainnya yang memicu dilakukannya penelitian. Jumlah sampel yang diambil menyesuaikan dengan ketersegeraan laporan analisis (*deadline*).
 - *Purposive Sampling*: *Sampling purposive* merupakan teknik yang paling sesuai dengan pertimbangan tertentu.

Contoh: Sampling pedagang tertentu dikarenakan kejadian khusus atau anggaran khusus yang spesifik terhadap kegiatan tersebut.
 - Sampling Jenuh: Sampling jenuh merupakan teknik untuk menentukan sampel apabila seluruh anggota populasi digunakan untuk sampel.

Contoh: Populasi kurang dari 30 orang maka semua anggota populasi tersebut dijadikan sampel.
 - *Snowball Sampling*: *Snowball sampling* merupakan teknik untuk menentukan sampel yang awal mulanya berjumlah kecil, yang kemudian semakin membesar.

Contoh: Sampling acak dalam jumlah sedikit pada awal pelaksanaan, akan tetapi jumlah sampel terus membesar seiring dengan proses pelaporan, contohnya penelitian mengenai sumber-sumber

wabah keracunan/penyakit tertentu yang bermula dari satu tempat dan terus menyebar ke tempat lainnya.

Tahapan Sampling dari Tiap Pedagang

1. Memahami SOP tahapan sampling
2. Membawa surat perintah kerja/surat keterangan resmi dan menggunakan pakaian dinas/kartu tanda pengenal yang jelas.
3. Mencatat tanggal, jam pelaksanaan, cuaca dan kondisi lingkungan lain (asap, debu kendaraan, dsb).
4. Bersikap ramah, senyum, dan tidak terkesan mengintimidasi.
5. Menggunakan sarung tangan untuk mencegah kontaminasi silang
6. Mengambil sampel secara acak dari beberapa tempat
7. Menjaga suhu sampel tetap dingin (disimpan dalam plastik bersih dan di dalam *coolbox*), sanitasi, bekerja cepat dan dengan kehati-hatian, utamanya bila sampel yang diambil segar akan diukur kadar mikroorganisme yang terdapat di dalamnya.
8. Menyimpan sampel dalam kondisi stabil selama proses transportasi dari lapangan ke laboratorium.

	Min. Temp.	Opt. Temp.	Min. ph	Max. Salt	Heat Resistance
<i>Salmonella</i>	5 C	35-43 C	3,8	6%	D6o: 1-3 min
<i>E. coli</i>	7 C	35-40 C	4,4	5 %	Very sensitive
<i>Vibrio cholera</i>	10 C	37 C	5,0	< 8%	D55: 0,24 min
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	5 C	37 C	4,8	8-10 %	D6o: 0,71 min
<i>Aeromonas</i>	0-4 C	28-35 C	4,0	4-5 %	D55: 0,17 min
<i>Listeria monocytogenes</i>	0-2 C	30-37 C	4,6	10 %	D6o: 1,5-4,5 min
<i>Staphylococcus aureus</i> (toxins)	10 C	40-45 C	4,5	10-15%	Toxins Resistant
<i>Clostridium botulinum</i> type E	3,3 C	25-28 C	5,0	3-5 %	Spores D80: 4,5-10,5 min

Gambar 2. Kondisi pertumbuhan mikroorganisme penyebab keracunan makanan

Melengkapi Data Pedagang Target

1. Data lokasi pengamatan
 - Nama lokasi dan alamat lengkap
 - Nama toko
 - Hari, tanggal, waktu pengamatan

2. Data diri Pedagang/Pemasok:
 - Nama
 - Jenis kelamin
 - Usia
 - Jenjang Pendidikan
 - Kontak (HP), apabila diberikan
3. Perilaku Kebersihan Pribadi:
 - Merokok/tidak merokok
 - Kesehatan pedagang/pemasok
 - Kondisi pakaian dan sepatu kerja
4. Kondisi lingkungan di sekitar:
 - Ketersediaan fasilitas air bersih
 - Pembuangan limbah produk pangan segar
 - Kondisi parit dan lantai
 - Kondisi lingkungan (debu/asap/dsb)
 - Ketersediaan fasilitas sanitasi/kamar mandi

Metode Pengambilan Sampel

Metode pengambilan sampel menurut Pedoman Pelaksanaan Keamanan dan Mutu Pangan Segar tahun 2017 dari Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian Republik Indonesia:

Alat dan Bahan

1. Alat yang dipergunakan dalam pengambilan sampel adalah sebagai berikut:
 - Plastik ukuran 2-3 kg
 - *Cool box (styrofoam)* kapasitas + 20 kg
 - *Aluminium foil*
 - Batu Es
 - Pulpen
 - Stiker/kertas label
 - *Form* pengambilan sampel
 - Sarung tangan steril
2. Bahan/Sampel: Pangan segar yang beredar.

Metode Pengambilan Sampel Tahapan dalam Pengambilan Sampel

1. Identifikasi jenis komoditi pangan segar yang akan diambil sampelnya berdasarkan tingkat konsumsi, volume perdagangan dan diduga mengandung cemaran.

2. Identifikasi pasar di tingkat provinsi.
3. Identifikasi pasar di tingkat kabupaten dengan metode acak.
4. Identifikasi pedagang yang akan disampling berdasarkan metode acak.
5. Sampel diambil dengan menggunakan metode acak. Banyaknya sampel yang diambil sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan untuk pengujian (Uji di laboratorium membutuhkan 2 kg sampel untuk pengujian residu pestisida, mikroba dan logam berat).
6. Petugas pengambil sampel mengenakan sarung tangan dalam melaksanakan tugasnya dan mencatat semua informasi tentang sampel.
7. Sampel yang sudah diambil dari pasar dikumpulkan menurut jenis komoditasnya.
8. Sampel dibungkus dengan plastik serta diberi *coding* jenis komoditas dan asal provinsi.
9. Sampel dimasukkan ke dalam *cool box* yang telah diisi dengan es.
10. Sampel dibawa ke laboratorium.
11. Apabila ternyata sampel tidak bisa langsung dibawa ke laboratorium maka diusahakan agar sampel tersebut disimpan pada lemari pendingin untuk menjaga keawetan dan kesegaran sampel, dan diserahkan pada pagi harinya.
12. Setelah menyerahkan sampel kepada petugas lab, agar minta surat tanda terima sampel.

Ukuran Sampel

Jumlah Dan Jenis Sampel Dari Tiap Pedagang

Tahapan awal adalah mendata jenis produk yang diproduksi/didagangkan pada setiap produsen/pedagang. Teknik ini dapat dilakukan secara deskriptif dengan menjelaskan dan mendetailkan jenis-jenis produk dan perkiraan jumlahnya.

Mengambil Sampel

Syarat sampel yang baik adalah:

- tingkat ketepatan (*precision*): seberapa dekat estimasi peneliti berdasarkan sampel yang terpilih terhadap karakteristik yang sebenarnya dari populasi.
- tingkat kepercayaan (*confidence*): derajat kepercayaan atau ketelitian pengambilan sebuah sampel, misalnya *confidence* level 95%-99%. Semakin tinggi *confidence* level semakin dapat dipercaya data tersebut.

Ukuran sampel dapat pula ditentukan dengan menggunakan rumus Slovin (1960):

$$n = \frac{N}{1+N.e^2}$$

n = ukuran sampel

N = ukuran populasi

e = persen kelonggaran ketidaktelitian karena kesalahan pengambilan sampel yang masih dapat ditolerir atau diinginkan, misalnya 5%

Rumus Slovin ini sebaiknya digunakan apabila jumlah sampel sangat besar, misalnya, 10.000 pedagang, 10.000 kg bahan atau 10.000 unit bahan. Dalam menentukan ukuran/jumlah sampel juga perlu memperhatikan pedoman kasar yang dikemukakan oleh Sekaran (2000), yaitu:

- Jumlah sampel yang paling sesuai untuk hampir semua penelitian adalah $30 < n < 500$.
- Apabila sampel dibagi ke dalam beberapa kategori/subsampel jumlah sampel minimum untuk tiap kategori adalah 30.
- Dalam penelitian multivariate (*multiple regression analysis*) jumlah sampel harus beberapa kali (sekitar 10 kali atau lebih) lipat dari jumlah variabel dalam penelitian.
- Untuk penelitian eksperimen yang sederhana dengan pengendalian eksperimental yang ketat, penelitian yang baik dapat dilakukan dengan menggunakan sampel sekitar 10 sampai 20.

Ukuran minimum sampel yang dapat diterima berdasarkan desain/metode penelitian yang digunakan menurut Gay (1976):

- Deskriptif, minimal 10 % dari populasi. Untuk populasi yang relatif kecil minimal 20%.
- Desain deskriptif-korelasional, minimal 30 subjek
- Metode ex post facto, minimal 15 subyek per kelompok
- Metode eksperimental, minimal 15 subyek

Penggunaan kaidah di atas sebaiknya disesuaikan dengan kondisi populasi dan keadaan lain yang berkaitan.

Memberi Identitas Sampel

Untuk memudahkan pemeriksaan dan kejelasan status kepemilikan, bahan pangan mentah atau jadi disimpan dalam wadah terbuka/tertutup yang diberi kartu *tag* dengan keterangan minimal terdiri dari nama peneliti, Nomor HP, email, dan nama petugas.

Contoh kartu *tag*:

Bahan Pangan Mentah atau Jadi	
Nama Petugas	:
No. HP	:
Email	:
Tanggal Pembelian	:
Nama Penanggung Jawab	:

Penyimpanan bahan pangan mentah (apabila harus diinapkan)

1. Penyimpanan bahan pangan mentah atau jadi di laboratorium dalam jumlah terbatas sesuai dengan kebutuhan penggunaan dalam waktu yang terbatas.
2. Penyimpanan bahan pangan mentah atau jadi disimpan berjauhan dengan bahan kimia *non-food grade*.
3. Bahan pangan mentah dalam kondisi utuh (tidak terkupas) dan tidak utuh (terkupas/terpotong) disimpan di dalam wadah tertutup dan diletakkan di lemari pendingin (suhu 0-4 atau 8-10 C), kecuali apabila volume bahan tidak memungkinkan.
4. Bahan pangan mentah atau jadi yang disimpan di luar dan di dalam lemari pendingin harus berada dalam kondisi baik dan harus digunakan sebelum terlihat rusak/berair/tumbuh jamur/lembek/busuk.
5. Untuk memudahkan pemeriksaan dan kejelasan status kepemilikan, bahan pangan mentah atau jadi disimpan dalam wadah terbuka/tertutup yang diberi kartu *tag*.

Pencegahan Kontaminasi Silang akibat Petugas

1. Definisi kontak tangan kosong adalah kontak langsung tangan dengan bahan mentah/pangan yang digunakan di tempat penyimpanan.
2. Definisi pangan yang tidak diperkenankan untuk kontak langsung adalah bahan mentah/pangan dari kelompok siap santap (*Ready-to-Eat*), yaitu pangan dalam kondisi panas/dingin yang telah siap untuk disajikan/disantap oleh pengguna.
3. Kontak tangan kosong tidak diperkenankan untuk pangan dari kelompok siap santap kecuali ada tindakan yang tidak dapat dilakukan kecuali dengan kontak tangan kosong seperti pembilasan dan/atau ada tindakan lain yang menganulir kontaminasi silang akibat kontak dengan tangan kosong setelahnya.

4. Pencegahan kontak tangan kosong dapat dilakukan dengan sarung tangan sekali pakai, peralatan makan yang bersih, spatula, *tissue* bersih dan *food grade*.

Pembersihan Ruangan Penyimpanan Sampel Sementara

1. Pembersihan dan sanitasi permukaan yang kontak dengan bahan mentah/pangan dilakukan terhadap semua peralatan yang kontak langsung dengan bahan mentah/pangan.
2. Pengguna laboratorium dapat mencuci peralatan yang akan digunakan dengan air bersih mengalir dengan ditambahkan sabun yang sesuai dengan kebutuhan.
3. Apabila diperlukan, disinfeksi dapat dilakukan dengan klorin, iodin atau alkohol berkadar cukup sebagai disinfektan, dan dilanjutkan dengan pembilasan dengan air bersih mengalir.
4. Apabila diperlukan upaya yang lebih higienis, peralatan dapat dibungkus aluminium foil atau plastik yang sesuai dan direbus pada suhu air mendidih selama minimal 20 menit.
5. Apabila diperlukan upaya yang lebih higienis, peralatan dapat dibungkus dengan aluminium foil atau plastik yang sesuai dan disterilisasi pada suhu 121°C selama minimal 15 menit.
6. Semua peralatan yang telah bersih dapat disimpan di wadah yang telah dibersihkan.

Pemindahan Bahan Mentah/Pangan dalam Kondisi Panas/Dingin

1. Definisi bahan mentah/pangan dalam kondisi panas adalah bahan mentah/pangan yang bersuhu tinggi (> suhu 80° C), di mana memegangnya secara langsung dapat menyebabkan cedera fisik.
2. Definisi bahan mentah/pangan dalam kondisi dingin adalah bahan mentah/pangan yang bersuhu rendah (< suhu 0° C), di mana memegangnya secara langsung dapat menyebabkan cedera fisik.
3. Bahan mentah/pangan yang bersuhu panas/dingin dipindahkan dengan menggunakan peralatan yang sesuai seperti jepitan, sendok, spatula, dan peralatan lain.
4. Apabila harus menggunakan tangan maka mahasiswa atau pengguna laboratorium wajib mengenakan peralatan proteksi pribadi seperti sarung tangan yang sesuai dan isolator yang membatasi secara fisik antara tangan dengan bahan mentah/pangan dalam kondisi panas/dingin.

5. Apabila bahan mentah/pangan yang bersuhu ekstrem panas ($>100^\circ\text{ C}$) atau dingin ($<-20^\circ\text{ C}$) maka penggunaan sarung tangan sebagai isolator adalah wajib.

Pembuangan Limbah Terkontaminasi Mikroorganisme

1. Limbah yang terkontaminasi mikroorganisme infeksius harus diDestruksi terlebih dahulu menggunakan *autoclave* pada suhu 121°C selama 20 menit.
2. Wadah penampung limbah akan disediakan di setiap ruangan di mana instrumen yang menghasilkan limbah tersebut berada.
3. Wadah penampung limbah yang sudah terisi penuh akan dikumpulkan pada tempat yang telah disediakan oleh bagian Sarana Prasarana untuk diproses lebih lanjut.

Referensi

- BKP Kementeran RI. 2017. Pedoman Pelaksanaan Pengawasan Keamanan dan Mutu Pangan Segar.
- International Conference on Nutrition ((Rome, Italy :1992World Health , Food and Agriculture Organization of & Organization. Nutrition Unit the United Nations. ((1992. International Conference on Nutrition: final report of the Conference, Rome, December 1992. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/61254>.
- Kepmentan Nomor 568 Tahun 2015 tentang Pelimpahan Kewenangan dalam Urusan Tugas dan Fungsi di Bidang Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian.
- Modul Pengambilan Sampel oleh Nida Adawiyah, Universitas Guna Darma.
- Modul Pelatihan Melaksanakan Program dan Prosedur Keamanan Pangan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia tahun 2016
- Pelatihan Fasilitator Pasar Aman dari Bahan Berbahaya: Modul 4. Pengambilan Contoh (Sampling) Bahan Berbahaya dan Pangan yang Diduga Mengandung Bahan Berbahaya. Badan POM dan Seafast Center, IPB tahun 2015.
- Peraturan Presiden (PP) Nomor 45 Tahun 2015 tentang Kementerian Pertanian.
- SOP Laboratorium Pascapanen dan Pengemasan Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman tahun 2017.

**FORMAT PENGUMPULAN DATA KEAMANAN PANGAN SEGAR
PROVINSI..... (KE PUSAT) TAHUN 2017**

A. Aparat yang Menangani Keamanan Pangan Segar

No	Nama Petugas	Asal Instansi	No. HP.	Email	Pelatihan			
					PPC	Pengawas/ Inspektur	Auditor	PPNS
1	2	3	4	5	6	7	8	9

B. Hasil Uji Laboratorium

No	Jenis Komoditi	Asal Sampel	Parameter Uji	Limit Deteksi Alat	Hasil Pengujian	Standar *)	Status		Referen -si	Metode Pengujian
							MS	TMS		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Keterangan:

MS : Memenuhi syarat

TMS : Tidak Memenuhi Syarat

*) : Standar pengujian residu pestisida

- SNI 7313:2008
- Permentan Nomor 01/Permentan/OT.140/1/2007
- codexalimentarius:2009

Standar Pengujian Logam Berat (SNI 7387: 2009)

Standar Pengujian Mikroba (SNI 7388: 2009)

C. Hasil Uji Cepat (pengujian menggunakan *Rapid Test Kit*) Jenis Pengujian: Residu Pestisida/Mikroba/Formalin/Lainnya *)

No	Lokasi Pengambilan Sampel	Komoditi	Hasil Pengujian	
			Positif	Negatif
1	2	3	4	5

BAGIAN 4

**PENGEMBANGAN KAWASAN PEMBIAYAAN DAN
KELEMBAGAAN PERTANIAN**

PENGEMBANGAN PERKEBUNAN BERBASIS KAWASAN

Achmad Zaini

Jurusan Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Salah satu tantangan pembangunan pertanian adalah pemenuhan kebutuhan pangan, penyediaan bahan baku industri dan peningkatan ekspor komoditas pertanian strategis dan komoditas unggulan nasional lainnya. Dalam rangka peningkatan produksi pertanian komoditas strategis dan unggulan nasional tersebut, pembangunan pertanian yang berskala ekonomi harus dilakukan melalui perencanaan wilayah di bidang pertanian secara komprehensif dan terpadu sejalan dengan tata kelola pemerintahan di era otonomi daerah sehingga diperlukan kebijakan pembangunan pertanian yang sejalan dengan prinsip-prinsip pengembangan wilayah yang oleh Kementerian Pertanian dilakukan melalui kebijakan dan pendekatan pengembangan kawasan pertanian.

Pendekatan kawasan pertanian ini dimaksudkan untuk mengutuhkan kegiatan usahatani mulai dari sub sistem hulu, *on farm*, dan hilir. Pelaksanaan program dan kegiatan pembangunan pertanian yang berbasis kawasan dalam implementasinya harus fokus pada komoditas unggulan nasional dan fokus pada lokasi pengembangan (tidak terpencar), agar memenuhi skala ekonomi dalam penyediaan infrastruktur dan distribusi input serta efisiensi pelayanan informasi pasar dan teknologi. Di samping itu, dalam rangka diferensiasi produk pertanian, di masing-masing daerah tetap dimungkinkan untuk dikembangkan komoditas andalan provinsi maupun kabupaten.

Suatu wilayah yang memiliki sumber daya perkebunan sangat besar, menuntut arah pembangunan wilayahnya harus mempertimbangkan penggunaan sumber daya lokal yang memberikan efek pengganda yang besar bagi serapan tenaga kerja, peningkatan pendapatan, kesejahteraan masyarakat, didukung ketersediaan sumber daya, dan berkelanjutan. Hal ini sejalan dengan konsep pembangunan berkelanjutan yakni mempertimbangkan dukungan aspek sosial, ekonomi dan lingkungan. Dengan prinsip dasar demikian maka sub sektor perkebunan adalah sub sektor yang harus didorong untuk berkembang, di mana secara bertahap bisa menjadi sektor yang dapat diandalkan di samping sektor pertambangan.

Ke depan, peran sektor pertanian diharapkan dapat memberikan andil yang besar dalam pembentukan fondasi ekonomi daerah yang kuat melalui keterlibatan masyarakat/rakyat kecil dengan berciri ekonomi kerakyatan yaitu dengan mengembangkan pendekatan pembangunan yang melibatkan kerja sama antara pemerintah, swasta dan masyarakat setempat dalam bentuk pengelolaan secara bersama (*co-management*) berbasis masyarakat sehingga dapat menggerakkan ekonomi riil daerah yang dinamis. Dengan kata lain masyarakat adalah pelaku utama pembangunan pertanian.

Mengingat permasalahan dalam pengembangan Kawasan Pertanian melibatkan berbagai *stakeholder* dan kelembagaan serta instansi pemerintah dalam pencapaian tujuan maka diperlukan suatu perencanaan yang komprehensif yang memuat perencanaan strategis dari masing-masing dinas atau instansi serta sesuai dengan potensi dan aspirasi masyarakat. Perencanaan tersebut semestinya mencakup unsur penting yaitu strategi-strategi yang ditempuh pemerintah dalam pengembangan Kawasan Pertanian Terpadu Berbasis Lokal. Faktor yang penting diperhatikan yaitu prosedur pelibatan *stakeholder*, khususnya masyarakat (pola partisipatif), kegiatan pemberdayaan, kriteria komoditas (unggulan, andalan dan penunjang), lokasi produksi/*processing* dan jenis produksi, lokasi pemasaran, kelembagaan sosial ekonomi sebagai penunjang dan fasilitas infrastruktur dan fasilitas lainnya, yang didukung oleh sistem informasi data yang memadai dengan berbasis sistem *data base* spasial.

Secara ideal pembangunan perkebunan di suatu daerah harus berorientasi pada sistem yang terintegrasi dan terkoordinasi, baik secara vertikal maupun secara horizontal. Untuk menjalankan sistem tersebut, pengembangan kawasan berbasis komoditas perkebunan ke depan membutuhkan desain yang tepat sehingga usaha agribisnis perkebunan mampu membawa kesejahteraan yang optimal bagi petani/pekebun. Desain pengembangan kawasan berbasis komoditas perkebunan membutuhkan keseimbangan antara beberapa aspek pengembangan di antaranya ketersediaan SDM, potensi SDA, akses permodalan, kebutuhan terhadap sarana fisik dan teknologi, dukungan infrastruktur dan komitmen dari pemangku kebijakan baik di Pusat maupun di daerah.

Berdasarkan orientasi pembangunan perkebunan seperti diuraikan di atas maka strategi penguatan kawasan perkebunan tergantung pada karakteristik kawasan tersebut, dengan kriteria sebagai berikut: 1) kawasan yang sudah berkembang/maju, 2) kawasan cukup berkembang atau 3) kawasan belum berkembang. Parameter umum dapat dilihat dari ketersediaan

sub-sistem agribisnis di dalam kawasan, kemandirian para pelakunya serta kuantitas dan kualitas produk yang dihasilkan. Apabila sub-sistem agribisnis yang ada sudah berjalan dengan efektif, para pelakunya mandiri dan produk yang dihasilkan sudah berkualitas dan berkelanjutan maka kawasan tersebut dapat dikategorikan sebagai kawasan yang sudah berkembang/maju atau sebaliknya. Strategi mendasar dalam mengembangkan kawasan diawali dari optimalisasi potensi komoditas unggulan yang telah berkembang di wilayah tertentu, kemudian secara terfokus dan terarah dikembangkan dengan basis pendekatan agribisnis yang memperhatikan keterkaitan hulu-hilir secara berkesinambungan. Pengembangan kawasan perkebunan ini tidak berdiri sendiri, namun lebih merupakan keterpaduan dari berbagai program dan kegiatan pengembangan antarsektor/sub sektor, antarinstitusi dan antarpelaku yang telah ada di daerah yang terfokus di kawasan.

Penetapan komoditi perkebunan unggulan yang akan dikembangkan dapat didasarkan pada (1) kesesuaian ekologis wilayah, (2) kebijakan pembangunan daerah, (3) permintaan atau peluang pasar, dan lain-lain. Maka untuk penetapan suatu komoditi tanaman perkebunan unggulan yang akan dikembangkan perlu dilakukan analisis kelayakannya. Khusus untuk kondisi di Kabupaten Paser, rencana pembangunan perkebunan dapat mempertimbangkan kondisi eksisting tanaman perkebunan yang telah ada dan secara luas dikembangkan oleh masyarakat, contohnya adalah kelapa sawit.

Undang-Undang 39 Tahun 2014 tentang Perkebunan merupakan referensi utama yang telah merumuskan pasal-pasal tentang asas, tujuan dan pengaturan pembangunan perkebunan yang sangat ideal, bilamana semua rumusan pasal-pasal tersebut dapat diimplementasikan dengan baik, dapat diharapkan petani kebun akan sejahtera, daerah akan maju dan devisa negara meningkat. Pasal-pasal dalam Undang-Undang 39 Tahun 2014 yang sangat penting untuk dipedomani dalam menyusun *master plan* ini adalah pasal 2, pasal 3, dan pasal 4.

Pertama, Pasal 2 tentang asas pembangunan kawasan perkebunan, Perkebunan diselenggarakan berdasarkan asas:

- a) Kedaulatan;
- b) Kemandirian;
- c) Kebermanfaatan;
- d) Keberlanjutan;
- e) Keterpaduan;
- f) Kebersamaan;
- g) Keterbukaan;

- h) Efisiensi-berkeadilan
- i) Kearifan lokal; dan
- j) Kelestarian fungsi lingkungan hidup.

Kedua, pasal 3 berkaitan dengan tujuan Penyelenggaraan Perkebunan bertujuan untuk:

- a) Meningkatkan kesejahteraan dan kemakmuran rakyat;
- b) Meningkatkan sumber devisa negara;
- c) Menyediakan lapangan kerja dan kesempatan usaha;
- d) Meningkatkan produksi, produktivitas, kualitas, nilai tambah daya saing dan pangsa pasar;
- e) Meningkatkan dan memenuhi kebutuhan konsumsi serta bahan baku industri dalam negeri;
- f) Memberikan pelindungan kepada Pelaku Usaha Perkebunan dan masyarakat;
- g) mengelola dan mengembangkan sumber daya Perkebunan secara optimal, bertanggung jawab, dan lestari; dan
- h) Meningkatkan pemanfaatan jasa Perkebunan.

Kemudian yang ketiga, Pasal 4 tentang ruang lingkup pengembangan pembangunan perkebunan, Lingkup pengaturan Perkebunan meliputi:

- a) Perencanaan;
- b) Penggunaan lahan;
- c) Perbenihan;
- d) Budidaya tanaman perkebunan;
- e) Usaha Perkebunan;
- f) Pengolahan dan pemasaran hasil perkebunan;
- g) Penelitian dan pengembangan;
- h) Sistem data dan informasi;
- i) Pengembangan sumber daya manusia;
- j) Pembiayaan usaha perkebunan;
- k) Penanaman modal;
- l) Pembinaan dan pengawasan; dan
- m) Peran serta masyarakat.

Konsep dan pendekatan pengembangan kawasan pertanian, strategi dan kebijakan pendukungnya serta langkah-langkah implementasinya telah dituangkan di dalam Peraturan Menteri Pertanian Nomor 50 Tahun 2012 tentang Pedoman Pengembangan Kawasan Pertanian, yang kemudian disempurnakan melalui Peraturan Menteri Pertanian RI Nomor

18/Permentan/RC 040/4/2018 tentang Pedoman Pengembangan Kawasan Pertanian Berbasis Korporasi Petani. Strategi umum dan langkah-langkah pengembangan kawasan pertanian dituangkan sebagai berikut: (1) penguatan perencanaan; (2) penguatan kerja sama dan kemitraan; (3) penguatan sarana dan prasarana; (4) penguatan sumber daya manusia; (5) penguatan kelembagaan; (6) percepatan adopsi teknologi bioindustri dan bioenergi; (7) pengembangan industri hilir.

Dalam penyusunan rencana aksi pengembangan kawasan perkebunan yang efektif, diperlukan suatu alur penyusunan yang sistematis, di mana kawasan yang menjadi pengembangan kawasan perkebunan yang memiliki potensi komoditas unggulan harus dikaji dari berbagai aspek sehingga menjadi tolok ukur yang tepat dalam merencanakan dan menyusun rencana aksi pengembangan kawasan perkebunan.

Pendekatan yang digunakan dalam penyusunan *action plan pengembangan kawasan perkebunan* adalah pendekatan yang sejalan dengan sistem perencanaan pembangunan nasional sebagaimana yang diamanatkan dalam Undang-Undang Nomor 25 Tahun 2004, yaitu pendekatan: politik, teknokratik, keterpaduan *top down policy-bottom up planning*; dan partisipatif.

- 1) Pendekatan politik, mendukukkan visi misi kepala daerah terpilih sebagai input dalam perencanaan pengembangan kawasan perkebunan. Dengan demikian, tujuan dan sasaran pembangunan nasional melalui penetapan kawasan komoditas pertanian harus dapat diintegrasikan dan diharmonisasikan dengan visi-misi kepala daerah ke dalam kebijakan dan strategi pengembangan kawasan perkebunan.
- 2) Pendekatan teknokratik, mendukukkan *action plan pengembangan kawasan Perkebunan* sebagai instrumen perencanaan *scientific* yang disusun dengan menggunakan metode dan kerangka pikir ilmiah oleh Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda) dan satuan perangkat daerah (OPD) sebagai penjabaran operasional dari Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) dan rencana strategis OPD di lingkup pertanian.
- 3) Pendekatan keterpaduan *top down policy-bottom up planning* mendukukkan forum koordinasi Musrenbang dan forum koordinasi teknis lainnya yang dilaksanakan menurut jenjang pemerintahan mulai di tingkat desa, kecamatan, kabupaten sebagai arena untuk negosiasi dan konsensus penetapan tujuan dan sasaran pengembangan kawasan perkebunan di daerah.

- 4) Pendekatan partisipatif, mendukukkan bahwa pemilihan dan penetapan jenis dan volume kegiatan disesuaikan kebutuhan, permasalahan dan aspirasi petani sebagai pelaku usaha serta pembiayaan dan pembinaan pengembangan kawasan perkebunan didorong untuk meningkatkan keswadayaan masyarakat.

Adapun alur penyusunan Rencana Aksi Pengembangan Kawasan Perkebunan didasarkan kepada Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2018 tentang Pedoman Pengembangan Kawasan perkebunan berbasis korporasi. Di mana Lokasi Kawasan Perkebunan dapat berupa kawasan yang secara historis telah eksis maupun lokasi baru yang sesuai tipologi agroekosistem dan persyaratan budidaya bagi masing-masing jenis komoditas. Kriteria khusus Kawasan Perkebunan mencakup berbagai aspek teknis yang bersifat spesifik komoditas. Kriteria khusus Kawasan Perkebunan, yaitu sebagai berikut:

- 1) Pengusahaan perkebunan dilakukan dalam bentuk usaha perkebunan rakyat dan/atau usaha perkebunan besar dengan pendekatan skala ekonomi;
- 2) Pengusahaan perkebunan besar dilakukan melalui kerja sama kemitraan dengan usaha perkebunan rakyat secara berkelanjutan, baik melalui pola perusahaan inti-plasma, kerja sama kemitraan perkebunan rakyat-perusahaan mitra, kerja sama pengolahan hasil dan/atau bentuk-bentuk kerja sama lainnya;
- 3) Arah pengembangan usaha perkebunan dilaksanakan dalam bingkai prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan, di antaranya: kelapa sawit dengan penerapan sistem *Indonesian Sustainable Palm Oil* (ISPO), kakao dengan penerapan *sustainable cocoa* dan prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan lainnya.

Action plan pengembangan kawasan Perkebunan adalah dokumen perencanaan ditingkat kabupaten yang penyusunannya mengacu pada *master plan* yang telah disusun ditingkat propinsi. Berbeda halnya dengan analisis *master plan* yang bersifat analisis konsepsional yang sarat dengan analisis kuantitatif, analisis rencana aksi lebih bersifat analisis implementatif/imperatif karena indikasi program dan kegiatannya telah dirumuskan di dalam *master plan*. Dengan kata lain, analisis dalam *master plan* lebih berbasis pada analisis potensial untuk mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya yang ada, adapun analisis dalam rencana aksi lebih berbasis pada analisis permasalahan untuk meminimalisasikan faktor pembatas yang dihadapi dalam melakukan

usaha ekonomi produktif yang mencakup teknis, sosial ekonomi, kelembagaan dan kebutuhan pelayanan pembinaan pengembangan. Namun demikian, pola pikir yang digunakan adalah penyusunan *master plan*, yaitu analisis sumber daya, analisis rencana pengembangan dan analisis tetap menjadi dasar untuk tetap berpikir logis dalam melakukan analisis penyusunan rencana aksi.

Secara garis besar kerangka analisis rencana aksi terbagi ke dalam lima bagian besar, yaitu: 1) analisis pemilihan jenis sub kegiatan atau komponen kegiatan, 2) analisis pemilihan lokasi kegiatan, 3) analisis calon penerima manfaat kegiatan dan satuan kerja pelaksana, 4) analisis penyusunan anggaran pembiayaan, dan 5) analisis penyusunan indikator *output* dan *outcome*.

1) Analisis Pemilihan Lokasi Kegiatan

Berkenaan dengan peran anggaran pemerintah dan pemerintah daerah jumlahnya sangat terbatas dalam mendukung percepatan pengembangan kawasan pertanian maka pemilihan lokasi kegiatan (sekurang-kurangnya berada di desa) harus dilakukan dengan pertimbangan rasional untuk menciptakan berbagai keterpaduan, seperti: a) keterpaduan komoditas dan jenis usaha (misal *crop livestock system* atau *multiple cropping*), b) keterpaduan kegiatan lintas sektor atau sub sektor (misal pertanian-jalan-irigasi-industri-koperasi), dan c) keterpaduan sumber pembiayaan (APBN-APBD, Provinsi-APBD, Kabupaten-swadaya masyarakat).

Di samping itu, pemilihan lokasi (desa) juga ditentukan dengan pertimbangan: 1) pemilihan lokasi yang paling responsif terhadap penambahan input dan penerapan teknologi (misal lokasi yang masih rendah produktivitasnya berdasarkan analisis kesenjangan/gap), 2) kesinambungan dengan program dan kegiatan yang pernah dialokasikan sebelumnya yang masih membutuhkan pengutuhan dan penguatan kapasitas, dan 3) jaminan keberhasilan karena didukung dengan keberadaan aparatur kelembagaan pembinaan yang dapat menjadi pendamping teknis.

Rencana lokasi harus didasarkan pada hasil analisis situasi wilayah, analisis tata ruang dan analisis permasalahan yang telah dilakukan dalam penyusunan *Master Plan*. Rencana lokasi sudah harus spesifik mengarah pada kecamatan atau bahkan desa. Dengan demikian penetapan rencana lokasi akan merujuk pada sasaran penerima manfaat (*target beneficiaries*) yang akan dijadikan lokasi pengembangan sehingga proses penetapan calon petani dan calon lokasi (CP/CL) dalam pelaksanaan kegiatan yang selama ini menjadi salah satu faktor keterlambatan pelaksanaan kegiatan akan dapat diminimalkan.

2) Analisis Pemilihan Calon Penerima Manfaat Kegiatan dan Satuan Kerja Pelaksana

Berkenaan dengan peran anggaran pemerintah dan pemerintah daerah jumlahnya sangat terbatas dalam mendukung percepatan pengembangan kawasan pertanian maka di dalam lokasi potensial yang sama (misal desa). Sering kali terdapat kelompok calon penerima manfaat (kelompok tani) yang menginginkan dan layak memperoleh fasilitas dari pemerintah. Dengan kondisi tersebut, untuk fasilitas kegiatan yang berbentuk fasilitas langsung, baik natural atau transfer tunai maka pemilihan calon kelompok sekurang-kurangnya harus dilandasi oleh beberapa aspek, yaitu: a) perubahan sikap dan perilaku, b) peningkatan ketrampilan, c) peningkatan produktivitas, dan d) keberlanjutan program/kegiatan.

Kelompok yang dipilih harus kelompok yang dinilai mau belajar dan siap bekerja sama dengan kelompok lain sehingga diyakini akan berubah sikap perlakunya dalam menerapkan teknologi manajemen, meningkat keterampilannya dan pada akhirnya meningkat produktivitas usahanya serta tetap menjaga keberlangsungan usaha produktivitas secara swadaya setelah fasilitas pemerintah telah berakhir. Kelompok yang berhasil diharapkan nantinya menjadi cikal bakal *champion* yang berperan sebagai perekat jaringan kelembagaan usaha produksi di pedesaan.

Satuan kerja pelaksana ditetapkan menurut tugas pokok dan fungsi masing-masing sesuai jenis kegiatan yang akan diuangkan ke dalam rencana aksi. Sebagaimana dijelaskan di depan maka instansi lintas sektor kabupaten harus dilibatkan dalam proses penyusunan rencana aksi ini sehingga perlu dilakukan analisis peran terhadap para pemangku kepentingan. Rencana satuan kerja yang diharapkan berfungsi sebagai penanggung jawab pelaksanaan kegiatan maupun yang diharapkan berperan sebagai instansi penunjang yang mendukung pelaksanaan kegiatan disesuaikan dengan tugas pokok dan fungsi masing-masing. Namun berkenaan dengan kegiatan penunjang yang dibutuhkan harus dijamin keberadaannya maka Badan Perencana Pembangunan Daerah (Bappeda) dan satuan kerja yang diharapkan berperan harus terlibat secara dini dalam proses penyusunan *action plan pengembangan kawasan Perkebunan*.

3) Analisis Penyusunan Anggaran Pembiayaan

Rencana aksi adalah acuan bersama para pemangku kepentingan milik yang “bertanggung jawab” dalam mendukung keberhasilan kawasan pertanian sehingga anggaran yang disusun harus memasukkan aspek keswadayaan

masyarakat petani memperhitungkan kemampuan anggaran pemerintah, baik APBN dan APBD sesuai kewenangan dan urusannya masing-masing. Hal penting yang harus dipahami adalah bahwa penyusunan skenario anggaran seyogyanya menggunakan skenario moderat yang mempertimbangkan kemampuan anggaran pemerintah.

Prinsip rencana pembiayaan kegiatan yang akan difasilitasi dengan anggaran pemerintah disusun secara jangka menengah 5 tahunan yang dirinci menurut sumber pembiayaan, yaitu APBN, APBD provinsi dan APBD kabupaten. Aspek mendasar yang harus diperhatikan adalah disiplin tata pemerintahan sehingga kegiatan pembiayaan harus benar-benar dapat disusun dengan mempertimbangkan peta kewenangan/urusan masing-masing jenjang pemerintahan serta disiplin atas pembiayaan konsentrasi, dekonsentrasi, tugas pembantuan dan desentralisasi (DAU/DAK).

Berkenaan dengan keterbatasan sumber daya anggaran pemerintah yang dimiliki maka penyusunan rencana pembiayaan kegiatan dilakukan secara terarah (fokus) dan terpilih sesuai skala prioritas (selektif). Dengan demikian, rencana pembiayaan kegiatan yang akan dilakukan difokuskan pada faktor kritis yang dapat mendorong percepatan pengembangan (*leveraging factor*) dan diprioritaskan pada aspek peran pemerintah sebagai akselerator, dinamisator dan fasilitator pembangunan, yaitu: 1) penyediaan sarana dan prasarana yang tidak mampu dibangun oleh masyarakat dan tidak diminati oleh swasta, 2) upaya mengatasi kegagalan pemasaran produk yang dihasilkan petani (*market failure*), dan 3) meningkatkan kapasitas sumber daya manusia petani dan mendorong berfungsinya kelembagaan pembinaan pemerintah (*capacity building*). Dengan kata lain, penyusunan anggaran dalam rencana aksi harus dirancang secara rasional sehingga pemilihan volume kegiatan di masing-masing lokasi harus dilakukan secara selektif mungkin untuk membiayai kegiatan-kegiatan pengungkit yang telah dianalisis berfungsi sebagai faktor penentu keberhasilan pengembangan kawasan pertanian.

4) Analisis Penyusunan Indikator

Indikator program dan kegiatan rencana aksi yang dituangkan ke dalam matriks rencana aksi adalah indikator *output* kegiatan yang penyusunannya memenuhi kriteria indikator yang *smart*. Di samping itu indikator *output* yang ditetapkan adalah indikator yang langsung mendukung pencapaian sasaran strategis (*outcome*) yang telah ditetapkan *road map* di dalam *master plan* ditingkat provinsi.

Akan terdapat banyak *output* dari kegiatan-kegiatan yang saling mendukung pencapaian *outcome* maka indikator *output* yang dituangkan ke dalam matriks rencana aksi adalah *output* terpenting. Pencapaian indikator didukung dengan asumsi-asumsi penting yang menentukan tercapainya sasaran kegiatan. Asumsi terpenting tersebut adalah pada pengaruh faktor luar yang tidak bisa dikontrol atau diantisipasi sebelumnya. Sebaiknya asumsi-asumsi penting tersebut dimasukkan sebagai suatu analisis risiko.

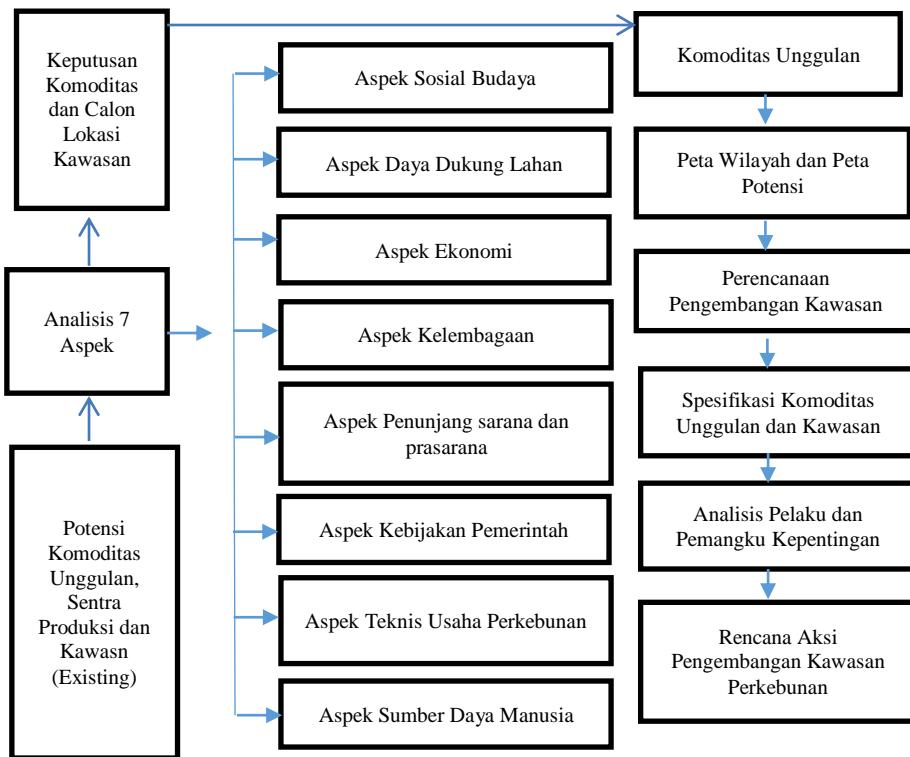
Sejalan dengan prinsip tata kelola dalam perencanaan program dan penganggaran yang berbasis kinerja maka masing-masing kegiatan dan komponen/detail kegiatan yang tertuang dalam matriks program rencana aksi ditetapkan indikator. Berdasarkan analisis perencanaan pengembangan komoditas unggulan dan kawasan pertanian yang tertuang dalam *master plan* maka yang dimaksud dengan *indicator output* dalam Matriks Program Rencana Aksi ini adalah merupakan indikator hasil-hasil kerja dari komponen/detail kegiatan.

Hasil kelima analisis di atas selanjutnya dituangkan ke dalam matriks rencana aksi. Jumlah matriks ini akan menjadi banyak karena masing-masing jenis kegiatan dalam satu program diformulasikan ke dalam satu matriks.

Dokumen utama rencana aksi dibuat dalam bentuk matriks tahunan dengan isi pokok berupa:

- a) Program dan sarana kegiatan;
- b) Jenis dan volume kegiatan;
- c) Lokasi kegiatan di Kecamatan;
- d) Jadwal pelaksanaan kegiatan
- e) Satuan kerja pelaksana kegiatan;
- f) Rencana kebutuhan dan sumber pendanaan; dan
- g) Indikator *output* dan *outcome*.

Alur penyusunan Rencana Aksi Pengembangan Kawasan Perkebunan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penyusunan Rencana Aksi Pengembangan Kawasan Perkebunan

Referensi

- Peraturan Menteri Pertanian RI Nomor 18/Permentan/RC 040/4/2018 Tentang Pedoman Pengembangan Kawasan Pertanian Berbasis Korporasi Petani
Undang-Undang 39 Tahun 2014 tentang Perkebunan

MODAL DAN PEMBIAYAAN DALAM PERTANIAN

Mursidah

Jurusan Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Sektor pertanian merupakan salah satu sektor yang memiliki peran sangat penting bagi Indonesia sehingga sektor ini harus terus dibangun dan dikembangkan. Di antaranya adalah karena:

1. Sektor pertanian sebagai penyedia pangan nasional Indonesia.
2. Berkontribusi besar terhadap produk domestik bruto (PDB)
3. Sektor pertanian menyerap tenaga kerja yang besar.
4. Indonesia memiliki lahan pertanian yang sangat luas.
5. Indonesia memiliki potensi sumber daya alam (SDA) yang besar.

Akan tetapi, di lain sisi pembangunan sektor pertanian di Indonesia juga menghadapi beberapa tantangan/kendala, antara lain:

1. Diposisikan bukan sebagai sektor prioritas
2. Adanya dampak pertumbuhan ekonomi hijau
3. Adanya dampak negatif dari otonomi daerah
4. Adanya dampak negatif dari pemanasan global.
5. Sulitnya aksesibilitas untuk mendapatkan input pertanian.
6. Sulitnya aksesibilitas untuk mendapatkan kredit pembiayaan.

Tantangan sulitnya aksesibilitas untuk mendapatkan input pertanian dan sulitnya aksesibilitas untuk mendapatkan kredit pembiayaan, mengakibatkan sulitnya perkembangan usaha di sektor pertanian, terutama untuk usaha yang berskala kecil. Untuk dapat memberikan produksi yang tinggi dari suatu usahatani, memerlukan input dalam jumlah yang optimal, baik dari segi kualitas maupun kuantitas, yang tentunya akan membutuhkan modal. Keterbatasan modal yang dimiliki petani, dapat diatasi dengan pemberian kredit pembiayaan. Sayangnya, banyak petani yang tidak dapat mengaksesnya, terutama petani kecil/petani gurem.

Input pertanian berupa faktor produksi terdiri dari tanah beserta alam sekitarnya, tenaga kerja, modal dan peralatan. Modal dan peralatan akan mampu mendorong faktor produksi tanah beserta alam sekitarnya serta tenaga kerja untuk memberikan hasil usahatani yang lebih baik, secara kualitas maupun kuantitas serta menjadi lebih efektif dan efisien.

Supaya suatu usaha bisa berlangsung dengan baik maka diperlukan modal. Demikian pula halnya dengan usaha di sektor pertanian. Menurut Vink (1984), modal adalah benda-benda (termasuk tanah) yang dapat mendatangkan pendapatan. Sedangkan menurut Koens, hanya uang tunai saja yang dianggap modal. Jika berdasarkan ekonomi perusahaan, modal merupakan barang ekonomi yang dipergunakan kembali dalam proses produksi atau bisa berupa barang ekonomis yang dapat dipergunakan untuk mempertahankan dan meningkatkan pendapatan (Suratiyah, 2015).

A. Pembagian Modal

1. Berdasarkan sifatnya modal dapat dibagi menjadi 4 bagian, yaitu:

a. *Land saving capital*

Merupakan modal yang dapat menghemat penggunaan lahan atau upaya peningkatan produksi pada luasan lahan yang ada, dapat dilakukan dengan cara menggunakan pupuk, bibit unggul, pestisida dan intensifikasi.

b. *Labour saving capital*

Merupakan modal yang dapat menghemat penggunaan tenaga kerja. Penggunaan modal jenis ini akan memerlukan tenaga kerja dalam jumlah yang lebih sedikit karena ada beberapa jenis pekerjaan yang tenaganya akan digantikan. Contohnya ada penggunaan *Rice Milling Unit* (RMU) untuk menggiling padi menjadi beras, mesin *thresher* sebagai perontok gabah, penggunaan *handtraktor* untuk mengolah tanah, dan sebagainya.

c. Modal yang menyerap tenaga kerja lebih banyak

Penggunaan modal tertentu bukan hanya mampu menghemat tenaga kerja, tetapi juga mampu menyerap tenaga kerja yang lebih banyak. Misalnya penambahan jumlah pupuk yang digunakan, penggunaan pestisida, dan lain-lain.

d. Modal yang memperbesar efisiensi

Penggunaan modal akan semakin besar, apabila melakukan usahatani yang bersifat padat karya atau melakukan usahatani dengan menggunakan lebih banyak tenaga kerja.

2. Jika dilihat dari sisi kegunaannya maka modal dibagi menjadi 2 bagian, yaitu:

a. Modal Aktif

Merupakan modal yang secara langsung maupun tidak langsung dapat meningkatkan produksi. Penggunaan pupuk dan bibit unggul merupakan contoh penggunaan modal yang mampu meningkatkan produksi. Pembuatan terasering adalah contoh modal yang dapat meningkatkan produksi secara tidak langsung.

b. Modal Pasif

Merupakan modal yang digunakan untuk mempertahankan produk atau dengan kata lain modal yang mampu memperpanjang umur produk. Misalnya adalah penggunaan kemasan pada produk (berupa bungkus, karung atau kantong plastik) atau menyediakan tempat penyimpanan atau gudang yang sesuai dengan kebutuhan produk.

3. Berdasarkan waktu pemberian manfaatnya, modal dapat dibagi menjadi:

a. Modal Produktif

Merupakan modal yang apabila digunakan akan langsung dapat meningkatkan produksi, contohnya adalah penggunaan pupuk dan bibit unggul.

b. Modal Prospektif

Merupakan modal yang dapat meningkatkan produksi, tetapi manfaatnya akan dirasakan pada jangka waktu lama. Misalnya penggunaan modal investasi dan pembuatan terasering.

4. Berdasarkan Fungsi

a. Modal tidak tetap/modal lancar

Merupakan modal yang hanya dapat digunakan dalam satu kali proses produksi saja, contohnya adalah penggunaan pupuk dan pestisida untuk tanaman semusim.

b. Modal tetap (*fixed assets*)

Merupakan modal yang dapat dipergunakan untuk beberapa kali proses produksi, misalnya alat yang digunakan dalam usahatani (cangkul, sabit, *handtaktor*, RMU, *thresher*, bangunan dan sebagainya) dan dapat juga berupa ternak atau tanaman keras atau tanaman tahunan.

Modal tetap ini akan menimbulkan 5 konsekuensi biaya berupa: bunga modal, penyusutan, asuransi, pemeliharaan dan komplementer.

Penggunaan alat pertanian sebagai modal tetap seperti traktor dan truk akan memunculkan kelima konsekuensi di atas, artinya akan memunculkan biaya berupa bunga modal (biaya sewa), penyusutan, pemeliharaan (seperti servis, oli, onderdil) dan komplementer (pembelian bahan bakar dan upah untuk operator peralatan tersebut). Sementara penggunaan bajak, sabit dan cangkul akan menimbulkan biaya penyusutan. Apabila ternak sapi dipergunakan tenaganya dalam suatu usaha tani maka akan memunculkan konsekuensi bunga modal, pemeliharaan dan komplementer. Tetapi, apabila ternak sapi tersebut dimanfaatkan sebagai ternak perah maka konsekuensinya adalah bunga modal, penyusutan, asuransi, pemeliharaan dan komplementer.

Jika tanaman yang dibudidayakan dianggap sebagai modal tetap maka ada perbedaan antara tanaman tahunan/tanaman keras dan tanaman semusim. Tanaman semusim dianggap sebagai modal tetap jika belum dipungut hasilnya, sedangkan tanaman tahunan/tanaman keras dapat dianggap sebagai modal tetap, jika tanaman tersebut masih dapat terus diambil hasilnya (misalnya kelapa sawit, kakao, karet, buah-buahan dan lain-lain).

Uang tunai dianggap sebagai modal tetap, jika digunakan untuk membiayai pembelian sarana produksi, membayar pajak dan membayar tenaga kerja keluarga untuk pengolahan tanah.

Penggunaan tanah sebagai modal tetap akan memunculkan konsekuensi bunga (biaya sewa) dan pemeliharaan. Terdapat perbedaan antara pemeliharaan tanah dan pemeliharaan tanaman. Contoh pemeliharaan tanah di antaranya pembuatan teras, pembuatan tanggul dan meratakan tanah miring, sedangkan pemeliharaan tanah meliputi pemupukan, penyirian, pembuatan selokan irigasi/*drainase* dan pengolahan tanah. Jika bangunan berfungsi sebagai modal tetap maka konsekuensi yang akan muncul adalah biaya penyusutan, biaya asuransi, bunga (biaya sewa) dan pemeliharaan bangunan.

B. Pembiayaan dalam Pertanian

Salah satu cara pembiayaan dalam pertanian dapat dilakukan dengan cara pemberian kredit pertanian. Pemberian kredit pertanian ini diyakini dapat meningkatkan produksi pertanian, meningkatkan konsumsi rumah tangga petani kecil dan meningkatkan pendapatan para petani, yang pada akhirnya diharapkan mampu berperan dalam pengentasan kemiskinan, meningkatkan kemampuan usaha dan diversifikasi mata pencarian. Banyak skim kredit

pertanian yang ditawarkan lembaga keuangan, akan tetapi petani kecil masih kesulitan untuk mengaksesnya karena rumitnya administrasi dan agunan yang harus dipenuhi.

Ada beberapa faktor yang menyebabkan petani kecil dan pelaku agribisnis lainnya tidak *bankable*, di antaranya adalah sebagai berikut:

1. Tidak adanya kolateral (jaminan), terutama jika berhubungan dengan lembaga keuangan formal.
2. Adanya *track record* yang kurang baik terhadap lembaga pembiayaan yang pernah ada.
3. Sulitnya mengikuti formalitas yang diharapkan pihak bank.
4. Banyak lembaga keuangan formal tidak mampu dan tidak memahami sifat dasar kegiatan pertanian (Hanafie, 2010).

Beberapa kendala dalam pemberian kredit, di antaranya:

1. Belum optimal karena karakteristik produk pertanian.
2. Fasilitas kredit hanya dapat diakses masyarakat tertentu.
3. Rumitnya masalah administrasi dan agunan.

Ada beberapa jenis jenis Kredit Program yang telah dijalankan Pemerintah, antara lain:

1. Kredit Usaha Tani (KUT)
2. Pengembangan Usaha Agribisnis Perdesaan (PUAP), merupakan bantuan modal usaha untuk menumbuhkembangkan usaha agribisnis sesuai dengan potensi desa sasaran.
3. Bantuan Alat dan Mesin Pertanian (Alsintan), merupakan bantuan yang ditujukan untuk meningkatkan produktivitas petani karena petani tidak memiliki kemampuan dalam pengadaannya.
4. Kredit Ketahanan Pangan dan Energi (KKPE), merupakan kredit modal kerja atau investasi yang digunakan untuk mendukung ketahanan pangan dan energi di Indonesia.
5. Kredit Pengembangan Energi Nabati dan Revitalisasi Perkebunan (KPEN-RP), merupakan kredit yang ditujukan untuk pengembangan tanaman bahan bakar nabati dan revitalisasi pertanian.
6. Kredit Pembibitan Usaha Sapi (KUPS), kredit ini ditujukan untuk meningkatkan sapi yang berkualitas melalui upaya pembibitan sehingga mampu mengurangi ketergantungan impor dan menjaga ketahanan daging sapi dan susu Indonesia.

7. Kredit Usaha Rakyat (KUR), merupakan kredit yang ditujukan untuk usaha mikro, kecil, menengah dan koperasi yang *feasible*, tetapi tidak *bankable*.

Tujuan pemberian kredit di bidang pertanian adalah untuk memudahkan petani mengakses sumber pembiayaan kepada bank dalam rangka meningkatkan volume usaha dan aset petani menuju kepada kesejahteraan rakyat sebagaimana yang dicita-citakan bersama. Untuk mencapai hal tersebut maka ada beberapa langkah yang bisa dilakukan oleh pemerintah, yaitu (Nasir, 2015):

1. Langkah pertama: memberikan insentif berupa bantuan sosial atau modal kerja kepada petani yang belum menghasilkan keuntungan dari usahatannya dan sama sekali tidak memiliki agunan karena kemungkinan gagal bayar besar jika menerima penyaluran kredit dari bank. Pada tahap ini, petani berada pada posisi *non-bankable* dan *non-feasible*. Contoh: PUAP dan Alsintan.
2. Langkah kedua: memberikan subsidi bunga. Hal ini dapat dilakukan jika usahatani yang dilakukan belum memiliki keuntungan atau jika memperoleh keuntungan jumlahnya sangat kecil, tapi memiliki aset yang dapat dijadikan sebagai barang jaminan. Pemberian subsidi bunga ini dimaksudkan untuk mengurangi biaya produksi sehingga dapat memberikan keuntungan pada usahatani. Sehingga pihak perbankan atau lembaga penyedia kredit dapat mulai memberikan pinjaman kepada para petani. Pada tahap ini, petani berada pada posisi *bankable*, tetapi *nonfeasible*. Contoh: KKPE, KUPS dan KPEN-RP.
3. Langkah ketiga: memberikan dukungan penjaminan atau asuransi, baik terhadap kreditnya maupun faktor-faktor risiko yang dapat menyebabkan gagal bayar. Petani memiliki usaha yang mampu memberikan keuntungan (*feasible*), tetapi tidak memiliki agunan yang cukup untuk mendapatkan kredit dari bank. Pemberian kredit dimaksudkan untuk meningkatkan kapasitas produksi dari usahatannya. Contoh: KUR.
4. Langkah keempat: pemerintah tidak perlu lagi memberikan subsidi, di mana petani yang telah melewati langkah pertama sampai ketiga telah memiliki usaha yang menguntungkan (*feasible*) dan memiliki cukup aset untuk menjadi agunan saat mengajukan kredit kepada pihak perbankan atau lembaga keuangan penyedia kredit lainnya.

Referensi

- Hanafie, R. 2010. Pengantar Ekonomi Pertanian. Andi, Yogyakarta.
- Nasir, M. 2014. Konsep Kebijakan Dukungan Pembiayaan Sektor Pertanian, Program Pembiayaan Pertanian. Nagamedia, Jakarta.
- Suratiyah, K. 2015. Ilmu Usahatani. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Yasin, A. 2014. Karakteristik dan *Best-Practice* Pembiayaan Sektor Pertanian, Program Pembiayaan Pertanian. Nagamedia, Jakarta.

STRATEGI PENGUATAN KELEMBAGAAN PENYULUHAN MELALUI PROGRAM KONSTRATANI

Dina Lesmana

Jurusan Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Pendahuluan

Tujuan Pembangunan Pertanian yang terdiri dari 3 Pilar, yaitu menyediakan pangan bagi seluruh rakyat Indonesia yang berjumlah 267 Juta Jiwa, Meningkatkan Kesejahteraan Petani dengan meningkatkan kuantitas dan kualitas produksi serta Pilar ketiga adalah meningkatkan ekspor komoditas pertanian. Dalam mewujudkan tujuan pembangunan pertanian yang paling tepat adalah bagaimana mewujudkan komando strategis pembangunan pertanian dalam satu jalur komando mulai dari Pusat sampai ke tingkat Kecamatan. Komando tersebut dinamakan Kostratani. Kementerian dengan motto Pertanian Maju, Mandiri, dan Modern ini menggulirkan Kostratani untuk menjamin terwujudnya sinergi dan kesatuan gerak pembangunan pertanian di setiap lini. Dengan demikian, gerak pembangunan pertanian pada setiap tingkatan pemerintahan dapat berlangsung harmonis.

Sebagai sebuah gerakan pembaharuan Kostratani dibuat berjenjang. Di tingkat pusat ada Komando Strategis Pembangunan Pertanian Nasional (Kostranas), kemudian di tingkat provinsi ada Komando Strategis Pembangunan Pertanian Wilayah (Kostrawil), di kabupaten/kota berupa Komando Strategis Pembangunan Pertanian Daerah (Kostrada) dan di kecamatan ada Kostratani. Karena pembangunan pertanian nasional bukan hanya tanggung jawab pemerintah pusat, melainkan juga pemerintah daerah maka masing-masing pimpinan daerah menjadi penanggung jawab program dalam memacu produksi, produktivitas dan gerakan pertanian di wilayah kerja masing-masing. Kostratani komandannya adalah Camat, Kostrada adalah Bupati/Walikota, Kostrawil adalah Gubernur dan di tingkat nasional langsung diarahkan oleh Menteri Pertanian Republik Indonesia.

Perkembangan konstratani di lapangan dapat dimonitor dan diarahkan pusat melalui *Agriculture War Room* (AWR). Sebagai ujung tombak di tingkat lapangan diperankan oleh Kostratani yang berkedudukan di kecamatan. Melalui Kostratani, pemerintah mengoptimalkan peran Balai Penyuluhan Pertanian (BPP). Sarana dan prasarana juga ditingkatkan.

Kapasitas penyuluhan dan kelembagaan penyuluhan serta, kelembagaan petani ditingkatkan dan diperkuat.

Kostratani adalah kegiatan pembangunan pertanian tingkat kecamatan yang merupakan optimalisasi tugas, fungsi dan peran Balai Penyuluhan Pertanian (BPP) dengan memanfaatkan IT dalam mewujudkan kedaulatan pangan nasional. Ada dua tujuan utama jangka pendek dan jangka panjang dari program gerakan Kostratani. Sesuai Peraturan Menteri Pertanian Nomor 49/2019, tujuan jangka pendek program gerakan Kostratani yakni menguatkan sarana prasarana, kelembagaan, kapasitas sumber daya manusia dan penyelenggaraan pembangunan pertanian di tingkat kecamatan. Sedangkan tujuan jangka panjangnya untuk mengoptimalkan tugas, fungsi, dan peran Balai Penyuluhan Pertanian (BPP) sebagai pusat kegiatan pembangunan pertanian tingkat kecamatan dalam mewujudkan kedaulatan pangan nasional.

Optimalisasi tugas dan fungsi Balai Penyuluhan Pertanian (BPP) dalam mewujudkan kedaulatan pangan nasional dan menjadikan BPP menjadi kelembagaan penyuluhan pertanian yang terdepan dan sangat strategis untuk mengawal program pembangunan pertanian sehingga dalam melakukan pengembangan pembangunan pertanian di masa mendatang perlu adanya perhatian khusus terhadap penyuluhan pertanian karena penyuluhan pertanian merupakan salah satu kegiatan yang strategis dalam upaya pencapaian pembangunan pertanian. Meningkatkan kesejahteraan petani dan keluarganya adalah tujuan utama dari pembangunan pertanian dan ditunjukkan dengan adanya kegiatan konstratani.

BPP menjadi kelembagaan penyuluhan pertanian terdepan dan sangat strategis untuk mengawal program pembangunan pertanian melalui konstratani. BPP sebagai kelembagaan penyuluhan pertanian mempunyai tugas dan fungsi yang tidak mungkin dikerjakan lembaga lain untuk menyelenggarakan penyuluhan pertanian di kecamatan. Transformasi BPP Konstratani saat ini menjadi program utama dalam membangun koordinasi hingga ke tingkat BPP di kecamatan. BPP sendiri berperan penting di tingkat kecamatan sebagai perantara dalam pelaksanaan program utama Kementerian. Oleh karena itu, koordinasi dan sinkronisasi perlu dilakukan secara terus menerus.

BPP Sebagai Ujung Pangkal Pelaksanaan Program Konstratani

Balai penyuluhan pertanian (BPP) memiliki peran strategis dalam menentukan keberhasilan pembangunan pertanian. Sesuai kebijakan Kementerian Pertanian menjadikan balai penyuluhan pertanian sebagai tempat

melakukan koordinasi menyangkut data, upaya dan langkah yang harus diambil. Pada era pemerintahan yang lalu, BPP sebagai pos simpul koordinasi pelaksanaan kegiatan pembangunan pertanian di wilayah kecamatan. Balai penyuluhan merupakan satuan administrasi pangkal (satminkal) bagi penyuluhan pertanian, perikanan dan kehutanan yang berperan mengkoordinasikan, menyinergikan dan menyelaraskan kegiatan-kegiatan pembangunan pertanian di wilayah kerja balai. Pada saat ini, lebih mengoptimalkan peran BPP, Kementerian Pertanian membuat gerakan Komando Strategi Pembangunan Pertanian (Konstratani), dibandingkan dengan pelaksanaan BPP sebagai Pos Simpul Koordinasi Pangkal (satminkal) maka Komando Strategis Pembangunan Pertanian (Konstratani) lebih mengedepankan teknologi yang berkembang saat ini.

Tugas strategis yang harus dijalankan oleh BPP sebagai pusat komando Kostratani antara lain Melaksanakan koordinasi dan sinergi kegiatan pembangunan pertanian (sub sektor tanaman pangan, hortikultura, peternakan, dan perkebunan) di kecamatan, seperti pendataan dan penguatan data, luas baku lahan, luas tanam, luas produksi, pengolahan hasil pertanian, dan lain-lain. Membentuk, mengawal, dan mendampingi brigade sub sektor sesuai spesifik lokasi; Melaksanakan latihan, kunjungan, supervisi, dan kegiatan pemberdayaan program pembangunan pertanian; Melakukan identifikasi permasalahan dan upaya pemecahannya; dan Menyusun, menyajikan, dan melaporkan hasil pelaksanaan program pembangunan pertanian kepada Ketua Kostrada dan melalui Teknologi Informasi.

Dalam pergerakannya, Kostratani mengoptimalkan tugas, fungsi dan peran BPP dengan menyelaraskan kemajuan era industrialisasi 4.0. Kostratani berpusat di Kecamatan karena pembangunan pertanian dilakukan dari lapangan (desa hingga kecamatan). Kostratani memainkan lima peran strategis yaitu:

1. Sebagai pusat data dan informasi bagi masyarakat, BPP Kostratani dapat memberikan informasi tentang potensi wilayah, teknologi pertanian juga informasi pasar. Semua sumber data dari Kostratani, seperti Data Petani, Data Kelembagaan Pelaku Utama (seperti poktan, gapoktan, KEP), Data Kelembagaan Penyuluhan (BPP dan Posluhdes), Data Ketenagaan Penyuluhan (PNS, THLTBPP, Swadaya, & Swasta) serta Materi dan Informasi Penyuluhan bisa diakses melalui sistem. Untuk selanjutnya setelah data dasar terinput dengan benar maka diperlukan penguatan data dan infomasi tersebut, untuk itu Kostratani juga melakukan *updating* verifikasi validasi mengenai Data Areal

Tanam, Harga Komoditas, SDM Pertanian, e-proposal, Data Komoditas Ekspor, juga Data Populasi dan Produksi. Selain itu *updating* juga dilakukan pada Data Statistik Pertanian, Data Potensi Wilayah, Data Standing Crop, Data Petani dan Pengusaha Pertanian Milenial by NIK, Data Kelembagaan Penyuluhan, Data Ketenagaan Penyuluhan, dan Data Kelembagaan Petani.

2. Sebagai pusat gerakan pembangunan pertanian, melaksanakan kegiatan unggulan Kementerian Pertanian seperti Propaktani, Gedor Horti, Gratieks, Korporasi Petani dan lain sebagainya. Sasarannya adalah kelompok tani, Gapoktan, Kelompok Wanita Tani (KWT), Petani Milenial dan Kelembagaan Ekonomi Petani (KEP).
3. Sebagai pusat pembelajaran, BPP Kostratani diperuntukkan bagi penyuluhan, petani dan Gapoktan hingga KWT dengan tujuan meningkatkan pengetahuan, keterampilan sumber daya manusia pertanian.
4. Sebagai pusat konsultasi agribisnis, BPP Kostratani dapat berperan sebagai sekretariat konsultasi agribisnis untuk petani hingga swasta untuk meningkatkan usaha pertanian menjadi skala bisnis.
5. Sebagai pusat pengembangan jejaring kerja sama. Brigade Kostratani akan memberikan akses dan informasi sehingga bisa terbentuk kerja sama dalam bidang pertanian. Mulai dari akses permodalan hingga kerja sama bisnis lainnya yang tentu membutuhkan jejaring kerja sama agar semakin berkembang dalam skala bisnis.

Memberikan beberapa kriteria yang harus dipenuhi untuk BPP menjadi Posko Kostratani. Mulai dari lokasi BPP yang strategis, wilayah binaan BPP merupakan daerah sentra padi yang luas, dan berada pada satu kawasan sentra pertanian khususnya budidaya padi. Dilihat dari sisi sumber daya manusia (SDM), BPP tersebut haruslah mencukupi untuk petugas IT, Admin, Calon Komandan Kostratani dan Penyuluhan itu sendiri. Setiap BPP, idealnya memang terdiri dari 8 orang penyuluhan. Calon Komandan Kostratani dan Wakil Penyuluhan tersebut siap dilatih untuk operasional Kostratani. Namun paling penting adalah kesiapan sarana dan prasarana di BPP tersebut. Mulai dari jaringan listrik, telepon dan internet. Sebab penyampaian data dan informasi akan terhubung dengan *Agriculture War Room* (AWR) dan Presiden. Adanya kostratani ini juga menjadi bentuk penguatan data dan informasi di BPP

Sebagai ujung pangkal program kostratani maka model BPP konstratani harus memenuhi tahapan sebagai Model BPP Konstratani. Adapun tahapan Model BPP Kostratani, yaitu:

1. Identifikasi lokasi BPP. Syarat menjadi Model BPP Kostratani tahun 2020 di antaranya Lokasi dekat kantor/lokasi pendampingan/kegiatan lain di UK/UPT BPPSDMP, Balitbangtan, dan Barantan; terdapat fasilitas listrik dan Teknologi Informasi (komputer dan internet); adanya keinginan/semangat Penyuluhan; serta adanya dukungan Dinas Pertanian Kabupaten/Kota dan Provinsi;
2. Sosialisasi Kostratani kepada Penyuluhan, Camat, Danramil, Kades, dll di BPP. Sosialisasi ini penting dilakukan agar semua lini yang terlibat dalam Kostratani dapat memahami peran dan fungsi sekaligus tugasnya;
3. Pelatihan IT dan manajemen data/informasi pertanian secara langsung. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan SDM Penyuluhan dan fungsional lainnya dalam mendukung pengembangan Kostratani;
4. Pelatihan *updating* Simluhtan, eRDKK dan CPCL (Aplikasi dikirim ke AWR Kementerian);
5. Pelatihan aplikasi pelaporan program utama Kementerian menggunakan aplikasi pelaporan dan dikirim ke AWR Menteri Pertanian;
6. Pendampingan Program Utama Kementerian kepada petani secara langsung, seperti: penyusunan eRDKK, CPCL; memverifikasi CPCL; memonitor bantuan saprotan (benih, pupuk, pestisida, alsintan, dll);
7. Mendampingi petani dalam mengimplementasikan program utama Kementerian Pertanian di antaranya Propaktani, Gedorhorti, Grasida, Gratieks, Pertanian Masuk sekolah (PMS) dan lain-lain;
8. Melaporkan hasil kegiatan program utama Kementerian Pertanian secara periodik kepada Kostrada, Kostrawil, dan Kostratasan setiap hari Jum'at melalui aplikasi: pertanian.go.id dan laporan progres setiap hari di WAG Model BPP Kostratani.

Kondisi pandemi Covid-19 saat ini menyebabkan *refocusing* anggaran di Kementerian Pertanian untuk menanggulangi kegiatan terkait pandemi tersebut. Tidak terkecuali anggaran pengembangan Kostratani pun mengalami pemotongan anggaran akibat pandemi yang berasal dari Wuhan, Cina. Namun demikian, kegiatan kostratani tidak boleh berhenti. Kegiatan kostratani melalui Pembinaan penyuluhan, petani, Duta Petani Milenial (DPM), dan Duta Petani Andalan (DPA) tetap dapat dilakukan secara *online*, melalui kegiatan

di antaranya Mentan Sapa Petani dan Penyuluhan (MSPP), Ngobrol Asik Penyuluhan (NGOBRAS), Bertani *on cloud* serta *Milenial Agriculture Forum*.

Siapakah Sasaran Konstratani yang sebenarnya?

Diatur dalam Permentan RI Nomor 49 Tahun 2019, sasaran program konstratani adalah penyuluhan pertanian dan petugas lapangan seperti analis ketahanan pangan, petugas pertanian kecamatan, dan sebagainya. Selain itu, gapoktan, organisasi masyarakat, dan petugas informasi dan teknologi (IT) juga ikut berperan. Semua elemen tersebut harus saling berkoordinasi dalam menjalankan program tersebut. Membangkitkan pertanian melalui peningkatan produksi pertanian harus dimulai dari level paling bawah (nol) seperti di sawah, desa, hingga kecamatan. Selain itu, dalam mewujudkan konstratani yang terdepan membutuhkan SDM yang berkualitas dan berdedikasi. Kegiatan pembangunan pertanian di kostratani dilakukan oleh pasukan (brigade) penyuluhan pertanian, mantri tani/kcd/medik dan paramedik veteriner, POPT, wastukan/wasbitnak, pengawas alsintan, analisis ketahanan pangan, analisis pasar dan hasil pertanian serta dibantu oleh para babinsa.

Perlu diingat bahwa untuk mendukung program konstratani, sarana dan prasarana BPP harus diperkuat seperti perbaikan kantor BPP, perangkat teknologi (IT), sarana operasional BPP. Pelatihan untuk para penyuluhan juga dibutuhkan untuk menunjang para penyuluhan dalam melakukan kegiatan penyuluhan. Peran penyuluhan konstratani menjadi kunci dalam pendampingan petani untuk meningkatkan hasil produksinya hingga ke pemasaran.

Peran Penyuluhan dalam Menyukseskan Program Konstratani

Kostratani melibatkan peran aktif penyuluhan pertanian di bawah koordinasi BPP di kecamatan sebagai *locus* pembangunan pertanian. Penyuluhan pertanian sebagai ujung tombak pembangunan pertanian melalui BPP. Penyuluhan ditingkatkan kapasitasnya melalui pelatihan secara tradisional maupun secara virtual.

Penyuluhan pertanian juga memiliki peran untuk melakukan *update* data lapangan secara berkala terkait tugas dan fungsinya, melakukan verifikasi data sesuai dengan pemberitahuan dini terhadap validitas data, membangun jaringan komunikasi aktif dengan para pihak mitra kerja.

Penyuluhan juga berperan dalam sosialisasi dan edukasi kepada masyarakat, melakukan pengawalan proses penentuan CPCL ProPaktani, melakukan pengawalan dan pendampingan pelaksanaan ProPaktani,

memediasi dan membuka akses petani ada sumber saprodi, permodalan pasar, dan melakukan *monitoring* dan menyampaikan laporan capaian di lapangan kepada dinas yang menjalankan urusan sektor pertanian kabupaten/kota. Dalam mengawal program konstratani peran penyuluhan adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan kemampuan manajerial, dan kewirausahaan petani;
2. Membantu petani dalam menumbuhkembangkan kelembagaan agar berdaya saing dan produktif;
3. Memfasilitasi proses pembelajaran petani dalam menerapkan tata kelola berusaha yang baik dan berkelanjutan;
4. Membantu menganalisis dan memecahkan masalah serta merespons peluang dan tantangan yang dihadapi petani dalam mengelola usahanya;
5. Mengupayakan akses petani ke sumber informasi, teknologi dan sumber daya lainnya dalam pengembangan usahatannya;
6. Mengawal dan mendampingi dalam meningkatkan produksi dan produktivitas komoditas prioritas.

Upaya Peningkatan kapasitas penyuluhan dalam melaksanakan perannya pada konstratani seperti menginisiasi penyuluhan untuk mendapatkan:

1. Pelatihan teknis secara virtual melalui program *Bertani on Cloud*. Dalam program ini, pelatihan bagi penyuluhan, petani bahkan pelaku UMKM menjadi sasaran utamanya. Program ini disiarkan dua kali seminggu (Selasa dan Kamis, pukul 08.00-09.30 WIB) dan bisa diakses secara langsung melalui Zoom *meeting* atau kanal Youtube. Materi yang disampaikan dalam program tersebut sangat bervariasi dimulai dari hulu ke hilir. Program *Bertani on Cloud* ini sebagai bentuk pertanian 4.0 dengan moto berlatih kapan saja, di mana saja, tanpa terbatas jarak, ruang dan waktu. *Bertani on Cloud* beda dengan pelatihan *online* lainnya karena pada program ini juga diberikan sesi interaktif dengan memberikan materi praktik teknis pertanian secara *live*. Aplikasi ini menyesuaikan kebutuhan masyarakat.
2. Pendidikan Vokasi pertanian. Komitmen dalam mencetak *job seeker* maupun *job creator* yang mandiri, modern, dan profesional serta dapat bersaing di era industri 4.0. Untuk mencapai kemampuan teknis dan manajerial di bidang pertanian, metode pembelajaran pendidikan vokasi melalui pendekatan *teaching factory* (TEFA) yakni, menerapkan sistem pembelajaran yang dikembangkan semirip mungkin dengan dunia kerja dan dunia industri (DuDi). Salah satu kemajuan teknologi pertanian

adalah *Smart Green House* (SGH) yang merupakan sistem pertanian modern dengan memanfaatkan teknologi. Teknologi yang diterapkan itu dapat mengatur dan memantau kelembapan tanah dan suhu udara pada *greenhouse* serta dapat dimonitor melalui *smartphone*. Dengan *Smart Green House* diharapkan hadir SDM pertanian yang bisa membantu menyiapkan kebutuhan pangan 267 juta jiwa penduduk Indonesia.

3. Pelatihan penggunaan Alsintan Modern. Mekanisasi menjadi penting dalam memacu produktivitas dan kualitas pertanian. Pertanian tradisional ke modern menggunakan alsintan ini mampu meningkatkan pendapatan petani dan meringankan pekerjaan sektor pertanian. Bahkan dengan kesiapan bertahap, pertanian pun siap masuk cara bertani dengan teknologi 4.0. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian (BBP Mektan) telah menghasilkan berbagai prototipe alsintan. Selain teknologi mekanisasi salah satu peralatan yang diberikan ke BPP adalah *drone*. Untuk membantu penyuluhan di lapangan, selain *drone* penebar benih, Balitbangtan juga telah bersiap memproduksi *drone* deteksi kesehatan tanaman. *Drone* ini bukan mendeteksi penyakit, tetapi mendeteksi gejala awal dari penyakit, yaitu stomata yang tidak menyerap ultraviolet saat fotosintesis dan kembali dipantulkan ke udara. Citra inilah yang ditangkap *drone*. Teknologi *drone* ini ditargetkan dapat mendeteksi 100 hektar lahan dalam sekali operasional. Adapun manfaat dari teknologi *drone* pendekripsi tanaman agar hasil produksi bisa dioptimalkan dan mencegah penurunan produktivitas. Teknologi lainnya yang disiapkan dan bisa dipergunakan dalam kostratani adalah *Smart Soil Sensing Kit* untuk deteksi hara dan keperluan pupuk yang cepat dan murah. Selama ini untuk memperoleh informasi terkait sifat-sifat tanah diperlukan waktu pengiriman contoh tanah dan analisis kimia di laboratorium.

Peran Simluhtan dalam Konstratani

Untuk mewujudkan peran kostratani sebagai pusat data dan informasi di antaranya melalui aplikasi Sistem Informasi Manajemen Penyuluhan Pertanian (SIMLUHTAN). SIMLUHTAN digunakan sebagai dasar untuk mewujudkan Big Data Pertanian yang berfungsi mempermudah dan meningkatkan efektivitas program-program Kementerian sehingga tepat sasaran. Simluhtan dikembangkan sejak 2014 berbasis data BPS dengan memanfaatkan teknologi informasi melalui jaringan nirkabel. SIMLUHTAN

berisikan data Kelembagaan Penyuluhan, Ketenagaan Penyuluhan dan Kelembagaan Petani serta mempercepat arus data dan informasi pertanian dari pusat sampai ke petani. Diharapkan *database* SIMLUHTAN ini dapat menjadi dasar dan acuan penetapan CPCL, pemberian bantuan pemerintah dan subsidi lingkup Kementerian dan lembaga lain yang membutuhkan sehingga mempermudah merealisasikan program Kementerian Pertanian, termasuk salah satunya di wilayah Provinsi Kalimantan Timur. Dalam pengembangannya SIMLUHTAN mengacu pada Perpres no 39/2019 tentang satuan data Indonesia dengan berbasis NIK bekerja sama dengan Ditjen Dukcapil Kemendagri.

Peran Informasi Teknologi dalam Memperkuat Konstratani di BPP

Dengan pemanfaatan IT diharapkan mampu memperkuat peran dan fungsi BPP Kostratani. Saat ini, BPP Muara Kaman telah terhubung dengan *Agriculture War Room* (AWR) Pusat. Dengan terhubungnya dengan AWR maka semua data akan terpantau langsung oleh Menteri Pertanian. Memanfaatkan secara optimal perangkat IT pada AWR di pusat koneksi ke *Agriculture Operation Room* (AOR) di tingkat provinsi selaku Kostrawil, Kostrada di kabupaten/kota dan Kostratani pada BPP di tingkat kecamatan.

Konstratani dan AWR adalah infrastruktur utama pengelolaan pertanian di era industrialisasi 4.0 dengan teknologi informasi. Kemampuan transfer data lewat jaringan internet tanpa interaksi dari manusia ke manusia atau manusia ke perangkat komputer dengan *Internet of Things* (IoT) dan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) didukung *big data*.

Untuk itu harus terus mengoptimalkan pengisian data mulai dari tingkat kecamatan. Para penyuluh diharapkan agar terus melakukan pendampingan dan pengawalan proses penetapan data (CPCL, e-RDKK, Simluhtan, Cyber Extention), melakukan pengawalan dan pendampingan pelaksanaan Kegiatan Pembangunan Pertanian, memfasilitasi petani dalam mengakses saprodi, permodalan, pasar serta melakukan penyampaian laporan utama secara berkala dan berjenjang.

Untuk mendukung upaya tersebut maka perlu adanya usaha pemberdayaan penyuluh pertanian pada tingkat BPP, di antaranya dengan menyelenggarakan berbagai pelatihan untuk penyuluh pertanian, terutama pelatihan di dalam pemanfaatan Teknologi Informasi. Karena penguasaan teknologi merupakan satu dari banyak faktor yang akan turut mempengaruhi proses aktivitas penyuluh pertanian dalam melaksanakan tugas dan perannya.

Dalam Kostratani, BPP tidak hanya sebagai pusat data dan informasi, pusat gerakan pembangunan pertanian, dan yang terpenting BPP merupakan pusat pembelajaran petani, untuk itu dalam proses kegiatan kepenyuluhan, penyuluhan di tingkat BPP harus mampu memanfaatkan sarana informasi teknologi sebagai salah satu media dalam mendiseminasi perkembangan informasi pertanian.

Cyber Extension merupakan sarana penyuluhan alternatif berbasis IT yang bisa digunakan oleh penyuluhan pertanian dalam mendukung aktivitas kepenyuluhannya. Diharapkan penyuluhan pertanian di tingkat BPP mampu mengemas materi penyuluhan dengan lebih baik dan menarik. Mengingat materi penyuluhan merupakan pesan yang ingin dikomunikasikan oleh seorang penyuluhan kepada petani. Maka pesan yang akan dikomunikasikan tersebut tidak hanya informatif maupun persuasif, namun harus bersifat inovatif. Untuk itu seorang penyuluhan harus selalu meng-update informasi yang akan disampaikan dan yang dibutuhkan oleh petani. Dengan demikian penyuluhan pertanian yang *update* dan meningkatkan dirinya agar mampu mengoptimalkan pemanfaatan teknologi informasi sehingga menjadikan penyuluhan sebagai sosok penting dalam proses pembangunan pertanian di era Konstratani saat ini.

Progress pengadaan IT untuk konstratani pada BPP dilaksanakan bertahap dan dibiayai oleh anggaran kementerian yang bersumber pada dana APBN, DAK dan PHLN IPDMIP. Paket IT yang diberikan kepada BPP konstratani adalah *Personal Computer (PC)*, *android smartphone/handphone*, *drone*, *infocus* dan layar *infocus*. Dari pemetaan konstratani ada 5.733 BPP untuk seluruh Indonesia yang akan diberikan bantuan IT. Untuk tahap I pengadaan tahun 2019 dilakukan pada 400 BPP yang dibiayai dari usulan dana ABN 2019, untuk tahap II tahun 2020 sebanyak 3.046 BPP yang dibiayai dari dana PHLN dan untuk tahap III tahun 2021 sebanyak 2.287 BPP dibiayai APBN 2021, DAK 2021 dan PHLN IPDMIP.

Adapun perkembangan untuk jumlah BPP di Kalimantan Timur untuk pengadaan IT dilakukan secara bertahap.

Tabel 1. Daftar BPP Penerima Paket IT Pengadaan 3 Tahap pada Kabupaten/Kota di Kalimantan Timur

No	Kabupaten/Kota	Tahun			Total BPP
		2019	2020	2021	
1	Berau	2	8	-	10
2	Balikpapan	-	2	-	2
3	Bontang	-	1	-	1

No	Kabupaten/Kota	Tahun			Total BPP
		2019	2020	2021	
4	Samarinda	-	4	-	4
5	Kutai Barat	-	5	11	16
6	Kutai Kartanegara	3	3	13	19
7	Kutai Timur	3	15	-	18
8	Mahakam Hulu	-	5	-	5
9	Paser	2	5	-	7
10	Panajam Paser Utara	-	3	-	3

Sumber: Surat Kementerian BPPSDMP No Surat B-12098 TU 020/I.2/11/2020 Tanggal 3/11/2020

Dalam penyerahan pengadaan sarana paket IT untuk tahun 2020 terjadi pengunduran dikarenakan kondisi pandemi sehingga penyerahan dilaksanakan pada tahun 2021, untuk tahun 2021 diserahkan pada 2022.

Penyuluhan Milenial dalam menghadapi petani milenial

Penyuluhan milenial pun diharapkan ada di dalam BPP yang menjadi kostratani. Sebab regenerasi petani milenial juga menjadi tujuan dari pembangunan pertanian di masa depan. karakter penyuluhan milenial yang inovatif, berinteraksi dengan media sosial, fleksibel, punya rasa ingin tahu yang tinggi, dan peka terhadap perubahan harus melekat pada kostratani. Karenanya, penyuluhan dalam kostratani harus mampu menjadi insan yang andal, tekun, dan profesional. Harus melek teknologi agar bisa memberikan ilmunya kepada petani terutama petani milenial. Penyuluhan milenial juga harus selalu meng-update teknologi informasi serta mengusai dan mampu mengoperasionalkan seluruh perangkat sistem yang dipersiapkan oleh Kementerian Pertanian Republik Indonesia.

Penyuluhan milenial sekarang memiliki perbedaan dengan penyuluhan generasi sebelumnya. Dalam melakukan penyuluhan, selain *face to face*, bisa *teleconference*, melalui media sosial, aplikasi *messenger* sehingga tidak memiliki ruang batas waktu antara petani dan penyuluhan. Tanggung jawab mendukung pembangunan pertanian juga tidak hanya di wilayah binaan saja, tetapi meluas hingga ke level masyarakat di luar wilayah binaan melalui blog dan komunikasi digital lainnya. Selain bukti fisik untuk penilaian kinerja, jejak digital juga menjadi salah satu bukti kinerja dari penyuluhan milenial. Bahkan penyuluhan juga dituntut untuk bisa menjadi seorang *entrepreneur*.

Namun kondisi saat ini seluruh daerah kekurangan penyuluhan pertanian. Untuk pengawalan dan pendampingan capaian sukses pembangunan sektor pertanian diperlukan 74 ribu orang penyuluhan pertanian di seluruh Indonesia.

Saat ini, baru tersedia 31.500 orang sehingga masih membutuhkan 42.500 orang. Masalah kekurangan penyuluhan juga dirasakan Kaltim.

Kaltim saat ini memiliki 7.200 kelompok tani yang harus dibina oleh penyuluhan pertanian. Tapi, tenaga penyuluhan di Kaltim hanya ada 639 orang sedangkan jumlah desa di Kaltim sebanyak 1.020 desa. Idealnya, satu desa memiliki satu penyuluhan pertanian untuk membantu para petani meningkatkan produksi. Penyuluhan pertanian merupakan garda terdepan untuk membangun ketersediaan pangan.

Harapan dan Rekomendasi

Harapan dengan konstratani yang diimplementasikan di seluruh BPP di Kalimantan Timur dapat menjadikan BPP sebagai:

1. Sumber data dan informasi pertanian yang *update* dan lengkap dan terkoneksi dengan AWR
2. Pelatihan kemampuan IT dan manajerial kepada penyuluhan dilengkapi dengan fasilitasnya.
3. Terlaksananya program pembangunan pertanian nasional dari kementerian petani milenial, KUR, Inovasi pertanian dengan alsintan modern
4. Tersedianya fasilitas *internet*, fasilitas multimedia, dan fasilitas pembelajaran (demplot/SL/FFD)
5. Tersedianya layanan konsultasi agribisnis dan akses modal, pasar dll
6. Terjalinnya kemitraan baik dari korporasi, swasta, lembaga pendidikan maupun kemitraan usaha pertanian
7. Perlunya penumbuhan Posluhdes di setiap desa untuk menjadi penyambung simpul dari BPP di kecamatan
8. Optimalisasi kegiatan konstratani *online* untuk membuka wawasan petani di Kalimantan Timur, seperti Ngobras (Ngobrolasyik penyuluhan), MSPP (Mentan Sapa Petani dan Sapa penyuluhan pertanian), MaF (Milenial Agriculture Forum), *Bertani on Cloud* dan *Training Online*.



Gambar 1. Program Konstratani *online* yang dilaksanakan oleh Kementerian dalam program Konstratani

Referensi

- Badan Penyuluhan dan Pengembangan Sumber Daya Manusia, 2020. Petunjuk Pelaksanaan Komando Strategis Pembangunan Pertanian di Kecamatan, Jakarta.
- _____, 2020. Tayangan Strategi Pembinaan Model BPP Kostratani. Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 49 Tahun 2019 tentang Komando Strategis Pembangunan Pertanian. Jakarta.

BAGIAN 5

**PENGEMBANGAN PETERNAKAN BERBASIS SUMBER
DAYA LOKAL**

POTENSI PENGEMBANGAN TERNAK KERBAU KALANG (*BABALUS BUBALIS*) SEBAGAI SUBSTITUSI DAGING MERAH (DAGING SAPI)

Suhardi dan Ari Wibowo

Jurusan Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Latar Belakang

Tingkat konsumsi daging merah yang berasal dari hewan ternak ruminansia besar seperti sapi dan kerbau mengalami peningkatan setiap tahunnya, baik di tingkat nasional maupun global (Lambertz *et al.*, 2014; Randu *et al.*, 2017). Tingginya tingkat konsumsi daging merah terjadi seiring dengan meningkatnya populasi penduduk dan tingkat pengetahuan serta pendidikan kesehatan di bidang gizi pada masyarakat luas dan penduduk di wilayah Provinsi Kalimantan Timur khususnya (Nursahramdani, 1998). Sehingga peningkatan populasi ternak ruminansia besar seperti sapi dan kerbau perlu ditingkatkan untuk mencapai tingkat produksi yang mampu mencukupi kebutuhan baik di tingkat nasional ataupun daerah sehingga setiap daerah ataupun provinsi/kabupaten harus berupaya meningkatkan produksi ternak yang berkorelasi dengan produksi daging merah dengan menggunakan potensi dan daya dukung wilayah masing-masing (Daniati, 2017; Randu *et al.*, 2017; Suhardi *et al.*, 2020). Di sisi lain Provinsi Kalimantan Timur merupakan salah satu provinsi yang ada di Indonesia yang telah ditetapkan sebagai calon ibu kota negara Republik Indonesia sehingga ketersediaan dan ketahanan pangan menjadi hal yang esensial untuk menunjang kebutuhan pangan di wilayah ibu kota negara, terutama adalah ketahanan pangan asal hewan/ternak untuk memasok dan memenuhi kebutuhan protein hewani atau daging merah secara berkesinambungan.

Di Indonesia ternak kerbau memiliki peran yang cukup penting dalam dunia peternakan nasional, dikarenakan ternak kerbau berperan sebagai penopang ataupun penunjang perekonomian petani atau peternak di wilayah pedesaan (Suhardi, Pijug Sumppun, Monchai Duangjinda, 2020). Berdasarkan data dari BPS peternakan tahun 2020 menunjukkan bahwa populasi ternak kerbau mengalami peningkatan sebesar 26,79 persen dibandingkan tahun sebelumnya yaitu sebanyak 1,179 juta ekor dengan jumlah populasi ternak kerbau jantan sebanyak 40 persen dari total populasi

nasional atau setara dengan 522,400 ekor (Kementerian Pertanian RI, 2020). Peningkatan populasi kerbau di wilayah Provinsi Kalimantan timur juga telah mengalami peningkatan meskipun tidak terlalu signifikan, di mana pada tahun 2019 sebesar 6,194 ekor dan menjadi 6,255 ekor pada tahun 2020 (Kementerian Pertanian RI, 2020).

Pemanfaatan sumber daya lokal atau biodiversitas lokal dalam pemenuhan kebutuhan dan ketahanan pangan baik di tingkat nasional ataupun regional daerah menjadi hal penting, dikarenakan penggunaan sumber daya lokal seperti ternak kerbau kalang memiliki potensi yang cukup potensial untuk memproduksi daging merah sebagai substitusi daging sapi, hal tersebut juga didukung dengan ketersediaan lahan ataupun area untuk pengembangan dan produksi ternak kerbau kalang di beberapa wilayah kabupaten yang berada di Provinsi Kalimantan Timur. Dilihat dari sudut pandang ekologi, pengembangan ternak kerbau kalang sebagai diversitas lokal berperan sebagai indikator lingkungan, dan keberlanjutan populasi spesies endemik (Suhardi *et al.*, 2021). Selain itu ternak kerbau bisa dikatakan salah satu ternak ruminansia besar yang cukup efisien dalam pemanfaatan pakan dengan serat kasar tinggi untuk produksi daging dan susu, di mana dengan ketersediaan pakan hijauan dengan kualitas yang rendah mampu dikonsumsi dan dikonversikan secara optimal untuk memproduksi daging dan susu (Lambertz *et al.*, 2014). Sehingga pemanfaatan plasma nutfah lokal seperti kerbau Kalang sebagai substitusi daging merah memiliki potensi yang cukup berperan pada masa kurun waktu satu dekade ke depan untuk ketersediaan daging merah dan ketahanan pangan protein hewani di tingkat nasional dan provinsi Kalimantan Timur khususnya.

Potensi Budidaya Ternak Kerbau Kalang

Kerbau Kalang Kalimantan Timur merupakan salah satu rumpun kerbau lokal Indonesia yang mempunyai sebaran asli geografis di Provinsi Kalimantan Timur, khususnya wilayah Kabupaten Kutai Kartanegara. Sebagai plasma nutfah otentik Kalimantan Timur yang telah ditetapkan oleh Menteri Pertanian Nomor 2843/Kpts/LB.430/8/2012, kerbau Kalimantan Timur merupakan kekayaan sumber daya genetik ternak lokal Indonesia yang perlu dilindungi, dilestarikan dan dikembangkan untuk berbagai tujuan mulai dari keagamaan, sosial budaya, ketahanan pangan, ekonomi, pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi hingga bidang pariwisata.

Hingga saat ini kerbau Kalang di provinsi Kalimantan Timur telah memberikan kontribusi signifikan bagi masyarakat lokal dan pemerintah

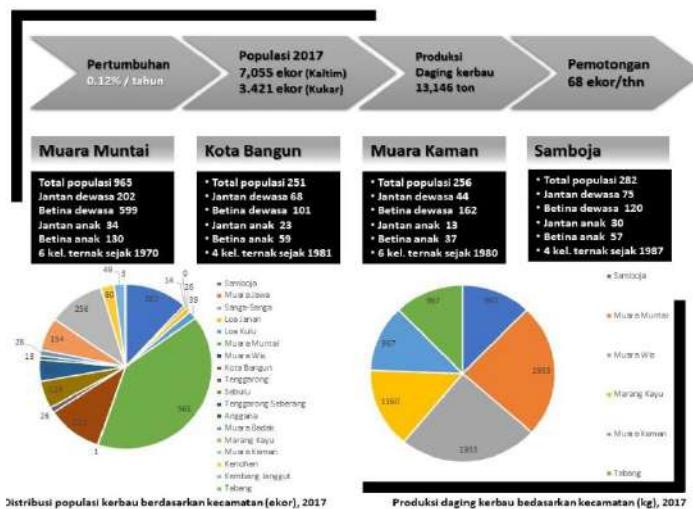
Kabupaten dan Provinsi. Peternakan kerbau memberikan manfaat yang sangat menjanjikan bagi pendapatan perekonomian keluarga, disisi lain, bagi pemerintah Kabupaten dan Provinsi, kerbau Kalang dapat memberikan manfaat sebagai sumber produksi daging sebagai substitusi kekurangan daging merah, menjadi daya tarik sektor pariwisata, area sentra budidaya kerbau Kalang yang berada di Kecamatan Muara Muntai menawarkan keindahan alam yang sangat luar biasa, sebagai *spot traveling*, memancing, fotografi dan ke depan dapat dikembangkan sebagai arena berbagai kontes ternak yang terkait dengan komoditas ternak kerbau, yang berskala regional, nasional, hingga internasional.

Kondisi bentang alam Kabupaten Kutai Kartanegara adalah wilayah yang sangat potensial untuk habitat komoditas ternak kerbau. Topografi Kabupaten Kutai Kartanegara terdiri dari pegunungan, sungai dan danau. Kabupaten ini memiliki 17 danau, dengan danau terbesar adalah danau Semayang dengan luas 13.000 ha yang termasuk dalam sepuluh besar danau terluas di Indonesia dan 31 buah anak sungai dengan sungai Mahakam sebagai induk sungai yang tidak pernah kering sepanjang tahun. Oleh karena itu, wilayah ini sangat tepat dan cocok untuk pengembangan kerbau Kalang, ditambah lagi dengan banyaknya danau-danau buatan hasil eksplorasi penambangan batu bara diwilayah Kabupaten Kutai Kartanegara, setelah proses reklamasi danau-danau ini juga sangat potensial untuk pengembangan ternak kerbau. Tren peningkatan populasi kerbau di Kabupaten Kutai Kartanegara juga bernilai positif terlihat dari populasi yang terus bertumbuh dari tahun ke tahun, sejak 2014 hingga 2019 populasi kerbau tercatat 3.061, 5.987 ekor (BPS Kaltim, 2020).

Jumlah penduduk yang terus meningkat di wilayah Kabupaten Kutai Kartanegara khususnya dan Provinsi Kalimantan Timur umumnya, laju pertumbuhan penduduk yang mencapai 2,31% atau lebih dari 75 ribu jiwa setiap tahunnya, tentu akan membutuhkan suplai pangan khususnya protein hewani berupa daging secara *sustainability*. Sementara berdasarkan data produksi dan konsumsi produk peternakan di Kalimantan Timur maka dapat dihitung surplus/defisit kebutuhan produk peternakan tahun 2018, hasil analisis pada produksi dan konsumsi daging di Kalimantan Timur menunjukkan bahwa Kalimantan Timur tahun 2018 masih dalam kondisi defisit untuk daging sebesar 3.863,59 ton (Dinas Peternakan Provinsi Kalimantan Timur, 2019). Angka ini akan terus bertambah tanpa adanya upaya peningkatan kapasitas produksi komoditas peternakan, ditambah lagi dengan kondisi pada tahun 2024 ibu kota negara Republik Indonesia secara

resmi akan berada di wilayah Kalimantan Timur, bisa dipastikan defisit suplai daging akan meningkat secara signifikan. Komoditas ternak kerbau ke depan akan memberikan kontribusi yang cukup penting dalam substitusi kebutuhan daging merah, penyediaan hewan kurban (Idul Adha) dan pemasok berbagai acara adat (Dayak maupun Toraja).

Penurunan kantong populasi kerbau secara global ditingkat ASEAN termasuk Filipina, Kamboja, Vietnam, Malaysia dan Thailand, memberikan keuntungan tersendiri kepada Indonesia karena hanya Indonesia yang terus mengalami peningkatan populasi setiap tahun secara nasional dengan rasio pertumbuhan sebesar 27,62% dengan populasi sebesar 1.141.298 ekor pada tahun 2019 (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2019). Saat ini populasi kerbau Indonesia telah mengungguli Thailand yang sebelumnya adalah negara pengekspor kerbau terbesar di ASEAN yang telah banyak mengirimkan kerbaunya ke negara Cina, Vietnam, Kamboja, Laos, namun saat ini populasi kerbau di Thailand menurun drastis hanya sekitar 800.000 ekor dari sekitar 6 juta ekor pada 15 tahun yang lalu. Kondisi dan situasi ini merupakan peluang besar bagi Indonesia untuk menggantikan posisi Thailand menjadi pusat konservasi, *breeding center* (molekular genetik, *cross breeding* dan rekayasa genetika), pengembangan aplikasi teknologi budidaya ternak kerbau (vaksin, penanganan penyakit, mekanisasi manajemen budidaya) serta diharapkan mampu menjadi penyedia sumber bibit *hybrid* yang berkualitas untuk berbagai tujuan final produk sesuai dengan perencanaan.



Gambar 1. Database Kondisi Ternak Kerbau di Kabupaten Kutai Kartanegara

Pengembangan dan budidaya ternak kerbau kalang memberikan kontribusi yang positif dalam usaha pertanian atau peternakan rakyat di area pedesaan di beberapa kabupaten yang berada di wilayah Provinsi Kalimantan Timur. Dengan populasi sebesar 6,255 ekor maka akan mampu atau berpotensi dikembangbiakkan adan dibudidayakan secara masif untuk peningkatan produksi daging merah di wilayah Provinsi Kalimantan Timur khususnya. Pada umumnya pengembangan atau budidaya ternak kerbau kalang ini berada pada wilayah agrosistem lahan rawa dengan pemeliharaan menggunakan kandang sistem panggung atau “**kalang**” (Adrial., Haryanto, 2015b; Yuanita Windusari, Erwin Nofyan, Mustafa Kamal, Laila Hanum, 2014).

Bentuk atau perkandungan ternak kerbau kalang pada umumnya terbuat dari batang-batang kayu berbentuk balok dengan ukuran diameter 10-20 cm, konstruksi kandang disusun dari dasar permukaan tanah di rawa hingga bagian puncak bangunan berada di atas permukaan air rawa dengan rata-rata ketinggian kalang antara 2,5-3 m dengan panjang 25 m dan lebar 10 m dan ukuran atau luasan area kandang disesuaikan dengan jumlah populasi kerbau yang dibudidayakan (Adrial., Haryanto, 2015a). pola pemeliharaan kerbau kalang mengikuti pola musim, di mana pada saat musim hujan atau air dalam kedaan pasang/tinggi maka kelompok ternak kerbau akan naik ke kalang dan pemberian pakan diberikan dengan sistem *cut and carry* sedangkan pada saat air surut atau musim kemarau maka ternak kerbau akan dilepas pada area rawa untuk mendapatkan pakan dan biasanya akan kembali dalam kurun waktu 6-7 bulan kemudian ketika dalam kondisi musim hujan atau air rawa mengalami kenaikan (Adrial., Haryanto, 2015b; Nur Muhammad, Andriyani Astuti, Ristianto Utomo, Subur Priyono, 2015).

Tabel 1. Sistem budidaya kerbau rawa secara umum

Uraian	Sistem Budidaya
Manajemen Pemeliharaan	Ekstensif tradisional (dilepas bebas sepanjang waktu, dan bersifat turun temurun), lahan penggembalaan tanpa batas, kandang dibuat secara berkelompok di atas kalang atau di pematang yang tidak tergenang air. Pakan tergantung pada rumput yang ada di padang
Manajemen Reproduksi	Kawin alam secara acak (<i>inbreeding</i> dan pejantan muda), umur beranak pertama 3-4 tahun, jarak beranak 16-18 bulan dengan rata-rata masa produksi 10-12 kali
Manajemen Kesehatan Hewan	Pengontrolan kesehatan ternak masih terbatas, pengobatan alternatif belum dikenal dan mayoritas peternak tidak tahu cara pengendalian penyakit, jarak ke toko obat 50 km, belum ada petugas medis, pemberian obat cacing dan vaksinasi sangat jarang.

Uraian	Sistem Budidaya
	Jenis penyakit yang pernah menyerang adalah surra, ngorok, <i>fasciolosis</i> , keracunan dan penyakit parasit.

Sumber: (Adrial., Haryanto, 2015b)

Ketersediaan Pakan Alami

Dalam pola pemberian pakan atau konsumsi pakan, biasanya ternak kerbau Kalang hanya mengkonsumsi hijauan alami tanpa adanya penambahan pakan tambahan seperti konsentrat, hal tersebut terkait dengan tidak tersedianya pakan tambahan ataupun bahan baku untuk pengolahan pakan konsentrat (Komariah, Kartiarso, & Maria, 2014; Nur Muhammad, Andriyani Astuti, Ristianto Utomo, Subur Priyono, 2015). Jenis hijauan atau rumput yang menjadi pakan utama bagi ternak kerbau Kalang adalah rumput lokal yang paling sering ditemukan pada lahan rawa-rawa (*Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees) (Adrial., Haryanto, 2015b; Komariah, Kartiarso, & Maria, 2014). Keunggulan dari rumput kumpai adalah memiliki kandungan serat kasar dan TDN yang lebih tinggi dibandingkan dengan rumput tanam yang biasanya digunakan sebagai pakan ternak sapi potong, di mana nilai serat kasar dari rumput kumpai adalah 11,89% dan komposisi TDN adalah 59,73% (Komariah, Kartiarso, & Maria, 2014; Nur Muhammad, Andriyani Astuti, Ristianto Utomo, Subur Priyono, 2015). Sehingga pengembangbiakan atau budidaya rumput kumpai menjadi hal yang esensial atau cukup penting sebagai pakan hijau ternak hal tersebut berkaitan erat dengan kandungan protein yang dimiliki rumput kumpai di mana protein kasar yang terkandung mencapai 14,11% serta memiliki kecernaan yang cukup tinggi.



Gambar 2. Rumput Kumpai (*Hymenache amplexicaulis*), sebagai Hijauan Pakan Ternak Kerbau Kalang

Komposisi dan Kualitas Daging Kerbau Rawa (*Swamp Buffalo*)

Daging kerbau merupakan sumber pangan hewan yang memiliki nilai nutrisi yang baik dan cukup untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia, di mana daging kerbau memiliki kandungan protein sebesar (20,39%) sedangkan daging merah yang berasal dari ternak sapi memiliki kandungan protein sebesar (19,05%) (Lambertz *et al.*, 2014; Naveena & Kiran, 2014). Selain itu daging kerbau memiliki kandungan kolesterol yang cukup rendah dibandingkan dengan daging yang berasal dari ternak sapi, di mana kandungan kolesterol pada daging sapi adalah lima puluh sembilan persen dan kerbau hanya empat puluh enam persen (Naveena & Kiran, 2014; Yulna, Y., Ilham, M., Rizal, M., & Sumantri, 2015). Beberapa hasil studi melaporkan, bahwa dari semua produk daging merah yang dihasilkan oleh beberapa spesies hewan ternak, daging kerbau memiliki jumlah atau kandungan lemak yang paling rendah yaitu hanya sebesar (1.37 g/100 g) (Naveena & Kiran, 2014).

Satu hal yang menarik dari daging kerbau adalah, daging kerbau memiliki warna merah, rendah kolesterol dan lemak dengan sedikit

perlemakan di antara otot “*Marbling*”, kemudian memiliki daya ikat air yang tinggi, index fragmentasi myofrillar yang tinggi, selain itu untuk tingkat keempukan daging kerbau tidak terlalu berbeda dengan daging sapi (Lambertz *et al.*, 2014; Naveena & Kiran, 2014). Dikutip dari Naveena & kirin (2014), menyatakan bahwa daging kerbau memiliki karakteristik sifat fisikokimia dan biokimia yang hampir mirip dengan daging sapi (Naveena & Kiran, 2014). pH ultimat pada daging kerbau memiliki kisaran antara 5,5-5,7 dan memiliki kandungan myoglobin antara 2,7-9,4 mg/g, di mana konsentrasi myoglobin pada ternak kerbau akan berbeda di setiap bagian otot yang berbeda atau posisi anatomi yang berbeda (Lambertz *et al.*, 2014; Naveena & Kiran, 2014).

Tabel 2. Komposisi Daging Kerbau dan Sapi (per 100 g daging tanpa lemak)

Kandungan	Daging Kerbau	Daging Sapi
Air (g)	76,30	69,35
Protein (g)	20,39	19,05
Total Lipida (g)	1,37	10,19
Abu (g)	0,98	1,05
Energi (kal)	173	99
Asam Lemak Jenuh (g)	0,460	4,330
Asam Lemak Tidak Jenuh Tunggal (g)	0,270	0,380
Asam Lemak Tidak Jenuh Ganda (g)	0,270	0,380
Kolesterol (g)	46	59
Besi (mg)	1,61	2,16

Sumber: Naveena BM, Kirain M, 2014

Tabel 3. Karakteristik Kualitas Daging Kerbau dan Sapi

Karakteristik	Daging Kerbau	Daging Sapi
Persentase Karkas dari Bobot Hidup (%)	51-53	52-54
Nilai pH Akhir	5,56	5,47
Daya Ikat Akhir	15,33	37,00
Kandungan Kolagen (mg/g daging)	0,67	0,37
Kandungan Mioglobin (mg/g daging)	4,0-6,0	3,0-5,0
CIE L* (<i>lightness</i>)	34,47	33,2-41,0
CIE a* (a* > 0 merah; a* < hijau)	12,21	11,1-23,6
CIE b* (a* > kuning; a* < 0 biru)	10,93	6,1-11,3
Warner-Bratzler sher (N)	40,52	16,9-50,9

Sumber: Naveena BM. Kirain M, 2014

Referensi

- Adrial., Haryanto, B. (2015a). Sistem Budidaya, Permasalahan dan Strategi dalam Mendukung Pengembangan Kerbau Rawa di Kalimantan Tengah. Seminar Nasional Teknologi Peternakan Dan Veteriner, 289–299.
- Adrial., Haryanto, B. (2015b). Sistem Budidaya, Permasalahan dan Strategi dalam Mendukung Pengembangan Kerbau Rawa di Kalimantan Tengah. Seminar Nasional Teknologi Peternakan Dan Veteriner, 289–299.
- Daniati, N. (2017). Usaha penggemukan ternak sapi potong dalam peningkatan pendapatan masyarakat. 1–82.
- Kementerian Pertanian RI. (2020). Statistik Peternakan Dan Kesehatan Hewan/Livestock and Health Statistics 2020. <https://ditjenpkh.pertanian.go.id>
- komariah, kartiarso, & Maria, L. (2014). Produktivitas Kerbau Rawa Di Kecamatan Muara Muntai, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Buletin Peternakan, 38(3), 174–181.
- Lambertz, C., Panprasert, P., Holtz, W., Moors, E., Jaturasitha, S., Wicke, M., & Gault, M. (2014). Carcass characteristics and meat quality of swamp buffaloes (*ubalus bubalis*) fattened at different feeding intensities. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 27(4), 551–560. <https://doi.org/10.5713/ajas.2013.13555>
- Naveena, B. M., & Kiran, M. (2014). Buffalo meat quality, composition, and processing characteristics: Contribution to the global economy and nutritional security. Animal Frontiers, 4(4), 18–24. <https://doi.org/10.2527/af.2014-0029>
- Nur Muhammad, Andriyani Astuti, Ristianto Utomo, Subur Priyono, S. B. (2015). Physical Characteristics of kumpai Minyak Grass. Gadjah Mada University.
- Nursahramdani, E. (1998). Trends in ruminant livestock development in East Kalimantan. 37–39.
- Randu, M. D. S., Suek, F. S., & Lapenangga, T. (2017). Peningkatan Produktivitas Ternak Sapi Potong Melalui Penerapan Teknologi Peternakan Di Kelompok Tani Kota Dale-Kelurahan Oesao. Jurnal Pengabdian Masyarakat Peternakan, 2(1), 44–53. <https://doi.org/10.35726/jpmp.v2i1.177>

- Suhardi, Summpunn P, Duangjinda M, Wuthisuthimethavee S. (2020). Phenotypic diversity characterization of Kalang and Thale Noi Buffalo (*Bubalus bubalis*) in Indonesia and Thailand: Perspectives for the buffalo breeding development. *Biodiversitas* 21: 5128-5137. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d211118>
- S. Suhardi, P. Summpunn, and S. Wuthisuthimethavee. (2021). MtDNA D-loop sequence analysis of Kalang, Krayan, and Thale Noi buffaloes (*Bubalus bubalis*) in Indonesia and Thailand reveal genetic diversity. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 46(2), 93-105. <https://doi.org/10.14710/jitaa.46.2.93-105>
- Yulna, Y., Ilham, M., Rizal, M., & Sumantri, C. (2015). Ternak Potensial yang Terlupakan Kerbau Yulna, Yusnizar and Muhammad, Ilham and Muhammad, Rizal and Cece, Sumantri (2015) Kerbau, Ternak Potensial yang Terlupakan. Edu Pustaka. ISBN 978-602-14915-9-1.

PENTINGNYA PENGGEMBALAAN TERNAK DI LAHAN REKLAMASI PASCATAMBANG

Taufan Purwokusumaning Daru

Jurusan Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Pendahuluan

Secara alami lahan merupakan sumber daya yang berperan penting bagi perkembangan vegetasi yang secara biologis memiliki sifat yang sangat produktif. Tanah sebagai unit dari lahan, bukanlah semata-mata merupakan materi abiotik, namun juga merupakan materi biotik, di mana berbagai organisme (mikroflora dan mikrofauna) berinteraksi membangun tanah yang sehat. Vegetasi yang tumbuh di atasnya sangat tergantung dari keberadaan organisme tanah, begitu juga sebaliknya organisme tanah bergantung pada eksudat akar yang berasal dari vegetasi. Dengan demikian, tanah yang sehat bukan berarti hanya ditinjau dari keberadaan kandungan haranya saja, namun juga oleh adanya interaksi berbagai organisme yang mendukungnya.

Adanya kegiatan penambangan, meskipun ada upaya memperkecil kerusakan lahan, adalah suatu kegiatan yang berpotensi merusak sumber daya lahan. Lahan yang rusak akibat industri pertambangan dapat mengalami degradasi (*degraded land*), terganggu (*disturbed land*), hancur (*devastated*), rusak (*damaged*) atau diterlantarkan (*derelict*) [1] [2]. Rusaknya lingkungan akibat penambangan dapat berupa lingkungan fisik, kesuburan tanah, biologi maupun ekosistem. Kondisi ini menyebabkan menurunnya kemanfaatan lahan untuk berbagai kepentingan, terutama menurunnya kesuburan tanah, kemungkinan hilangnya flora dan fauna endemik, terganggunya kualitas udara akibat meningkatnya debu di udara, terjadinya erosi dan sedimen sehingga terjadi banjir, dan terbentuknya aliran asam tambang yang berpotensi masuk ke wilayah perairan umum. Selain itu, penambangan dengan sistem terbuka (*open pit mining*) dapat merusak bentuk muka lahan secara besar-besaran sehingga sangat berat untuk dilakukan reklamasi [3].

Dalam program reklamasi lahan pascatambang, hal pertama yang menjadi perhatian adalah memperbaiki struktur tanah, di mana bahan organik tanah menjadi kendala. Bahan organik yang diaplikasikan secara tradisional umumnya dalam bentuk berbagai campuran seperti limbah pertanian dan kotoran ternak [4]. Bahan organik bentuk padat tersebut berperan penting

dalam memperbaiki kapasitas pengikatan air, kompaksi tanah serta pembentukan agregat tanah [5]. Karena bentuknya padat sampai semi padat maka dalam aplikasinya sering dihadapkan pada kendala jumlah yang di berikan. Pada lahan reklamasi pertambangan tembaga di British Columbia, aplikasi biosolid yang diberikan berkisar antara 314-490 ton per hektar per tahun. Sehingga dalam aplikasinya membutuhkan jumlah yang sangat besar.

Dalam program reklamasi juga perlu dilakukan revegetasi. Program revegetasi di lahan pascapenambangan harus memilih jenis tanaman yang sesuai dan didukung oleh beberapa variabel ekologis, seperti kapasitasnya dalam menstabilkan tanah, meningkatkan bahan organik tanah, dan penyediaan hara tanah. Pada tahap awal revegetasi, tanaman pakan ternak merupakan jenis tanaman yang disarankan untuk ditanam, hal ini akan memperbaiki hara dan kandungan bahan organik tanah [6]. Rumput-rumputan merupakan tumbuhan yang tergolong dalam famili Poaceae. Jenis tumbuhan ini dapat menghasilkan biomassa tanaman dalam jumlah yang besar, adaptif terhadap pertumbuhan awal maupun pertumbuhan kembali (*regrowth*) setelah mengalami pemotongan atau penggembalaan. Melalui sistem perakaran serabut yang dapat mengikat tanah pada tempatnya, rumput-rumputan mampu mengendalikan erosi, sementara yang tergolong dalam famili Fabaceae (Leguminosae) dapat memberikan kontribusi nitrogen melalui fiksasi nitrogen dari udara [7] [8].

Memperhatikan kendala-kendala yang dihadapi dalam reklamasi lahan pascatambang, tampaknya penggembalaan sapi potong di lahan reklamasi pascatambang dapat memberikan kontribusi dalam perbaikan lahan. Beberapa keuntungan yang diperoleh dari penggembalaan sapi di lahan reklamasi pascatambang yaitu 1) memberikan kontribusi dalam meningkatkan bahan organik tanah, 2) membantu menyebarkan tanaman penutup tanah, 3) membantu dalam penyediaan daging sapi, dan 4) membantu perekonomian masyarakat sekitar perusahaan tambang.

Sumber Bahan Organik Tanah

Bahan organik tanah memainkan peranan penting dalam mempengaruhi sifat fisik, kimia dan biologi tanah-tanah mineral. Jumlah bahan organik tanah secara langsung mempengaruhi tingkat kesuburan tanah [9]. Menurut Tisdale *et al.* [10] sumber bahan organik tanah dapat berasal dari: 1) sumber primer, yaitu: jaringan organik tanaman (flora) yang dapat berupa: (a) daun, (b) ranting dan cabang, (c) batang, (d) buah, dan (e) akar; 2) sumber sekunder, yaitu: jaringan organik fauna, yang dapat berupa: kotorannya dan mikrofauna;

dan 3) sumber lain dari luar, yaitu: pemberian pupuk organik berupa: (a) pupuk kandang, (b) pupuk hijau, (c) pupuk kompos, dan (d) pupuk hayati.

Bahan organik dalam tanah dapat juga berfungsi memperbaiki beberapa sifat kimia tanah, di antaranya: 1) meningkatkan hara tersedia dari proses mineralisasi bagian bahan organik yang mudah terurai, 2) menghasilkan humus tanah yang berperanan secara koloidal dari senyawa siswa mineralisasi dan senyawa sulit terurai dalam proses humifikasi, 3) meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah yang besarnya dapat mencapai 30 kali lebih besar ketimbang koloid anorganik, 4) menurunkan muatan positif tanah melalui proses pengkelatan terhadap mineral oksida dan kation Al dan Fe yang reaktif sehingga menurunkan fiksasi P tanah, dan 5) meningkatkan ketersediaan dan efisiensi pemupukan serta meningkatkan P terlarut oleh asam-asam organik hasil dekomposisi bahan organik [11].

Berdasarkan hasil pengamatan di tiga perusahaan pertambangan batubara di Kalimantan Timur yaitu PT Trubaindo Coal Mining, PT Kideco Jaya Agung, dan PT Indominco Mandiri kadar bahan organik (C organik) tanah di lokasi pengamatan beragam mulai dari sangat rendah hingga sedang [12]. Pada kondisi ini maka status kesuburan tanah lahan reklamasi pascatambang umumnya rendah hingga sangat rendah.

Penggembalaan ternak di lahan reklamasi pascatambang dapat memberikan kontribusi terhadap perbaikan tanaman penutup tanah melalui urine, dan fesesnya. Siklus hara yang berasal dari ternak di padang penggembalaan menjadi penting dalam meningkatkan atau menjaga kesuburan tanah. Siklus hara yang dihasilkan oleh ternak dapat membantu dalam hal cadangan hara organik yang tersedia untuk dimineralisasi sehingga lebih mudah diakses oleh tanaman maupun mikroorganisme. Konsumsi tumbuhan di lahan reklamasi pascatambang dan kotoran yang berasal dari ternak dapat meningkatkan pengembalian berbagai elemen mineral dalam bentuk organik padat. Tajuk tumbuhan yang berasal dari areal yang digembalakan memiliki kandungan zat makanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan tumbuhan yang berasal dari areal yang tidak digembalakan. Hal ini disebabkan oleh tersedianya kotoran ternak dan urine serta meningkatnya senyawa organik yang berasal dari eksudasi akar akibat dilakukannya defoliasi oleh ternak sehingga dapat merangsang aktivitas mikroorganisme dan mempercepat siklus nutrisi [13].

Tanaman membutuhkan nitrogen (N) dalam jumlah yang besar untuk fotosintesis. Apabila air tidak menjadi pembatas, nitrogen biasanya merupakan sumber hara yang paling dibutuhkan oleh tanaman. Dengan

demikian, faktor-faktor yang mempengaruhi ketersediaan yang diperlukan oleh tumbuhan merupakan hal utama yang penting di dalam suatu ekosistem. Sapi dapat mengembalikan 80-85% N dari tanaman yang dimakan ke sistem tanah melalui urine dan feses. urine umumnya mengandung 50-80% N yang diekskresikan oleh sapi, dan tumbuhan yang terpapar oleh urine memiliki konsentrasi nitrogen pada daun 2-3% lebih tinggi daripada tumbuhan yang tidak terpapar oleh urine selama periode 40-60 hari [13]. Kadar N anorganik di tanah yang terpapar oleh urine tetap tinggi hingga 90 hari dan tanaman yang tumbuh di atasnya meningkat 3 hingga 7 kali lipat.

Adanya bahan organik dalam tanah maka pelepasan unsur hara selama proses dekomposisi berjalan secara perlahan dan pembusukan tersebut akan melambat atau sukar terjadi bila perbandingan C/N tinggi. Bahan organik juga menurunkan daya kohesi dan plastisitas tanah, sebab bila tanah kekurangan bahan organik akan mudah terjadi lapisan keras (*hard pan*) [11]. Oleh adanya bahan organik maka warna tanah menjadi gelap. Sifat warna yang gelap ini dapat menyerap panas lebih banyak sehingga panas tersebut akan menstimulasi aktivitas organisme tanah dan selanjutnya berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman yang lebih baik. Dengan demikian, keberadaan ternak yang digembalakan di lahan reklamasi pascatambang sangat membantu dalam ketersediaan bahan organik tanah yang pada gilirannya membantu pertumbuhan tanaman penutup tanah.

Sumber Tanaman Penutup Tanah

Penanaman tanaman penutup tanah (*cover crop*) di lahan pascatambang ditujukan untuk 1) menutupi permukaan tanah yang baru direhabilitasi agar tidak terekspos oleh sinar matahari secara langsung, 2) mencegah jatuhnya butiran air hujan secara langsung ke permukaan tanah sehingga dapat mengurangi terjadinya limpasan permukaan (*run off*), 3) mencegah terjadinya erosi oleh adanya perakaran rumput-rumputan, dan 4) membantu mempercepat pembentukan bahan organik tanah melalui daun-daunan dan akar tanaman penutup tanah yang mati.

Penanaman tanaman penutup tanah dalam program reklamasi lahan pascatambang, baik dari jenis rumput-rumputan, leguminosa merayap maupun pohon adalah membangun suatu komunitas bersama dengan tumbuhan yang tumbuh secara alami (*indigenous*). Dalam perkembangannya tumbuhan *indigenous* mendominasi ruang dalam suatu komunitas dan menyimpan banyak cadangan benih di permukaan tanah [14]. Oleh karena itu, meskipun telah dilakukan pembersihan lahan (*land clearing*) sebelum ditanam ulang

dengan jenis tanaman percobaan, tanaman *indigenous* tetap memiliki frekuensi yang tinggi dalam ruang. Menurut Holl [15] komposisi vegetasi awal dari suatu proses suksesi merupakan langkah yang penting dalam program reklamasi lahan pascapenambangan. Vegetasi awal dapat berperan sebagai fasilitator, penoleransi atau penghambat (inhibitor) dalam perkembangan suksesi berikutnya. Pada kondisi ini, tampaknya tanaman penutup tanah yang disebarluaskan dalam program reklamasi ini, meskipun *non-native species*, memiliki peran sebagai fasilitator atau toleran dalam proses suksesi sehingga spesies *indigenous* mendapat peluang untuk tumbuh yang pada gilirannya akan menggantikan ruang spesies introduksi.

Tumbuhan yang tumbuh di lahan pascatambang dapat berasal dari dua sumber, yaitu yang tumbuh secara alami dan yang berasal dari penanaman tanaman yang ditujukan sebagai tanaman penutup tanah (*cover crop*). Tumbuhan yang tumbuh secara alami dapat berasal dari 1) bank benih (*seed bank*), 2) penyebaran benih secara abiotik, oleh angin dan air, dan 3) penyebaran benih yang terbawa oleh manusia dan hewan. Bank benih dapat didefinisikan sebagai benih yang hidup di permukaan tanah atau terkubur di dalam tanah. Tumbuhan yang berasal dari bank benih dapat berupa benih, rizoma atau bibit tumbuhan yang mengalami dormansi di permukaan tanah pucuk (*top soil*) dan kemudian tumbuh secara perlahan ketika tanah pucuk tersebut dimanfaatkan sebagai tanah penutup dalam program reklamasi lahan pascatambang. Benih yang terkubur di dalam tanah merupakan propagul penting sebagai sediaan benih utama dalam program perbaikan lahan setelah mengalami gangguan [16]. Bank benih terdiri atas benih yang baru terkubur dari berbagai jenis tanaman atau yang terkubur sudah lama dan bertahan di dalam tanah hingga bertahun-tahun. Bank benih ini merupakan suatu indikator dari tanaman masa lalu dan saat ini. Meskipun banyak benih yang terkubur di dalam tanah pucuk, namun diperkirakan hanya 1-9 % saja yang dapat bertahan dan tumbuh (*viable seeds*) sebagai tumbuhan baru [17]. Benih-benih tumbuhan yang terkubur ini biasanya hanya terdapat pada tanah pucuk sehingga tanah pucuk merupakan tanah yang berharga dalam program reklamasi lahan pascatambang.

Penyebaran benih yang dilakukan oleh ternak adalah mereka yang memiliki aktivitas tinggi, seperti sapi potong. Dari 57 spesies tumbuhan yang tumbuh di lahan reklamasi pascatambang batubara, terdapat 47 spesies yang dikonsumsi oleh ternak [18]. Biji-bijian yang termakan tersebut disebar ke berbagai lokasi sesuai jalajah ternak melalui fesesnya. Biji-bijian yang tidak tercerna dan terbuang melalui feses tumbuh menjadi tumbuhan baru (Gambar

1). Penggembalaan ternak sangat menguntungkan bagi proses revegetasi dan pengembangan tanah. Aktivitas injakan yang dilakukan oleh kuku sapi dapat menstimulasi pertumbuhan vegetasi yang berasal dari bank benih, menginjak-injak gulma, dan memakan tumbuhan yang tumbuh secara alami yang bizinya dikeluarkan melalui feses. Di lokasi pascatambang yang marginal, penggembalaan dapat berperan sebagai alat untuk meningkatkan produktivitas penutupan tanah dan kesehatan ekosistem. Bila dibandingkan memelihara sapi di kandang yang ada di lokasi pascatambang, akan lebih baik mengumpulkan sapi di areal lahan yang kesuburan tanahnya dan produksi tumbuhannya rendah, yaitu dengan mengonsentrasi ternak area tersebut dan memberi makan di situ. Dengan demikian pupuk kandang yang dihasilkan oleh ternak dapat meningkatkan populasi mikroorganisme dan kesuburan tanah [19].



Gambar 1. Penyebaran benih rumput dan kacang-kacangan melalui feses sapi potong.

Sumber Daging

Kebutuhan daging sapi di Kalimantan Timur masih terus meningkat. Hal ini dipicu oleh meningkatnya konsumsi daging sapi per kapita dan meningkatnya jumlah penduduk. Sampai saat ini Kalimantan Timur belum mampu menyediakan daging sapi secara mandiri sehingga masih mengandalkan impor sapi dari wilayah lain, termasuk dari luar negeri. Pada tahun 2016 tercatat bahwa pemasukan sapi potong ke Kalimantan Timur sebesar 44.956 ekor dan meningkat menjadi 49.298 ekor pada tahun 2019

[20]. Untuk mengurangi impor ternak, salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah meningkatkan populasi sapi dengan cara membudidayakan di lahan-lahan yang memiliki potensi, di antaranya lahan reklamasi pascatambang batubara.

Hasil penelitian Daru *et al.* [21] menjelaskan bahwa sapi Brahman Cross yang digembalakan di lahan reklamasi pascatambang yang didominasi rumput signal (*Brachiaria decumbens*) mampu menghasilkan pertambahan bobot badan harian sebesar 556,78 g per ekor per hari. Pada kondisi ini, jumlah ternak per hektar (tekanan penggembalaan) adalah 3,67 satuan ternak (ST) per hektar, di mana 1 ST setara dengan sapi jantan dengan bobot badan 400 kg. Rumput signal merupakan rumput pakan ternak berkualitas baik yang diintroduksi untuk tujuan penutup tanah sehingga kapasitas tampungnya relatif tinggi. Namun bagi rumput yang tumbuh secara alami (*indigenous*) kapasitas tampungnya bisa menjadi lebih rendah. Daru *et al.* [22] menjelaskan bahwa pada lahan reklamasi pascatambang yang ditumbuhi tumbuhan asli, hanya dapat menampung 0,78-1,13 ST per hektar.

Secara umum, sapi yang digembalakan di lahan reklamasi pascatambang relatif aman terhadap kemungkinan tercemar oleh logam berbahaya. Hasil pengamatan terhadap komponen daging bagian punggung, paha, hati, jantung, dan ginjal mengandung logam kadmium (Cd), tembaga (Cu), timbal (Pb), dan seng (Zn) berada di bawah ambang batas yang diizinkan untuk dikonsumsi oleh manusia [23].

Sumber Ekonomi Masyarakat

Terdapat tiga bentuk kelembagaan yang dijumpai dalam memanfaatkan lahan reklamasi pascatambang sebagai lahan penggembalaan, yaitu a) berbentuk kelompok tani, b) berbentuk perusahaan, dan c) berbentuk yayasan. Masyarakat yang berada di sekitar lahan pascatambang mengajukan permohonan izin pemanfaatan lahan reklamasi untuk penggembalaan ternak. Biasanya perusahaan mengizinkan dengan beberapa persyaratan, di antaranya adalah tidak mengganggu tanaman reklamasi. Karena masyarakat yang berminat cukup banyak maka dibentuklah kelompok-kelompok tani yang memanfaatkan lahan pascatambang untuk peternakan. Kondisi ini pun didukung oleh Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Provinsi Kalimantan Timur dan Kementerian Pertanian Republik Indonesia. Pada tahun 2015 Kalimantan Timur dipilih sebagai *pilot project* dalam pengembangan ternak di lahan pascatambang batubara oleh Kementerian Pertanian (Kementan). Pada kegiatan ini melibatkan peternak dalam kelompok tani yang

mendapatkan bantuan sapi Bali melalui APBN Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, Kementerian RI. Berdasarkan hal ini menunjukkan bahwa kegiatan pengembangan ternak di lahan pascatambang batubara didukung oleh pemerintah pusat maupun pemerintah daerah [18].

Berdasarkan hasil pengamatan di lahan reklamasi pascatambang PT Kitadin, pada awalnya masyarakat memelihara sapi potong di lahan pascatambang mulai 30 ekor pada tahun 2006, kemudian berkembang hingga 624 ekor pada tahun 2014. Seluruh sapi potong yang dibudidayakan merupakan jenis sapi Bali. Pada mulanya petani memelihara sapi potong di lahan pascatambang hanya sebagai usaha sambilan, namun setelah berkembang berubah menjadi usaha utama. Kondisi ini dirasakan sangat membantu dalam perbaikan perekonomian masyarakat petani ternak di sekitar lokasi lahan pascatambang. Bagi petani yang memiliki sapi potong di atas 10 ekor, pada umumnya cukup sejahtera. Anggota kelompok tani yang semula pendapatannya berasal dari budidaya tanaman pangan, setelah memiliki sapi potong mencapai 30 ekor, sudah meninggalkan jenis usaha taninya. Karena dengan memelihara sapi potong di lahan pascatambang cukup membuat para petani ternak tersebut sejahtera. Dengan demikian, pendapatan utama petani yang memanfaatkan lahan reklamasi pascatambang berasal dari penggembalaan sapi potong.

Berdasarkan hasil analisis kelayakan usaha sapi potong di lahan reklamasi pascatambang menunjukkan bahwa usaha ini cukup menguntungkan, baik untuk usaha pembibitan maupun usaha penggemukan [24]. Hasil analisis tersebut masih memasukan biaya operasional sebagaimana layaknya usaha ternak sapi. Namun bila dikelola dengan lebih efisien, misalnya tidak ada investasi penanaman rumput, pagar, dan lain sebagainya maka keuntungan secara ekonomi akan lebih besar. Jumlah pemeliharaan sapi juga menjadi indikator penting dalam menilai keuntungan pemeliharaan sapi di lahan reklamasi pascatambang. Sejauh kapasitas tampungnya memadai dan tekanan penggembalaan mengikuti kapasitas tamping yang tersedia maka hasil yang diperoleh cukup memadai. Pengaturan lama pemeliharaan dan jumlah penjualan per periode penjualan juga perlu menjadi perhatian agar ternak yang dipelihara tidak “terkuras” dan kontinuitasnya juga terjamin.

Jumlah ternak yang melampaui kapasitas suatu lahan penggembalaan sangat berpengaruh terhadap produktivitas lahan penggembalaan tersebut, baik produktivitas hijauannya maupun ternaknya. Selain itu tanaman reklamasi yang ditanam oleh perusahaan juga akan terganggu. Ternak yang kekurangan hijauan pakan maka kulit pohon juga bisa

dimakan. Hal ini dapat mengganggu kinerja program reklamasi lahan pascatambang. Ukuran keberhasilan suatu program reklamasi salah satunya ditinjau dari persentase penutupan lahan. Biasanya dalam program reklamasi, tanaman yang digunakan adalah tanaman pohon yang cepat tumbuh, seperti *Albizia* sp., johar (*Senna siamea*), trembesi (*Samanea saman*), jayanti (*Sesbania sesban*), di mana jenis tanaman tersebut kulitnya disukai oleh sapi.

Penutup

Ternak sapi merupakan komponen dari produksi pertanian yang berperan penting dalam perbaikan lahan reklamasi pascatambang. Peran ini ditunjukkan oleh kemampuannya dalam aspek ekologi, ekonomi, dan sosial. Melalui ketiga aspek ini, ternak sapi diharapkan dapat membantu perbaikan kondisi lahan reklamasi yang telah mengalami kerusakan.

Referensi

- [1] Blaikie, P., Brookfield, H. 1987. Land Degradation and Society. Methuen. London.
- [2] Lawson Fairbank. 2010. Direlict Land. Lawson Fairbank. <Http://www.lawsonfairbank.co.uk/derelict-land.asp> [20 September 2017].
- [3] Notohadiprawiro, T. 2006. Pengelolaan lahan dan lingkungan pascapenambangan. Repro: Ilmu Tanah. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- [4] McFarland ML, Stichler C, Lemon RG. 1998. Non-Traditional Soil Additives: Can They Improve Crop Production? Texas Agricultural Extension Service, The Texas A&M University System.
- [5] Duynstee T. 2001. Highland Valley Copper Biosolids Reclamation Program (1996-2000). Vancouver: Biosolids Recycling Program.
- [6] Singh S. 2004. Biological reclamation of degraded mined land a sustainability indicator. Newsletter of ISEB 10(1). <http://www.geocities.com/isebbindia/subject-index.html> [12 Desember 2004].
- [7] Skousen, J.G, Zipper, E. 1996. Revegetation species and practices. Reclamation Guidelines for Surface Mined Land in Southwest Virginia. Virginia: VCE Publication 460-122.
- [8] Vance CP. 2001. *Symbiotic nitrogen fixation and phosphorus acquisition: Plant nutrition in a World of declining renewable resources*. Plant Physiology 127: 390-397.

- [9] Ali, K.H. 2005. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- [10] Tisdale, S.L., W.L. Nelson, Beaton, J.D. 1990. Soil Fertility and Fertilizers. Fourth Edition. New York: MacMillan Publishing Company.
- [11] Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah Kabupaten Kutai Kartanegara. 2007. Sistem Agroforestri Pada Pemanfaatan Lahan Pascapenambangan Batubara. Tenggarong: Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah.
- [12] Daru, T.P., Suhardi. 2012. Kajian Pemanfaatan Lahan Pascatambang Untuk Pengembangan Budidaya Peternakan. Samarinda: Bidang Ekonomi dan Pembangunan, Badan Penelitian Dan Pengembangan Daerah Provinsi Kalimantan Timur.
- [13] Archer, S., Smeins, F.E. 1991. Ecosystems-Level Processes. In: Heidschmidt, R.K, Stuth, J.W. (Eds). Grazing Management: An Ecological Perspective. Portland: Timber Press.
- [14] Sanderson, M.A, Goslee, S.C, Klement, K.D, Kathy, J., Soder, K.J. 2007. Soil seed bank composition in pastures of diverse mixtures of temperate forages. *Agronomy Journal* 99:1514-1520.
- [15] Holl KD. 2002. Long-term vegetation recovery on reclaimed coal surface mines in the eastern USA. *Journal of Applied Ecology* 39: 960–970.
- [16] Gulshan AB., Dasti, AA., Mahmood, S., Hussain, S., Atta, I. 2013. Role of soil seed bank in pattern of species distribution along the aridity gradient by using the technique of multivariate analysis. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science* 8:13-23.
- [17] Swanton, CJ., Shrestha, A., Roy, RC., Ball-Celho, BR. 2000. Influence of tillage type on vertical weed seedbank distribution in a sandy soil. *Canadian Journal of Plant Science* 80: 455–457.
- [18] Daru, T.P. 2020. Membangun Peternakan Sapi Potong di Lahan Pascatambang. Yogyakarta: Deepublish.
- [19] Gizikoff, K.G. 2004. Re-Establishing Livestock Use on Mine Landscapes in The Southern Interior of BC. KG Consulting, Merrit BC.
- [20] Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. 2019. Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan 2019. Jakarta: Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. Kementerian Pertanian.

- [21] Daru, T.P., 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.
- [22] Daru, T.P., Pagoray, H., Suhardi. 2016. Pemanfaatan lahan pascatambang batubara sebagai usaha peternakan sapi potong berkelanjutan. *Zira'ah* 41 (3): 382-392.
- [23] Daru, T.P. 2009. Teknik Pengembangan Tanaman Penutup Tanah Pada Lahan Reklamasi Tambang Batubara Sebagai Pastura. Disertasi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.Daru, T.P. 2018. Budidaya Sapi Potong di Lahan Pascatambang Batubara. Yogyakarta: Deepublish.

SAPI BALI: PERANANNYA DALAM INTEGRASI SAPI-SAWIT

H. Ibrahim

Jurusan Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Pendahuluan

Pembangunan peternakan merupakan bagian integral dari pembangunan pertanian secara keseluruhan. Sebagaimana yang tercantum dalam arah dan kebijakan pembangunan nasional, tujuan pembangunan peternakan adalah untuk meningkatkan produksi dan populasi ternak guna memenuhi kebutuhan daging secara nasional. Dengan meningkatnya produksi peternakan maka dapat mengurangi impor daging sehingga dapat menghemat devisa. Pada dasarnya swasembada daging sapi akan memberikan keuntungan dan nilai tambah, yaitu: (1) meningkatnya pendapatan dan kesejahteraan peternak; (2) penyerapan tambahan tenaga kerja baru; (3) penghematan devisa negara; (4) optimalisasi pemanfaatan potensi ternak sapi lokal; dan (5) semakin meningkatnya penyediaan daging sapi yang aman, sehat, utuh dan halal (ASUH) bagi masyarakat sehingga ketentraman lebih terjamin.

Dalam rangka pencapaian swasembada daging sapi secara nasional masih dihadapkan kepada tantangan yang cukup berat. Hal ini ditunjukkan oleh ketersediaan daging sapi secara nasional yang terbatas dibandingkan dengan meningkatnya kebutuhan daging sapi. Peningkatan kebutuhan daging sapi ini seiring dengan meningkatnya pertambahan penduduk dan meningkatnya kesejahteraan masyarakat sehingga pemahaman masyarakat akan pentingnya pangan asal hewan juga meningkat. Pada tahun 2019 tercatat bahwa impor daging secara nasional mencapai 262.251,3 ton, meningkat tajam dari 146.671,9 ton pada tahun 2016 [1]. Jumlah tersebut sama dengan 30% dari kebutuhan daging secara nasional. Hal ini juga dipicu oleh meningkatnya konsumsi daging sapi per kapita dari 2,36 kg per kapita pada tahun 2017 menjadi 2,66 kg per kapita pada tahun 2020. Kondisi ini yang memberikan dampak terhadap peningkatan kebutuhan daging sapi secara nasional. Apabila pemenuhan akan permintaan daging yang tinggi tidak diimbangi oleh perkembangan populasi maka akan mengakibatkan pengurasan sumber daya ternak. Selain itu juga terjadi penurunan mutu ternak di masyarakat akibat terkurarsnya ternak yang berkualitas baik yang berdampak terhadap pembibitan ternak [2].

Ternak sapi merupakan salah satu komoditas ternak penghasil daging terbanyak dan tergolong dalam jenis ruminansia yang mampu mengkonsumsi pakan berserat tinggi seperti hijauan dan konsentrat dalam jumlah banyak. Tiga bangsa sapi lokal yang berpotensi dikembangkan di Indonesia adalah sapi Ongole (Sumba Ongole dan Peranakan Ongole), sapi Bali, dan sapi Madura. Bangsa sapi tersebut telah beradaptasi dengan baik terhadap lingkungan dan cekaman di wilayah Indonesia [3]. Dari ketiga bangsa sapi tersebut, sapi Bali adalah yang paling tahan terhadap cekaman panas [4]. Sapi Bali merupakan sumber daya genetik hewan asli Indonesia karena kerabat liarnya ada di Indonesia. Sapi Bali memiliki tingkat kesuburan yang baik, kemampuan libido pejantan lebih unggul, persentase karkas tinggi (56%), dan kualitas daging baik. Dengan tata laksana pemeliharaan yang baik, sapi Bali dapat tumbuh-kembang dengan laju kenaikan bobot hidup harian 750 g [5], sementara pada kondisi pedesaan kecepatan pertumbuhan hanya mencapai rata-rata 250 g/ekor/hari [6] [7].

Integrasi Sapi-Sawit

Integrasi dalam suatu usahatani mencakup unsur-unsur tanaman, hewan ternak, lahan dan air. Sistem yang terintegrasi merupakan suatu pendekatan yang menghubungkan unsur-unsur di atas untuk tujuan-tujuan ekonomi, sosial dan lingkungan. Prosesnya bersifat holistik, dinamis, interaktif dan multidisiplin dalam rangka meningkatkan efisiensi pengelolaan sumber daya alam. Mengintegrasikan berbagai jenis tanaman dan hewan berjalan secara sinergis akan dihasilkan nilai total yang lebih besar dibandingkan dengan perjumlahan nilai efek individual atau efek masing-masing sektor usaha [8].

Dalam lingkungan di mana ketersediaan lahan untuk usaha sapi potong terbatas, salah satu pilihan yang dapat dilakukan adalah dengan mengoptimalkan sumber daya yang tersedia, salah satu di antaranya adalah memelihara ternak di bawah kebun sawit, dengan sistem integrasi demikian, kedua cabang usaha, peternakan sapi potong dan kebun sawit, penggabungan keduanya akan meningkatkan pendapatan per hektar lahan [9].

Terdapat beberapa manfaat yang diperoleh dari Simbiosis Tanaman-Lahan-Ternak. Menurut Devendra & Thomas [10] simbiosis tersebut meliputi 1) tanaman semak di sekitar kebun yang dapat dijadikan sebagai sumber pakan bagi ternak, 2) tenaga kerja ternak (sapi) yang dapat digunakan sebagai tenaga pengolah lahan untuk membantu meningkatkan efektivitas fungsi lahan sebagai media tumbuh tanaman, 3) ternak juga menghasilkan *feces* dan *urine* yang dapat menjadi sumber pupuk organik bagi lahan dan tanaman, 4) industri

agro yang dapat menghasilkan hasil ikutan (*by product*) yang dapat dijadikan sumber pakan ternak, dan 5) pemanfaatan gulma sebagai sumber pakan ternak yang dapat menekan biaya pengendalian gulma, membantu pengelolaan dan pertumbuhan tanaman. Namun demikian, apakah interaksi antara tanaman-tanah-ternak dapat bersifat negatif maupun positif bergantung pada jenis tanaman, hewan, usia tanaman, dan sistem pengelolaan.

Dalam hal pemeliharaan sapi di kebun sawit tidak ditemukan adanya efek negatif yang diakibatkan oleh pemeliharaan sapi potong di bawah tanaman sawit [9]. Sapi diintroduksi pada kisaran umur tanaman sembilan sampai 12 tahun, selama periode empat tahun pemeliharaan sapi potong produktivitas sawit cenderung meningkat sehubungan dengan makin dewasanya tanaman. Pada usia tanaman sembilan tahun produksi mencapai 7,3 ton/ha/tahun dan tahun berikutnya meningkat menjadi 12 ton/ha/tahun. Setelah diintroduksi oleh ternak sapi produksi meningkat, di mana pada tahun ke sebelas produksi meningkat menjadi 13,2 ton/ha/tahun dan pada tahun berikutnya 16,6 ton/ha/tahun. Selanjutnya dilaporkan juga dari hasil analisis finansial menunjukkan bahwa dengan mengintegrasikan sapi potong menguntungkan, dengan pola pemeliharaan sistem *grazing* berpindah, kenaikan berat sapi rata-rata dapat mencapai 250 gram sampai 300 gram per hari. Biaya pembersihan gulma kebun sawit dapat dihemat 17% hingga 38%.

Sapi Bali merupakan jenis sapi lokal yang memiliki kemampuan merambah dan beradaptasi dengan lingkungan di Indonesia. Jenis sapi ini dikenal dengan kemampuannya dalam mengkonsumsi beragam jenis pakan yang dihasilkan atau tumbuh pada kondisi lingkungan sekitarnya tanpa memerlukan perlakuan khusus. Sapi Bali mampu beradaptasi dengan beragam kondisi lingkungan serta pakan yang tersedia setempat. Di daerah pesawahan sapi Bali dapat mengkonsumsi rumput dan jerami lebih banyak, demikian pula sapi Bali yang hidup di lahan kering akan banyak mengkonsumsi rumput-rumputan dan tanaman semak (jenis tanaman berdaun lebar). Pada musim hujan sapi Bali lebih banyak makan rumput, sedangkan pada musim kering sapi Bali dapat memakan semak dan pohon yang relatif tahan dengan kekeringan. Secara umum apabila dilihat komposisi pakan sapi Bali, terdiri atas rumput (78%), leguminosa (3%), semak dan pohon (15%), jerami (2%), batang pisang (1%) dan lainnya (1%) [11]. Bahkan sapi bali yang dilepas di kebun sawit yang berumur di atas 8 tahun, selain memakan rumput, tanaman semak, dan pakis, juga memakan daun dan pelepah hijau sawit dari pohon yang baru dipanen sehingga daun sawit dan pelepah hijau ini dapat menyubstitusi rumput ketika persediaannya menurun akibat musim kemarau.

Berdasarkan hasil analisis vegetasi gulma pada perkebunan kelapa sawit dari 3.934 individu gulma, sebagian besar adalah famili yang mendominasi adalah famili Poaceae/Graminae (kelompok jenis rumput-rumputan) yang terdiri dari 10 jenis dengan 1684 individu. Selain dari famili Poaceae, dua famili yang memiliki jumlah individu banyak adalah famili Asteraceae 602 individu dan famili Acanthaceae dengan 702 individu. Dengan demikian secara teknis mengintegrasikan sapi potong, khususnya sapi Bali, akan membantu petani mengatasi masalah gulma karena sebagian jenis rumput-rumputan, tanaman semak dan pakis, merupakan pakan yang disukai sapi bali.

Kelompok tani sejauh ini merupakan instrumen yang efektif di dalam memperlancar sekaligus mengawal keberadaan dan program pembinaan peternakan yang mendapat bantuan ternak sapi dari pemerintah. Menurut Huraerah & Purwanto [12], kelompok dapat diartikan sebagai sekumpulan orang yang melakukan interaksi dalam suatu aturan yang dapat saling mempengaruhi satu sama lainnya, pada kelompok dijumpai berbagai proses seperti persepsi, interaksi dan sosialisasi yang bersifat dinamis. Sebagai sebuah kumpulan sosial, kelompok memiliki sejumlah ciri, seperti 1) adanya motif yang sama di antara anggota, 2) adanya sikap *in group* dan *out group*, 3) Solidaritas, 4) memiliki struktur kelompok dan 5) adanya norma-norma kelompok.

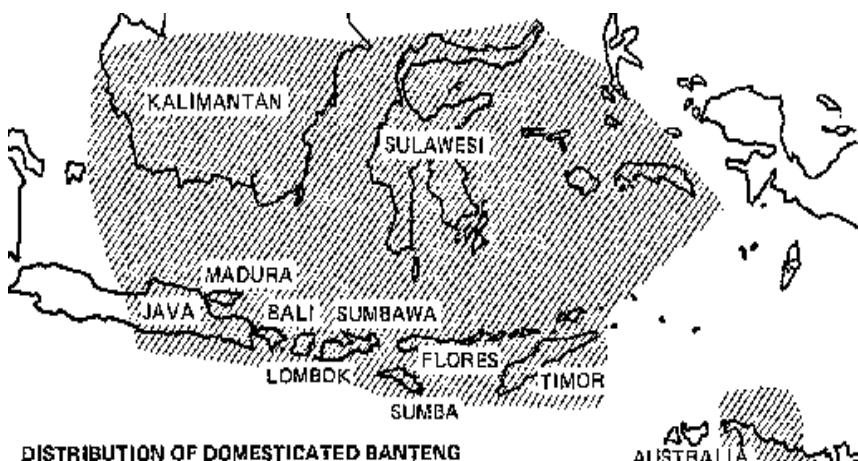
Kelima ciri ini yang selalu dijadikan dasar di mana setiap program penyebaran ternak pemerintah selalu menggunakan pendekatan kelompok. Introduksi penyebaran ternak memiliki tujuan jangka panjang dan efek *multiplier* berupa peningkatan pendapatan sehingga memerlukan pembinaan baik yang bersifat teknis (sistem *feeding*, *breeding* dan reproduksi, kesehatan hewan, dan sebagainya) maupun pembinaan yang bersifat nonteknis seperti penguatan kerja sama internal antaranggota, organisasi kelompok, kelembagaan, dan persoalan ekonomi.

Penyebaran Sapi Bali

Sapi bali merupakan bangsa sapi asli dan murni yang berasal dari Indonesia. Sapi bali merupakan keturunan asli banteng (*Bos javanicus*, dahulu disebut juga *Bos sondaicus* atau *Bibos banteng*) dan telah mengalami proses domestikasi di Indonesia pada tahun 3.500 SM. Domestikasi awal diduga di Pulau Jawa atau Bali dan Lombok karena sampai saat ini masih dijumpai banteng yang hidup liar di beberapa lokasi di Pulau Jawa. Banteng terdiri atas tiga subspesies, yaitu 1) *Bos javanicus javanicus*, yang berasal dari Jawa, 2)

Bos javanicus lowi, yang berasal dari Kalimantan, di mana tubuhnya lebih kecil daripada banteng yang berasal dari Jawa serta tanduknya lebih runcing, dan 3) *Bos javanicus birmanicus*, yang berasal dari Semenanjung Malaysia, Myanmar, Thailand, Kamboja, Laos, dan Vietnam [13]. Dari ketiga subspecies tersebut hanya banteng yang berasal dari Jawa yang memenuhi kriteria sebagai nenek moyang sapi Bali, sedangkan kedua spesies lainnya bukan merupakan nenek moyang sapi Bali [14].

Sapi Bali dikenal juga dengan nama *Balinese cow* yang kadang disebut juga dengan nama *Bibos javanicus*, meskipun sapi Bali bukan satu subgenus dengan bangsa sapi *Bos taurus* atau *Bos indicus*. Berdasarkan hubungan silsilah famili Bovidae, kedudukan sapi Bali diklasifikasikan ke dalam subgenus Bibovine tetapi masih termasuk genus *Bos*.



Gambar 1. Penyebaran sapi Bali di Indonesia dan Australia

Sapi Bali dikembang biakan di seluruh Bali. Dari Pulau Bali yang dipandang sebagai pusat perkembangan sekaligus pusat bibit, sapi Bali menyebar dan berkembang hampir ke seluruh pelosok Nusantara. Penyebaran sapi Bali di luar Pulau Bali yaitu ke Sulawesi Selatan pada tahun 1920 dan 1927, ke Lombok pada abad ke-19, ke Pulau Timor pada tahun 1912 dan 1920 (Gambar 1). Selanjutnya sapi Bali berkembang sampai ke Malaysia, Filipina dan Australia bagian Utara. Sapi Bali diintroduksi ke Australia antara 1827-1849 [15].

Di Indonesia sapi Bali mempunyai peranan penting dalam kehidupan masyarakat selain sebagai penghasil daging, petani kecil memanfaatkannya

sebagai ternak kerja, penghasil pupuk, dan tabungan. Di Pulau Bali, sapi bali digunakan untuk pariwisata upacara keagamaan seperti acara *gerumbungan* atau lomba adu sapi dan upacara *Pitra Yadnya* atau sarana pengantar roh ke surga khususnya sapi bali yang berwarna putih.

Karakteristik Sapi Bali

Sapi bali mempunyai ciri-ciri fisik yang seragam. Ciri khas sapi bali yang mudah dibedakan dari jenis sapi Indonesia lainnya adalah adanya bulu putih berbentuk oval yang sering disebut *mirror* atau cermin di bawah ekornya serta warna putih di bagian bawah keempat kakinya menyerupai kaos/stoking putih. Warna bulu putih juga dijumpai pada bibir atas/bawah, ujung ekor dan tepi daun telinga. Sapi bali memiliki pola warna bulu yang unik dan menarik di mana warna bulu pada ternak jantan berbeda dengan betinanya sehingga termasuk hewan *dimorphism-sex*. Pada umumnya sapi bali berwarna merah keemasan. Sapi bali betina dan sapi jantan muda berwarna merah bata kecokelatan, namun sapi bali jantan berubah menjadi warna hitam sejak umur 1,5 tahun dan menjadi hitam mulus pada umur 3 tahun, tetapi bila sapi jantan dikastrasi/dikebiri warna bulunya akan berubah menjadi merah bata. Suatu karakter perubahan warna sapi jantan kebiruan dari warna hitam kembali pada warna semula yakni coklat muda keemasan yang diduga karena makin tersedianya hormon testosteron sebagai hasil produk testis [16].

Pada sapi Bali terdapat juga sapi putih dan hitam dengan warna yang tetap tidak berubah disebut sapi *injin*. Terkadang bulu putih terdapat di antara bulu yang coklat (merupakan bintik-bintik putih) yang merupakan kekecualian atau penyimpangan ditemukan sekitar kurang dari 1%. Bulu sapi Bali dapat dikatakan bagus (halus) pendek-pendek dan mengkilap. Ciri khas pada warna bulu lainnya di bagian punggung terdapat warna hitam yang jelas dari bahu dan berakhir di atas ekor seperti garis lurus.

Tanda-tanda khusus lainnya pada sapi Bali jantan adalah bentuk tanduk yang disebut bentuk tanduk *silak congklok* yaitu jalannya pertumbuhan tanduk mula-mula dari dasar sedikit keluar lalu membengkok ke atas, kemudian pada ujungnya membengkok sedikit keluar. Panjang tanduk pada sapi jantan antara 25-30 cm dengan jarak antara kedua ujung tanduk 45-65 cm. Pada yang betina bentuk tanduknya disebut *manggul gangsa* yaitu jalannya pertumbuhan tanduk satu garis dengan dahi arah ke belakang sedikit melengkung ke bawah dan pada ujungnya sedikit mengarah ke bawah dan ke dalam, tanduk ini berwarna hitam.

Bentuk tubuh sapi Bali menyerupai banteng, tetapi ukuran tubuhnya lebih kecil akibat proses domestikasi. Secara umum ukuran badan sapi bali termasuk kategori sedang dengan bentuk badan memanjang, dada dalam, badan padat dengan perdagingan yang kompak, kepala agak pendek, telinga berdiri dan dahi datar. Bulu sapi Bali umumnya pendek, halus dan licin.

Ukuran tubuh sapi Bali termasuk dalam kategori sedang, di mana sapi Bali betina lebih kecil dibandingkan dengan jantan. Ukuran tubuh sapi Bali juga sangat dipengaruhi oleh tempat hidupnya yang berkaitan dengan manajemen pemeliharaan di daerah pengembangan. Sebagai gambaran umum ukuran tubuh yang dilaporkan Pane [17] dari empat lokasi berbeda (Bali, NTT, NTB dan Sulawesi selatan) diperoleh rataan tinggi gumba antara 122-126 cm (jantan) dan 105-114 cm (betina); panjang badan 125-142 cm (jantan) dan 117-118 cm (betina); lingkar dada 180-185 cm (jantan) dan 158-160 cm (betina). Rataan ukuran tubuh lainnya tinggi panggul 122 cm, lebar dada 44 cm, dalam dada 66 cm, lebar panggul 37 cm. Untuk membandingkan terhadap komponen lainnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Umur dewasa kelamin sapi Bali betina rata-rata 18-24 bulan dan jantan 20-26 bulan; umur kawin pertama betina 18-24 bulan dan jantan 23-28 bulan; beranak pertama kali 28-40 bulan dengan rataan 30 bulan dengan lama bunting 285-286 hari dan jarak beranak 14-17 bulan dengan persentase kebuntingan 80-90% dan persentase beranak 70-85%. Rata-rata siklus estrus adalah 18 hari, pada sapi betina dewasa muda berkisar antara 20-21 hari, sedangkan pada sapi betina yang lebih tua antara 16-23 hari selama 36-48 jam berahi dengan masa subur antara 18-27 jam dan menunjukkan birahi kembali setelah beranak antara 2-4 bulan. Sapi Bali menunjukkan estrus musiman (*seasonality of oestrus*), 66% dari sapi Bali menunjukkan estrus pada bulan Agustus-januari dan 71% dari kelahiran terjadi bulan Mei-Oktober dengan sex ratio kelahiran jantan: betina sebesar 48,06%: 51,94%. Persentase kematian sebelum dan sesudah disapih pada sapi Bali berturut-turut adalah 7,03% dan 3,59%. Persentase kematian pada umur dewasa sebesar 2,7%.

Produktivitas adalah hasil yang diperoleh dari seekor ternak pada ukuran waktu tertentu [19], dan produktivitas sapi potong biasanya dinyatakan sebagai fungsi dari tingkat reproduksi dan pertumbuhan [18]. Wodzicka-Tomaszewska *et al.* [19] menyatakan bahwa aspek produksi seekor ternak tidak dapat dipisahkan dari reproduksi ternak yang bersangkutan, dapat dikatakan bahwa tanpa berlangsungnya reproduksi tidak akan terjadi produksi. Dijelaskan pula bahwa tingkat dan efisiensi produksi ternak dibatasi oleh tingkat dan efisiensi reproduksinya. Produktivitas nyata ternak

merupakan hasil pengaruh genetik dan lingkungan terhadap komponen-komponen produktivitas [20]. Selanjutnya Warwick & Lagetes [21] menyatakan bahwa performa seekor ternak merupakan hasil dari pengaruh faktor keturunan dan pengaruh kumulatif dari faktor lingkungan yang dialami oleh ternak bersangkutan sejak terjadinya pembuahan hingga saat ternak diukur dan diobservasi. Faktor genetik ternak menentukan kemampuan yang dimiliki oleh seekor ternak sedang faktor lingkungan memberi kesempatan kepada ternak untuk menampilkan kemampuannya. Ditegaskan pula bahwa seekor ternak tidak akan menunjukkan penampilan yang baik apabila tidak didukung oleh lingkungan yang baik di mana ternak hidup atau dipelihara, sebaliknya lingkungan yang baik tidak menjamin penampilan apabila ternak tidak memiliki mutu genetik yang baik.

Produktivitas ternak potong di Indonesia masih tergolong rendah dibanding dengan produktivitas dari ternak sapi di negara-negara yang telah maju dalam bidang peternakannya, namun demikian produktivitas sapi daging dapat ditingkatkan baik melalui modifikasi lingkungan atau mengubah mutu genetiknya dan dalam praktiknya adalah kombinasi antara kedua alternatif di atas [22]. Komponen produktivitas sapi potong adalah jumlah kebuntingan, kelahiran, kematian, panen pedet (*calf crop*), perbandingan anak jantan dan betina, jarak beranak, bobot sapih, bobot setahun (*yearling*), bobot potong dan pertambahan bobot badan. Tabel 2 menunjukkan rataan persentase kelahiran, kematian dan *calf crop* beberapa sapi potong di Indonesia.

Tabel 2. Rata-Rata Persentase Kelahiran, Kematian dan *Calf Crop* Beberapa Sapi Potong di Indonesia

Bangsa	Kelahiran	Kematian	<i>Calf Crop</i>
Brahman	50,71	10,35	48,80
<i>Brahman cross</i>	47,76	5,58	45,87
Ongole	51,04	4,13	48,53
<i>Local cross</i>	62,47	1,62	62,02
Bali	52,15 ^a	2,64 ^b	51,40 ^c

Sumber: Sumadi [23]

Berdasarkan Tabel 2 tersebut tampak bahwa sapi bali memperlihatkan persentase kelahiran lebih tinggi di banding dengan sapi brahman, brahman cross dan sapi ongole, kecuali lokal *cross* (Lx), demikian pula *calf crop* sapi Bali lebih tinggi dibanding sapi brahman, brahman cross dan sapi ongole, kecuali lokal *cross* sebesar serta persentase kematian yang rendah. Hal tersebut dapat memberi gambaran bahwa produktivitas sapi bali sebagai sapi

asli Indonesia masih tinggi, namun jika dibandingkan dengan sapi asal Australia masih tergolong rendah yakni *calf crop*-nya dapat mencapai 85 %.

Penutup

Kondisi peternakan sapi potong di Indonesia saat ini masih mengalami kekurangan pasokan sapi bakalan lokal karena pertambahan populasi tidak seimbang dengan kebutuhan sehingga terjadi impor sapi potong bakalan dan daging. Dalam jangka panjang besarnya permintaan konsumsi daging sapi akan menyebabkan penurunan populasi secara nyata, dan apabila pemerintah tidak melakukan upaya yang sungguh-sungguh untuk meningkatkan angka *net-increase* dan *net-calf crop* sapi bukan hal yang tidak mungkin Indonesia masih terus akan mengimpor sapi meskipun harganya sangat mahal. Integrasi sapi Bali di lahan perkebunan sawit sangat mungkin untuk mengurangi impor sapi. Upaya pengembangan ini perlu melibatkan petani ternak di sekitar perkebunan sawit.

Referensi

- [1] BPS. 2020. Impor Daging Sejenis Lembu Menurut Negara Asal Utama 2010-2019. <https://www.bps.go.id/statictable/2019/02/14/2011/impor-daging-sejenis-lembu-menurut-negara-asal-utama-2010-2019.html>.
- [2] Hidajati, N., Martawidjaja, M & Inonu, I. 2001. Peningkatan protein ransum untuk pembesaran domba hasil persilangan. Prosiding seminar nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor 17-18 September 2001. Puslitbang Peternakan Departemen Pertanian. Bogor.
- [3] Mathius, I.W. 2008. Pengembangan sapi potong berbasis industri kelapa sawit, Pengembangan Inovasi Pertanian 1(2), 2008: 206-224.
- [4] Sutrisno, D. Adisuwiryo, Munadi, & Sudjadi. 1978. Heat tolerance pada sapi peranakan dan ongole di Kabupaten Banyumas. Prosiding Seminar Ruminansia Nomor 1. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.
- [5] Moran, J.B. 1979. The performances of Indonesian breeds of cattle in Indonesia when fed high concentrate diets. Mimeo Report. Center for Animal Research and Development, Bogor.
- [6] Bamualim, A. & Wirdayahati, R.B. 2003. Nutrition and management strategies to improve Bali cattle in eastern Indonesia. In Entwistle, K

- & Lindsay, D.R. (Eds.). Strategies to Improve Bali Cattle in Eastern Indonesia. ACIAR Proc. Nomor 110: 17-22.
- [7] Fordyce, G., Panjaitan, T, Muzani, & Poppi, D. 2003. Management to Facilitate Genetic Improvement of Bali Cattle in Eastern Indonesia. In K. Entwistle and D.R. Lindsay (Eds.). Strategies to Improve Bali Cattle in Eastern Indonesia. ACIAR Proc. Nomor 110: 23-28.
 - [8] Devendra, C. 2011. Integrated tree crops-ruminants systems in south east asia: advances in productivity enhancement and environmental sustainable. Asian-Aust. J.Anim. Sci. Vol.24 No.5.
 - [9] Latif, J & Mamat, M.N. 2010. A Financial Study of Cattle Integration in Oil Palm Plantations. Oil Palm Industry Economic Journal. Vol.2 (1).
 - [10] Devendra, C. & Thomas, D. 2002. Crop-Animal Interactions in Mixed Farming Systems in Asia. Agricultural Systems 71(1-2):27-40
 - [11] Sampurna, I.P. 2009. Pakan Sapi Bali. Universitas Udayana. Denpasar.
 - [12] Huraerah, A & Purwanto. 2006. Dinamika Kelompok, Konsep dan Aplikasi. Reflika Aditama. Jakarta
 - [13] Timmins, R.J., Duckworth, J.W., Hedges, S., Steinmetz, R. & Pattanavibool, A. 2008. *Bos javanicus*. In: International Union for Conservation of Nature (IUCN) 2008. IUCN Red List of Threatened Species. Downloaded on 29 March 2009. Database entry includes a brief justification of why this species is of endangered.
 - [14] Groves, C.P. 2006. Domesticated and Commensal Mammals of Austronesia and Their Histories. 2006. In: Austronesians Historical and Comparative Perspectives. Bellwood, P., Fox, J.J, & Tryon, D (eds). The Australian National University. Canberra.
 - [15] Rollinson, D.H.L. 1984. Bali Cattle. In: Mason, I.L. (ed.). Evolution of Domesticated Animals. Longman. London.
 - [16] Darmadja, S.D.N.D. 1980. Setengah Abad Peternakan Sapi Tradisional dalam Ekosistem Pertanian di Bali. Disertasi Universitas Padjajaran. Bandung.
 - [17] Pane, I. 1990. Upaya Peningkatan Mutu Genetik Sapi Bali di P3 Bali. Proceeding Seminar Nasional Sapi Bali. Bali 20-22 September 1990 A42-A46.
 - [18] Seiffert, G. W. 1978. Simulated Selection for Reproductive Rate in Beef Cattle. J. Anim. Sci. 61: 402-409.

- [19] Wodzicka-Tomaszewska, M., Chaniago, T.D. & Sutama, I.K. 1988. Reproduction in Relation to Animal Production in Indonesia. Institut Pertanian Bogor-Australia Project. Bogor.
- [20] Dalton, C. 1987. An Introduction to Practical Animal Breeding. English Language Book Society, Longman.
- [21] Warwick, E.J., Astuti, J.M. & W. Hardjosubroto. 1995. Ilmu Pemuliaan Ternak. Ed ke V. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- [22] Vercoe, J.E. & Frisch, J.E. 1980. Pemuliaan Dari Segi Genetik Sapi Pedaging di Daerah Tropik. Laporan Seminar Ruminansia II. Pusat Penelitian dan Pengembangan Ternak, Bogor.
- [23] Sumadi, 1985. Beberapa Sifat Produksi dan Reproduksi dari Berbagai Bangsa Sapi Potong di Ladang Ternak. Tesis Pascasarjana, IPB, Bogor.

PENERAPAN KESEJAHTERAAN HEWAN DALAM UPAYA MENEKAN TINGKAT STRES PADA HEWAN RUMINANSIA BESAR DI RUMAH POTONG HEWAN

Ari Wibowo dan Suhardi

Jurusan Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Latar Belakang

Kesejahteraan hewan telah menjadi subjek penting baik dari sudut pandang ekonomi, politik dan dari sudut pandang religius. Dengan meningkatnya permintaan konsumsi daging merah yang berasal dari hewan ruminansia besar baik dalam negeri/domestik maupun secara global memberikan dampak yang signifikan terhadap industri pemotongan hewan (*meat processing plant*) terutama dalam upaya peningkatan penerapan kesejahteraan hewan dalam proses prasembelih dan penyembelihan hewan (Grunert *et al.*, 2004; Issanchou, 1996). Isu mengenai penyembelihan ritual (halal dan kosher) masih menjadi perdebatan yang cukup panjang secara global, di mana negara-negara yang menerapkan kesejahteraan hewan dalam proses pemotongan hewan masih menganggap penyembelihan hewan dengan metode religius (pemotongan halal untuk muslim) dan (pemotongan kosher untuk Yahudi) adalah proses penyembelihan hewan yang tidak menerapkan aspek kesejahteraan hewan akibat hewan disembelih dalam keadaan sadar atau tanpa dilakukannya proses pemingsanan pada saat fase prasembelih (*pre-slaughter handling*) (Grandin & Smith, 2004; Said *et al.*, 2014; Velarde *et al.*, 2014). Disisi lain, beberapa hasil studi atau riset dalam satu dekade terakhir bahwa penyembelihan secara ritual mampu menekan rasa sakit dalam proses penyembelihan dan tidak memberikan efek negatif terhadap karkas ataupun daging yang dihasilkan pascapenyembelihan (*post mortem*) (Agbeniga & Webb, 2012; Bonne & Verbeke, 2008).

Sehingga berdasarkan hasil beberapa riset menunjukkan titik krusial dalam proses penyembelihan hewan ruminansia besar yaitu pada tahapan persiapan atau prasembelih (*preslaughter*) bukan hanya dari metode penyembelihan yang digunakan, baik secara konvensional ataupun metode penyembelihan secara religius (Juncher *et al.*, 2001). Sehingga prasembelih/*preslaughter* merupakan fase utama yang menjadi perhatian khusus dalam proses penerapan kesejahteraan hewan dalam industri

pemotongan hewan ruminansia besar baik ditingkat nasional maupun global untuk mengurangi tingkat stres pada hewan/ternak serta mencapai kualitas daging yang aman, sehat, utuh dan halal.

Dalam operasional pemotongan hewan, pada umumnya hewan ataupun ternak akan mengalami atau menghadapi situasi stres akibat dari lingkungan ataupun situasi yang cukup berbeda, ketika hewan tidak bisa beradaptasi baik secara tingkah laku dan fisiologi terhadap lingkungan baru seperti dalam proses transportasi ternak, kandang tunggu (*lairage*), dan area pemotongan hewan (*chute/slaughter area*) serta penggabungan hewan/ternak yang temperamen dengan kelompok ternak lainnya dalam satu area kandang (Hultgren *et al.*, 2014). Sehingga secara psikologi dan fisiologi hewan/ternak akan berusaha untuk mengembalikan kondisi individunya ke titik normal atau keseimbangan yang lebih dikenal dengan homeostatis (Johanna K Probst *et al.*, 2012). Respons hewan terhadap lingkungan baru pada umumnya di awali dengan respons fisiologi yang berhubungan dengan reaktivitas emosional seperti terjadinya peningkatan detak jantung dan frekuensi pernafasan yang diikuti dengan perubahan tingkah laku hewan (Boissy *et al.*, 2007). Reaksi lainnya yang muncul akibat kurang optimalnya penerapan kesejahteraan hewan pada tahapan prasembelih menyebabkan terjadinya aktivasi *Hypothalamic-pituitary-adrenal axis* (HPA) yang diikuti dengan pelepasan hormon stres *corticotropin-releasing hormone* (CRH) yang juga mengaktifkan komponen *sympatho-adrenal* yang memberikan efek meningkatnya kortisol di dalam darah dan hewan mengalami stres akut (Ferguson & Warner, 2008).

Ditinjau dari ilmu daging, hewan yang mengalami stres serta kelelahan akibat dari proses *handling* ternak yang kurang baik atau tidak memahami tentang tingkah laku ternak pada fase prasembelih menyebabkan terjadinya penurunan kualitas karkas yang dihasilkan seperti terjadinya kasus memar pada permukaan karkas/otot dan terjadinya warna gelap pada daging (*Dark cutting beef*) akibat pH yang tinggi pascapenyembelihan (Lonergan *et al.*, 2010; Mancini & Ramanathan, 2014; Quevedo *et al.*, 2013). Persentase atau jumlah kasus memar pada daging dan warna gelap pada daging pascapenyembelihan merupakan indicator yang paling sering digunakan untuk mengukur tingkat stres pada ternak dalam suatu Rumah Potong Hewan ataupun industri pengolahan daging (*meat processing plant*) sehingga untuk menekan kasus tersebut penerapan sistem audit Rumah Potong Hewan berbasis kesejahteraan hewan menjadi hal yang esensial untuk meningkatkan penerapan kesejahteraan hewan dalam proses produksi dalam industri daging merah (Grandin, 2010).

Langkah utama penerapan kesejahteraan hewan (animal welfare) adalah dengan memperhatikan beberapa aspek penting pada hewan seperti kesehatan hewan serta kenyamanan hewan itu sendiri dalam berinteraksi dengan kelompok hewan lainnya dan lingkungannya. Pada industri daging merah atau rumah potong hewan pengetahuan dan aplikasi tentang tingkah laku ternak bagi *stockperson/animal handler* orang yang menangani hewan/ternak merupakan hal yang vital dalam menekan kasus tingkat stres pada hewan yang mana berhubungan dengan penerapan kesejahteraan hewan. Memberikan perlakuan yang baik terhadap hewan pada fase *pra-slaughter* dengan mengacu dan menerapkan lima faktor kebebasan pada hewan (*five freedoms*) di mana hewan terbebas dari rasa takut, rasa lapar dan haus, terbebas dari situasi atau kondisi yang tidak nyaman serta bebas dari sakit dan cedera (Fuseini *et al.*, 2017; Njisane & Muchenje, 2017). Sehingga pengetahuan dan penerapan kesejahteraan hewan di Rumah Potong Hewan terutama bagi para pekerja yang bersentuhan langsung dengan hewan hidup dalam proses penanganan hewan prasembelih untuk mencapai produk daging yang berkualitas dan ASUH (aman, sehat, utuh dan Halal).

Efek Spesifik Prasembelih (*Preslaughter*) terhadap Kualitas Daging

Investigasi mengenai dampak dari prasembelih atau *preslaughter handling* seperti proses transportasi pengangkutan ternak dan metode penjualan atau pemasaran ternak harus diketahui secara komprehensif dalam penerapan kesejahteraan hewan karena penyebab stres pada hewan/ternak bias terjadi akibat dari beberapa faktor atau kombinasi dari tahapan-tahapan penanganan hewan di mana akan memberikan respons yang berbeda terhadap hewan (Linares *et al.*, 2007; Losada-espinosa *et al.*, 2018). Untuk contoh, kontak antara hewan atau ternak dengan manusia pada umumnya memberikan efek stres yang timbul secara cepat bersifat akut dan stres yang dialami ternak tidak akan lama berkisar antara 30 sampai dengan 45 menit, sebaliknya ketika hewan tidak memiliki akses terhadap air minum dan pakan masa stres yang dialami oleh hewan akan memakan waktu yang cukup panjang yaitu 12-24 jam dari masa atau periode kekurangan pakan dan air minum, dan respons stres yang dialami akan berbeda antara satu individu hewan dengan hewan lainnya (Ferguson & Warner, 2008). Beberapa hasil riset menunjukkan, bahwa stres yang terjadi pada ternak atau hewan pada saat proses penanganan hewan pada saat prasembelih akan menyebabkan perubahan dan penurunan kualitas karkas dan daging pascapenyembelihan atau postmortem (Grandin, 2010; Hultgren *et al.*, 2014; Linares *et al.*, 2007; Losada-espinosa *et al.*, 2018).

Efek Pengistirahatan Ternak terhadap Tingkat Stres dan Kualitas Daging

Salah satu bagian penting dalam rantai pemasaran hewan/ternak adalah di mana individu atau kelompok hewan akan mengalami kenaikan tingkat stres dimulai pada saat di Rumah Potong Hewan. Pada umumnya hewan yang berada di area RPH sebelum proses penyembelihan hewan atau ternak akan berada dikandang tunggu (*lairage*) sehingga dalam tahapan ini menjadi penting, dikarenakan lama waktu dan kondisi kandang tunggu akan mempengaruhi tingkat stres pada tahap penanganan ternak/hewan prasembelih (Miranda-de la Lama *et al.*, 2014; Muchenje *et al.*, 2009). Di beberapa Negara eropa dan Amerika utara proses penyembelihan ternak biasanya dilakukan pada saat hewan atau ternak tiba di RPH, sebaliknya di Australia, New Zealand dan beberapa Negara lainnya termasuk di Indonesia hewan yang baru tiba di RPH akan diistirahatkan di kandang tunggu selama 24 jam atau sehari setelah kedatangan hewan di RPH (Ferguson & Warner, 2008). Proses pengistirahatan ternak atau hewan di kandang tunggu di RPH bertujuan untuk memberikan kesempatan kepada hewan untuk rehidrasi dan pemulihan kondisi fisik pascaperiode transportasi ternak dari suatu wilayah ke wilayah lainnya, selain itu juga untuk proses pemantauan dan pemeriksaan kesehatan hewan sebelum dilakukan proses penyembelihan. Sehingga pemeriksaan ketersediaan fasilitas pendukung dan kondisi yang kondusif di kandang tunggu di RPH bersifat esensial agar kenyamanan dan kesehatan hewan tetap terjaga sehingga kaidah-kaidah kesejahteraan hewan bisa dicapai secara optimal dari tahapan penanganan hewan/ternak hingga proses penyembelihan hewan (Gregory, 2008; Mpamhangga & Wotton, 2015).

Beberapa hasil observasi melaporkan, bahwa hewan/ternak yang berada di kandang tunggu dengan fasilitas yang kurang memadai diikuti dengan suara-suara bising dari kandang tunggu lainnya menunjukkan tingkah laku yang berbeda dibandingkan dengan kondisi hewan yang berada di kandang tunggu dengan situasi yang lebih nyaman dan terhindar dari kebisingan suara dari kelompok ternak lainnya, meskipun dalam hasil uji kualitas daging terutama pada parameter pH tidak ada perbedaan pada otot *Longissimus dorsi* baik dari kelompok ternak yang berada di kandang dengan suara kebisingan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok ternak yang berada di kandang tunggu dengan situasi yang lebih nyaman atau tidak terjadi kebisingan, tetapi terjadi perbedaan yang cukup signifikan pada persentase area memar pada karkas, di mana kelompok ternak yang ditempatkan pada kandang tunggu dengan tingkat kebisingan yang lebih tinggi dibandingkan

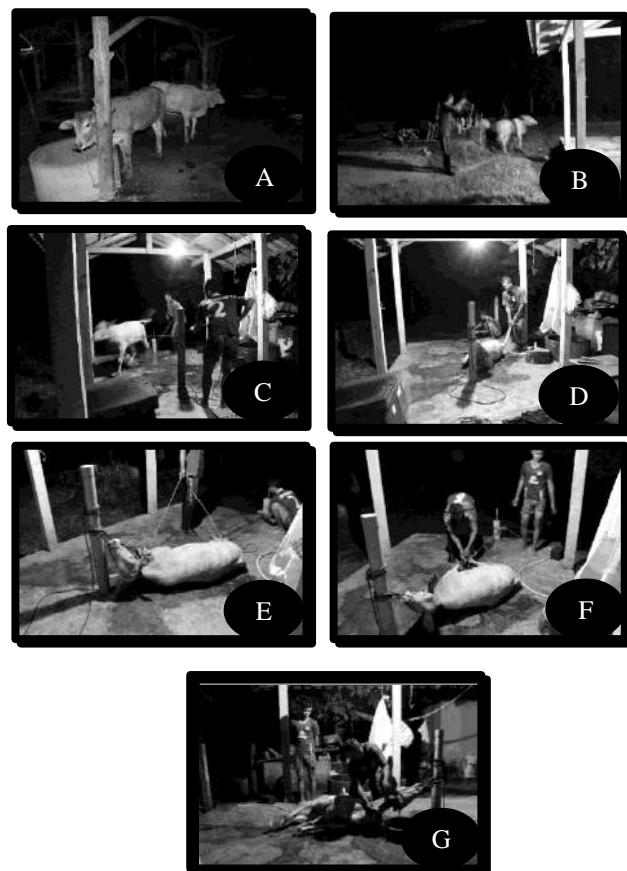
kelompok ternak dengan tingkat kebisingan yang rendah menunjukkan persentase memar (*bruising*) yang lebih tinggi pada area karkas belakang (*hind quarter*), kejadian ini disebabkan pergerakan hewan dikandang tunggu dengan intensitas kebisingan yang tinggi menunjukkan lebih tinggi dan terjadinya kontak badan atau pergesekan tubuh di antara individu ternak tersebut (Gregory, 2008; Hultgren *et al.*, 2014; Losada-espinosa *et al.*, 2018). Sehingga beberapa *expertise/ahli* menyimpulkan untuk menekan kasus kejadian stres dan memar pada karkas ternak kandang tunggu harus memperhatikan densitas ternak, fasilitas pendukung serta kenyamanan dan ketenangan ternak itu sendiri sehingga hewan atau ternak yang berada di kandang tunggu bisa beristirahat dan minim melakukan pergerakan yang meningkatkan risiko kontak antara satu individu ternak dengan ternak lainnya.

Selain itu, intensitas atau lama tunggu hewan atau ternak di kandang tunggu juga mempengaruhi insiden daging berwarna gelap pada ternak sapi potong (McKeith *et al.*, 2016; Quevedo *et al.*, 2013). Beberapa studi melaporkan, bahwa lama waktu atau masa tunggu hewan/ternak di kandang tunggu menyebabkan menurunnya konsentrasi glikogen otot pada area *Longissimus dorsi* meskipun tidak mempengaruhi tingkat keempukan pada potongan daging komersial tersebut (O.A. Young., R.W. Rogers., W. K. Nip., 2001). Hal tersebut menunjukkan fenomena yang sama dari beberapa hasil riset yang dilakukan, di mana tidak ada perbedaan pada saat uji sensoris pada daging kambing yang dikandang tunggu selama 0,1,dan 2 hari sebelum proses penyembelihan, begitu juga pada sapi potong yang di istirahatkan di kandang tunggu selama periode 3 jam dan 18 jam menunjukkan tidak ada perbedaan tingkat keempukan daging dalam uji keempukan dengan menggunakan alat dan metode *Warner Bratzler Shear force* (WBSF) (Ferguson & Warner, 2008).

Perlakuan atau interaksi antara *stockperson* (petugas penanganan hewan) dengan hewan juga dapat meningkatkan tingkat stres pada ternak pada tahap prasembelih. Hasil suatu studi yang dilakukan di RPH dengan metode pemotongan hewan/ternak tanpa proses pemingsanan (pemotongan halal) di Thailand menunjukkan bahwa ternak mengalami stres akibat rendahnya atau kurangnya pengetahuan dari petugas penanganan hewan tentang tingkah laku ternak dan teknik penanganan ternak (Ari *et al.*, 2019). Di mana petugas hewan tidak mengerti cara menangani hewan/ternak berbasis kesejahteraan hewan (Gambar 1A-1C).

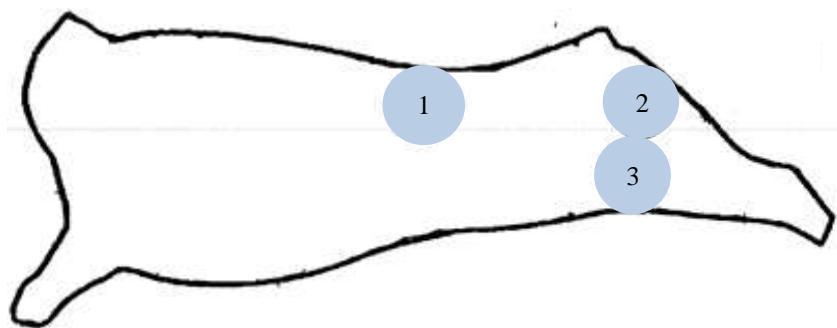
Dalam proses perebahan ternak terlihat petugas penanganan hewan tidak mengerti atau tidak menggunakan perebahan ternak yang mengikuti

kaidah kesejahteraan hewan (Gambar 1D-1F). Upaya perebahana hewan sebelum dilakukan proses penyembelihan yang lazim digunakan adalah metode *rope squeeze* dan *burley* di mana metode tersebut dapat merebahkan hewan tanpa terjadi benturan keras antara bagian otot dengan permukaan lantai area penyembelihan. Sehingga perlakuan yang kurang baik dapat meningkatkan risiko terjadinya memar pada bagian otot sapi di area/lokasi anatomi yang berbeda (Ekiz *et al.*, 2012; Gregory, 1996). Perlakuan kasar atau kurangnya penerapan kesejahteraan dalam industri pemotongan ternak menghasilkan benturan keras pada otot, di mana otot *Vastus lateralis* dan *Semitendinosus* (Gambar 2) memiliki risiko benturan sehingga terjadinya luka dan memar pada kedua otot tersebut lebih tinggi dibandingkan area otot *Longissimus dorsi*.



Gambar 1. Proses penanganan dan penyembelihan ternak di RPH tradisional Thailand (Sumber: Ari *et al.*, (2019)

Kombinasi antara efek stres dan pemaksaan yang berlebihan dalam proses perebahan ternak akan memberikan dampak langsung terhadap penurunan kualitas karkas dan daging pascapenyembelihan (Farouk *et al.*, 2014; Jacob & Pethick, 2014). Farouk *et al.*, (2014) menjelaskan proses penanganan ternak dari tahap prasembelih hingga proses penyembelihan; di mana proses pengumpulan ternak, transportasi ternak, penggiringan ternak ke area pemotongan hewan dan penyembelihan akan sangat berpengaruh terhadap kesejahteraan hewan dan kualitas daging yang dihasilkan.



Gambar 2. Lokasi anatomi otot berbeda pada karkas sapi, *Longissimus dorsi* (1), *Semitendinosus* (2) dan *Vastus lateralis* (3)

Manajemen dan Pengendalian Stres pada Tahap Prasembelih (*Preslaughter*)

a. Suplemen Tambahan untuk Pencegahan Stres

Beberapa riset dilaporkan telah mengembangkan dan menginvestigasi penambahan suplemen pada ternak untuk menekan atau mengurangi stres pada ternak pada fase prasembelih, di antaranya adalah penambahan magnesium dalam diet pakan ternak (Ferguson & Warner, 2008). Fungsi dari penambahan magnesium tersebut adalah untuk menekan stres dan meningkatkan kualitas daging yang dihasilkan pascapenyembelihan hewan, penambahan magnesium dalam pakan ternak dapat menekan stimulasi neromuskular dan mencegah sekresi glucorticoids dan catecholamines penyebab stres pada ternak (Bourguet *et al.*, 2011; Støier *et al.*, 2016). Selain itu penambahan magnesium dalam pakan atau diet ternak dapat mengurangi kehilangan glycogen dari otot, riset ini dilakukan pada domba merino yang dimulai dari fase pemeliharaan hingga penyembelihan hewan serta tidak mempengaruhi pH ultimatum pascapostmortem (Ferguson & Warner, 2008).

Pemberian pakan yang ditambahkan elektrolit juga telah dilakukan untuk menekan kasus stres pada ternak, di mana penambahan elektrolit pada ternak memberikan efek positif dan tidak mempengaruhi pH daging, warna daging dan daya ikat air otot/daging *postmortem* (Jeleníková *et al.*, 2008; Young, 2004). Selain itu telah dilaporkan bahwa penambahan elektrolit dalam pakan juga mampu meningkatkan jumlah karkas atau persentase karkas yang dihasilkan serta dapat menekan terjadinya kasus daging berwarna gelap atau yang lebih dikenal dengan istilah *dark cutting beef*, selain itu penambahan suplemen elektrolit juga tidak mempengaruhi palatabilitas atau rasa (*flavor*) yang dihasilkan sehingga memiliki daya terima yang cukup baik di tingkat konsumen secara luas (Ferguson & Warner, 2008).

b. Penerapan Penanganan Ternak Berbasis Kesejahteraan Hewan

Salah satu cara untuk meminimalisasi stres pada ternak dalam proses penanganan ternak adalah dengan menyediakan fasilitas penanganan ternak yang memudahkan ternak untuk bergerak dengan situasi dan kondisi yang tidak menyebabkan stres serta memudahkan petugas (*stockperson*) dalam menangani ternak dan tidak menyebabkan risiko kecelakaan kerja akibat kontak antara hewan dan petugas (Hemsworth *et al.*, 2011; King *et al.*, 2006). Sehingga meningkatkan fasilitas pendukung seperti jalur jalan ternak (*race way*) dari kandang tunggu menuju area pemotongan dan kandang jepit (*chute*) merupakan hal yang perlu diaplikasikan di RPH. Penggunaan bendera untuk mengatur gerakan atau pergerakan juga perlu diterapkan dalam operasional pemindahan hewan ternak di area RPH untuk mengurangi kontak antara manusia/petugas dengan hewan/ternak sehingga stres pada hewan dan risiko kecelakaan kerja dapat ditekan (Grandin, 2001; Hemsworth *et al.*, 2011; Petherick, 2005; J K Probst *et al.*, 2014).

c. Pengendalian Hewan yang Temperamen

Temperamen pada ternak dapat digambarkan atau dilihat dari beberapa cara, tetapi yang paling terlihat dan mudah di observasi adalah dilihat dari ekspresi tingkah laku hewan/ternak yang menjadi takut sebagai respons dari situasi dan kondisi lingkungan dan social yang dihadapi oleh individu ternak itu sendiri (Borell *et al.*, 2007; Bourguet *et al.*, 2011; Destrez *et al.*, 2018; Grandin, 2010). Pemilihan dan pemisahan ternak yang temperamen dapat memberikan keuntungan baik kepada hewan/ternak termasuk petugas penanganan hewan dan memberikan efek kenyamanan dan ketenangan pada ternak pada fase prasembelih. Terdapat beberapa bukti menunjukkan terdapat

korelasi antara temperamen dengan ukuran-ukuran fisiologis di antaranya adalah jumlah kandungan kortisol yang meningkat atau tinggi di dalam darah yang berkorelasi kuat dengan kejadian stres pada ternak (Bourguet *et al.*, 2011; Costa *et al.*, 2016). Sehingga pemilihan dan pemisahan ternak yang temperamental dapat menekan kasus stres di antara kelompok ternak dan meningkatkan kualitas daging yang dihasilkan pascapenyembelihan. Beberapa hasil studi menunjukkan hewan yang temperamen dan agresif lebih mudah mengalami stres sehingga terkurarsnya glikogen otot lebih cepat dan banyak, hal tersebut berkorelasi dengan warna daging pascamerta, di mana daging akan berwarna gelap hal tersebut diakibatkan dari terkurarsnya glikogen sehingga pH ultimatum tidak tercapai dengan kondisi pH yang tinggi maka mitokondria pada sel otot lebih aktif mengadsorpsi oksigen dibandingkan pigmen daging (myoglobin) atau myoglobin dalam status deoxymyoglobin sehingga daging akan berwarna gelap (Beriau *et al.*, 2009; For *et al.*, 2002; Mukherjee *et al.*, 2017).

Penutup

Informasi tentang kesejahteraan hewan dan penerapannya dalam industri pemotongan hewan merupakan hal yang perlu diaplikasikan secara komprehensif di RPH dalam rangka meningkatkan kesejahteraan hewan dalam proses produksi ternak serta pencapaian kualitas daging yang optimal berbasis ASUH (Aman, Sehat, Utuh, dan Halal). Arah dari karya tulis ilmiah ini adalah memberikan gambaran tentang dampak dari proses penanganan ternak ruminansia besar pada fase prasembelih dan konsekuensinya terhadap kualitas karkas dan daging yang dihasilkan dengan memberikan penjelasan dari beberapa hasil riset dan laporan studi ilmiah yang telah dilakukan dan dipublikasikan di tingkat internasional. Sehingga dengan pemaparan dan penjelasan tentang interaksi antara tingkat stres dan kualitas daging yang dihasilkan dapat memberikan dampak dalam industri pemotongan hewan baik di tingkat nasional dan regional daerah khususnya daerah urban dan sub-urban yang berada di wilayah Provinsi Kalimantan Timur khususnya.

Referensi

- 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>

- Ari, W., Worawan, P., Siriporn, R., & Manat, C. (2019). Characteristics of Thai Native Beef Slaughtered By Traditional Halal Method. *Walailak Journal Science & Technology*, 16 (7), 443-453. <https://doi.org/10.48048/wjst.2019.4689>
- Berain, 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>
- 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>
- Borell, E. Von, Langbein, J., Després, G., Hansen, S., Leterrier, C., Marchant-forde, J., Marchant-forde, R., Minero, M., Mohr, E., Prunier, A., Valance, D., & Veissier, I. (2007). *Heart rate variability as a measure of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress and welfare in farm animals — A review*. 92, 293–316. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2007.01.007>
- 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>
- 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>
- 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>

- Ekiz, B., Ergul Ekiz, E., Kocak, O., Yalcintan, H., & Yilmaz, A. (2012). Effect of pre-slaughter management regarding transportation and time in lairage on certain stres parameters, carcass and meat quality characteristics in Kivircik lambs. *Meat Science*, 90(4), 967–976. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.11.042>
- 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>
- Ferguson, D. M., & Warner, R. D. (2008). Have we underestimated the impact of pre-slaughter stres on meat quality in ruminants? *Meat Science*, 80(1), 12–19. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.05.004>
- For, A. R., Myoglobin, T. H. E., Cycle, R., The, I. N., Of, I., & Apoptosis, E. C. (2002). *A ROLE FOR THE MYOGLOBIN REDOX CYCLE IN THE INDUCTION OF*. 33(8), 1153–1164.
- 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>
- Grandin, T. (2001). *Cattle vocalizations are associated with handling and equipment problems at beef slaughter plants*. 71.
- 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. (1996). Welfare and hygiene during preslaughter handling. *Meat Science*, 43, 35–46. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(96\)00053-8](https://doi.org/10.1016/0309-1740(96)00053-8)
- 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>
- Grunert, K. G., Bredahl, L., & Brunsø, K. (2004). Consumer perception of meat quality and implications for product development in the meat sector-a review. *Meat Science*, 66(2), 259–272. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00130-X](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00130-X)

- 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>
- 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>
- Issanchou, S. (1996). Consumer expectations and perceptions of meat and meat product quality. *Meat Science*, 43, 5–19. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(96\)00051-4](https://doi.org/10.1016/0309-1740(96)00051-4)
- Jacob, R. H., & Pethick, D. W. (2014). Animal factors affecting the meat quality of Australian lamb meat. *Meat Science*, 96(2 Pt B), 1120–1123. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.10.039>
- Jeleníková, J., Pipek, P., & Staruch, L. (2008). The influence of ante-mortem treatment on relationship between pH and tenderness of beef. *Meat Science*, 80(3), 870–874. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.04.004>
- Juncher, D., Rønn, B., Hansen, T. B., Henckel, P., Karlsson, A., Skibsted, L. H., & Bertelsen, G. (2001). Effect of pre-slaughter physiological conditions on the oxidative stability of colour and lipid during chill storage of sliced, retail packed roast ham. *Meat Science*, 63(2), 151–159. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00054-2](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00054-2)
- 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>
- Linares, M. B., B??rnez, R., & Vergara, H. (2007). Effect of different stunning systems on meat quality of light lamb. *Meat Science*, 76(4), 675–681. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.02.007>
- 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-espinosa, 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>
- 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>
- 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>
- 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>
- Mpamhangwa, C. J., & Wotton, S. B. (2015). 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>
- Mukherjee, S., Mukherjee, M., Bandyopadhyay, S., & Dey, A. (2017). *Three phases in pH dependent heme abstraction from myoglobin*. 172(April), 80–87.
- 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.
- O.A. Young., R.W. Rogers., W. K. Nip., Y. H. H. (2001). *Meat Science and Applications* (1th editio). Marcell and Decker.
- Petherick, J. C. (2005). *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>

- Probst, J K, Neff, A. S., Hillmann, E., & Kreuzer, M. (2014). Relationship between stres-related exsanguination blood variables, vocalisation, and stresors imposed on cattle between lairage and stunning box under conventional abattoir conditions. *Livestock Science*, 164, 154–158. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.03.013>
- Probst, Johanna K, Spengler, A., Leiber, F., Kreuzer, M., & Hillmann, E. (2012). Gentle touching in early life reduces avoidance distance and slaughter stres 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>
- 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>
- Støier, S., Larsen, H. D., Aaslyng, M. D., & Lykke, L. (2016). Improved animal welfare, the right technology and increased business. *MESC*, 120, 71–77. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.04.010>
- Velarde, A., Rodriguez, P., Dalmau, A., Fuentes, C., Llonch, P., von Holleben, K. V, Anil, M. H., Lambooij, 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>
- Young, O. A. (2004). *MEAT Industrial application to cattle of a method for the early determination of meat ultimate pH.* 67, 107–112. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2003.09.014>

PERTANIAN dan MASA DEPAN

Buku dengan judul *Pertanian dan Masa Depan* ini adalah kumpulan ide dan pemikiran dari para akademisi (dosen) FAPERTA Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur. Buku ini dibagi menjadi lima bahasan yaitu Pertanian Masa Depan Berbasis Agrokompleks, Kebijakan Pangan, Keamanan dan Pangan Fungsional, Pengembangan Kawasan, Pembiayaan dan Kelembagaan Pertanian serta Pengembangan Peternakan Berbasis Sumber Daya Lokal. Artikel yang kemudian dikonsep dalam bentuk buku referensi ini diharapkan dapat memberikan informasi dan inspirasi dalam menyongsong masa depan dalam pertanian.

Bagian pertama memberikan informasi tentang potensi, tantangan dan hambatan pertanian masa depan. Digambarkan dari degradasi lahan, pengendalian gulma, hama, pemanfaatan bahan organik dalam menunjang pertanian, termasuk prospek bioenergi, diversifikasi dan ketahanan pangan serta rekayasa dalam dunia pertanian. Bagian kedua membahas tentang kebijakan diversifikasi pertanian dan ketahanan pangan (kebutuhan pangan dan sistem logistik pangan serta strategi kebijakan pangan untuk masa depan). Bagian ketiga membahas sistem pengendalian usaha pangan dalam praktik pengawasan mutu, potensi pangan fungsional dan pemanfaatan bahan pangan lokal, pemanfaatan limbah hasil pertanian sebagai sumber bahan tambahan pangan. Bagian keempat berisikan pengembangan pertanian khususnya sektor perkebunan berbasis kawasan, kebutuhan modal dan pembiayaan pada bidang pertanian, serta strategi penguatan kelembagaan dengan program konstratani. Bagian terakhir atau bagian kelima membahas tentang potensi dari ternak kerbau untuk substitusi kebutuhan daging sapi berbasis biodiversitas lokal Kalimantan Timur, potensi pengembalaan ternak di lahan reklamasi pascatambang, integrasi antara ternak dan perkebunan sawit, sampai dengan upaya mengurangi stres terhadap hewan ruminansia di RPH.

