



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 Dzatini Nabila**

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 di bagi 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 di 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

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 sepiantas, 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 memproduksi 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 Kartasmita, 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

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 membasmi 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, dibagihasikan. 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. Suyanto 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;

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 dieksploitasi 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 menukarkan 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 perubahan 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 dieksploitasi 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 memeliharanya, bukan oleh para spekulan. 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 dipraktikkan 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 menggantikan 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 budidayanya 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 mengangkut 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 (H₂O), 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 petani 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.

Memfaatkan 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 pemadatan. 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 mempromosi 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/Oktobre, 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 pemadatan 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 membusuk 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 (*amonía*) 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. Institut 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.