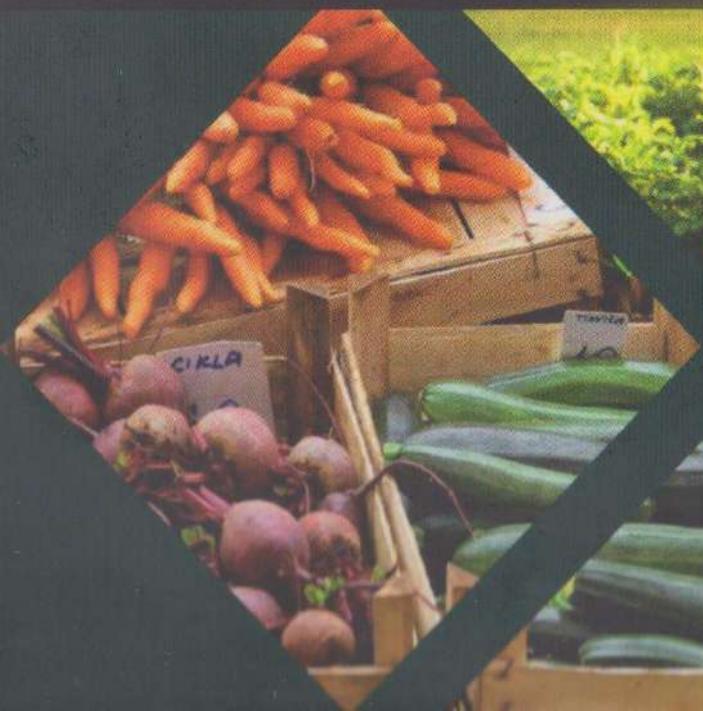


TEKNOLOGI PERTANIAN ORGANIK



Ir. Jumar, MP

Riza Adrianoor Saputra, SP., MP





Ir. Jumar, MP

Lahir di Kandangan, Kabupaten Hulu Sungai Selatan, pada 24 Oktober 1965. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian ULM tahun 1992. Tahun 2007 menyelesaikan pendidikan Magister Pertanian pada Program Pascasarjana Agronomi ULM. Buku Entomologi Pertanian yang diterbitkan PT. Rineka Cipta, Jakarta tahun 2000 merupakan karya pertamanya. Modul Gulma, Bioekologi dan Pengendaliannya merupakan karya kedua penulis ini. Penulis adalah staf pengajar pada Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian ULM, Banjarbaru.



Riza Adrianoor
Saputra, SP., MP

Lahir di Kota Banjarmasin, pada tanggal 2 Oktober 1991. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian ULM tahun 2013. Tahun 2016 menyelesaikan pendidikan Magister Pertanian pada Program Pascasarjana Agronomi ULM. Penulis adalah staf pengajar pada Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian ULM, Banjarbaru.



ISBN 978-602-5562-30-3





TEKNOLOGI PERTANIAN ORGANIK

Ir. Jumar, MP.
Riza Adrianoor Saputra, SP., MP.

Judul:
TEKNOLOGI PERTANIAN ORGANIK

Penulis:
Ir. Jumar, MP.
Riza Adrianoor Saputra, SP., MP.

Desain sampul:
Zauhara El-Rana Joedaner Putri

ISBN: 978-602-5562-30-3

Copyright © April, 2018
190 halaman : 15,5x23 cm

Perpustakaan Nasional: Katalog Dalam Terbitan (KDT)
Hak Cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak dalam bentuk apapun tanpa ijin tertulis dari pihak penerbit.

Diterbitkan pertama kali oleh **Inteligensia Media**
Jl. Joyosuko Metro IV/No 42 B, Malang, Indonesia
Telp./Fax. 0341-588010
Email: intelegensiamedia@gmail.com

Anggota IKAPI

Didistribusikan oleh CV. Cita Intrans Selaras
Wisma Kalimetro, Jl. Joyosuko Metro 42 Malang
Telp. 0341-573650
Email: intrans_malang@yahoo.com

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala pujian kami sampaikan ke hadirat Allah SWT, karena berkat limpahan rahmat, karunia, dan izinNya, buku Teknologi Pertanian Organik ini dapat kami selesaikan. Salawat dan Salam semoga selalu tercurah kepada Rasulullah, Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan pengikut beliau hingga akhir zaman.

Buku Teknologi Pertanian Organik ini kami tulis dengan harapan dapat menjadi pencerahan bagi mahasiswa, khususnya yang mengambil mata kuliah Pertanian Organik atau mata kuliah Teknologi Pertanian Organik. Buku ini menyajikan beberapa hal seputar pertanian organik dan teknologi yang mendukungnya. Buku ini antara lain membahas, pentingnya pertanian organik untuk masa depan bangsa, pertanian organik dan prinsip-prinsip pertanian organik, biofertilizer (pupuk hayati), teknologi pengomposan, teknologi pengendalian hama dan penyakit tanaman, keterpaduan dalam pertanian organik, dan standarisasi dan sertifikasi sarana dan produk organik. Selain itu, juga disertakan beberapa soal latihan, dengan harapan dapat mempermudah pemahaman tentang pertanian organik tersebut.

Pada kesempatan ini, kami menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak memberikan masukan dan dorongan sehingga buku ini dapat hadir dihadapan pembaca. Terima kasih secara khusus kami sampaikan kepada Dekan Fakultas Pertanian ULM, Prof. Dr. Ir. H. Luthfi, MS yang selalu memberikan semangat kepada kami, khususnya dalam penulisan buku ini. Permohonan maaf kami sampaikan kepada semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu-persatu dalam kata pengantar ini.

Harapan kami, semoga buku sederhana ini dapat memberikan gambaran tentang teknologi yang dapat

digunakan dalam kegiatan pertanian organik di Indonesia. Semoga Allah SWT menjadikan buku kecil ini sebagai bagian dari amaliah kami disisiNya. Aamiin.

Banjarbaru, Pebruari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

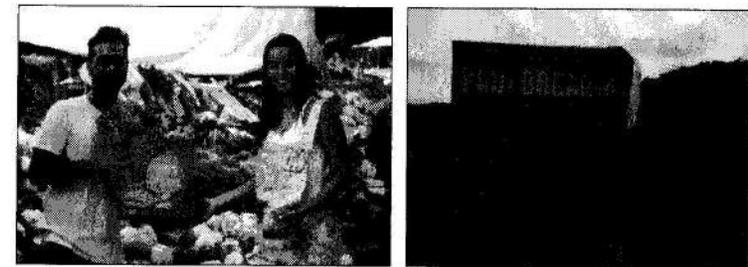
KATA PENGANTAR	iii
BAB I. PENTINGNYA PERTANIAN ORGANIK UNTUK MASA DEPAN BANGSA --	1
1.1 Bahaya Pestisida Bagi Generasi Bangsa --	3
1.2 Bertanam Secara Organik --	6
1.3 Manfaat Pangan Organik --	8
1.4 Permasalahan Seputar Pertanian Organik --	9
BAB II. PERTANIAN ORGANIK DAN PRINSIP-PRINSIP PERTANIAN ORGANIK --	13
2.1 Pengertian Pertanian Organik --	13
2.2 Kegunaan Budidaya Organik --	15
2.3 Prinsip-Prinsip Pertanian Organik --	19
BAB III. PENGELOLAAN TANAH SECARA BERKELANJUTAN DALAM PERTANIAN ORGANIK --	24
3.1 Pengelolaan Tanah Secara Berkelanjutan --	24
3.2 Pengelolaan Kesuburan Tanah Masam --	26
3.3 Pengelolaan Lahan Sawah --	32
BAB IV. BIOFERTILIZER (PUK HAYATI) --	40
4.1 Peranan Biofertilizer --	41
4.2 Perkembangan Biofertilizer --	41
4.3 Beberapa Manfaat Biofertilizer --	42
4.4 Keuntungan Pemanfaatan Biofertilizer --	50
4.5 Teknologi Produksi Biofertilizer --	51
4.6 Teknik Pemanfaatan Biofertilizer --	58
4.7 Pemanfaatan Pupuk Biofertilizer pada Pertanian --	60
4.8 Perkembangan Biofertilizer --	63
BAB V. TEKNOLOGI PENGOMPOSAN --	67
5.1 Teknologi Pengomposan --	67
5.2 Definisi Pengomposan --	68
5.3 Kompos dan Bokashi --	69
5.4 Faktor yang Mempengaruhi Proses Pengomposan --	71
5.5 Kompos Matang dan Kualitasnya --	74
5.6 Manfaat Kompos --	75
5.7 Penggunaan dan Aplikasi Kompos --	75
5.8 Cara Menggunakan Kompos untuk Memupuk Tanaman --	76
5.9 Penanganan Kompos --	76
5.10 Membuat Pupuk Bokashi --	76

BAB VI. PENGATURAN POLA TANAM DALAM PERTANIAN ORGANIK --	83
6.1 Pola Tanam --	83
6.2 Macam Jenis Pola Tanam --	84
6.3 Jenis-Jenis Pertanaman Polikultur --	85
6.4 Syarat-Syarat Tumpang Sari --	89
6.5 Sistem Pertanaman Surjan --	90
6.6 Intensifikasi Pekarangan --	95
BAB VII. TEKNOLOGI PENGENDALIAN HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN --	99
7.1. PestisidaPertanian --	99
7.2 Pengendalian Hama dan Penyakit Terpadu --	107
7.3 Prinsip Dasar Sistem Pengendalian Hama Terpadu (PHT) --	109
7.4 Ciri-ciri Sistem Pengendalian Hama terpadu (PHT) --	110
7.5 Komponen Penting Pengendalian Hama Terpadu (PHT) --	111
7.6 Biopestisida dalam Pertanian Organik --	114
7.7 Efektivitas Biopestisida Hayati --	118
7.8 Biopestisida yang Sudah Digunakan Petani --	120
7.9 Kendala, Keuntungan, dan Peluang Penggunaan Biopestisida --	123
7.10 Pengembangan Biopestisida di Indonesia --	124
7.11 Teknik Pembuatan Pestisida Nabati --	125
BAB VIII. KETERPADUAN DALAM PERTANIAN ORGANIK --	130
8.1 Pendahuluan --	130
8.2 Pengelolaan Hara Tanaman Secara Terpadu --	132
8.3 Sistem Usahatani Terpadu (<i>Integrated Farming System</i>) --	134
BAB IX. STANDARISASI DAN SERTIFIKASI SARANA DAN PRODUK ORGANIK --	161
9.1 Pendahuluan --	161
9.2 Kendali Mutu dan Standar Baku --	163
9.3 Tujuan Pertanian Organik dan Pengelolaannya --	163
9.4 Manfaat dan Relevansi Pertanian Organik --	164
9.5 Periode Transisi Menuju Pertanian Organik --	165
9.6 Standarisasi --	166
9.7 Sertifikasi --	175
9.8 Akreditasi --	177
9.9 Standar Nasional untuk Produk Organik Tanaman Pangan	178

BAB I

PENTINGNYA PERTANIAN ORGANIK UNTUK MASA DEPAN BANGSA

Pertanian secara organik memiliki dampak positif bagi lingkungan dan manusia. Pangan organik yang mengandung berbagai nutrisi penting cukup baik untuk mendukung sistem pencernaan, membantu sistem kekebalan tubuh, memenuhi nutrisi yang penting bagi otak, aman bagi bayi dan anak-anak.



Sejak tahun 1990, isu pertanian organik mulai berhembus keras di dunia. Sejak saat itu mulai bermunculan berbagai organisasi dan perusahaan yang memproduksi produk organik. Di Indonesia dideklarasikan Masyarakat Pertanian Organik Indonesia (MAPORINA) pada tanggal 1 Februari 2000 di Malang. Di Indonesia telah beredar produk pertanian organik dari produksi lokal seperti beras organik, kopi organik, teh organik dan beberapa produk lainnya. Demikian juga ada produk sayuran bebas pestisida seperti yang diproduksi oleh Kebun Percobaan Cangar Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya (UB) Malang. Walaupun demikian, produk organik yang beredar di pasar Indonesia sangat terbatas baik jumlah maupun ragamnya.

Pertanian organik dapat didefinisikan sebagai suatu sistem produksi pertanian yang menghindarkan atau mengesampingkan penggunaan senyawa sintetik baik untuk pupuk, zat tumbuh, maupun pestisida. Pracaya (2002) menyebutkan bahwa pertanian organik merupakan teknik pertanian yang tidak menggunakan bahan

kimia (nonsintetik), tetapi memakai bahan-bahan organik. Dilarangnya penggunaan bahan kimia sintetik dalam pertanian organik merupakan salah satu kendala yang cukup berat bagi petani, selain mengubah budaya yang sudah berkembang 35 tahun terakhir ini pertanian organik membuat produksi menurun jika perlakuannya kurang tepat.

Sistem Pertanian Organik adalah sistem produksi holistik dan terpadu, mengoptimalkan kesehatan dan produktivitas agroekosistem secara alami serta mampu menghasilkan pangan dan serat yang cukup, berkualitas dan berkelanjutan. Sebenarnya, petani kita di masa lampau sudah menerapkan sistem pertanian organik dengan cara melakukan daur ulang limbah organik sisa hasil panen sebagai pupuk. Sebagai contoh, bagaimana petani di daerah Banjar Kalimantan Selatan melakukan pembusukan sisa batang padi dan gulma dengan teknik "dipuntal" (bhs. Banjar), yang berarti digulung dan kemudian dibiarkan membusuk, kemudian disebar kembali di lahan persawahan. Namun dengan diterapkannya kebijakan sistem pertanian kimiawi yang berkembang pesat sejak dicanangkannya kebijakan sistem pertanian kimiawi yang berkembang yang berkembang pesat sejak dicanangkannya Gerakan Revolusi Hijau pada tahun 1970-an, yang lebih mengutamakan penggunaan pestisida dan pupuk kimiawi, walaupun untuk sementara waktu dapat meningkatkan produksi pertanian. Akan tetapi pada kenyataannya dalam jangka panjang menyebabkan kerusakan pada sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, yang akhirnya bermuara kepada semakin luasnya lahan kritis dan marginal di Indonesia.



Gambar 1.1 Cabai merah dan papaya yang dibudidayakan secara organik, sehat dan tidak merusak lingkungan

Sistem pertanian organik sebenarnya sudah sejak lama diterapkan di beberapa negara seperti Jepang, Taiwan, Korea Selatan dan Amerika Serikat. Pengembangan pertanian organik di beberapa negara tersebut mengalami kemajuan yang pesat disebabkan oleh kenyataan bahwa hasil pertanian terutama sayur dan buah segar yang ditanam dengan pertanian sistem organik (organic farming system) mempunyai rasa, warna, aroma dan tekstur yang lebih baik daripada yang menggunakan pertanian anorganik.

Selama ini limbah organik yang berupa sisa tanaman (jerami, tebon, dan sisa hasil panen lainnya) atau limbah ternak (kotoran sapi dan kotoran ayam) tidak dikembalikan lagi ke lahan tetapi dianjurkan untuk dibakar (agar praktis) atau dibiarkan sehingga terjadi pemangkas siklus hara dalam ekosistem pertanian. Bahan sisa hasil panen ataupun limbah organik lainnya harus dimanfaatkan atau dikembalikan lagi ke lahan pertanian agar lahan pertanian kita dapat lestari berproduksi sehingga sistem pertanian berkelanjutan dapat terwujud.

1.1 Bahaya Pestisida Bagi Generasi Bangsa

Menurut WHO (World Health Organization), selama beberapa tahun terakhir ini banyak bermunculan penyakit akibat keracunan zat kimia yang digunakan untuk pertanian (pestisida dan pupuk kimia). Produk pertanian yang memiliki residu bahan kimia beracun dapat memicu proses degradasi kronik, penuaan dini, dan penyakit degeneratif. Pestisida kimia merupakan bahan beracun yang sangat berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan. Pestisida kimia bersifat polutan sehingga dapat menyebarkan radikal bebas yang mengakibatkan kerusakan organ tubuh, mutasi gen, dan gangguan susunan saraf pusat.

Pestisida yang disemprotkan ke tanaman akan masuk dan meresap ke dalam sel-sel tumbuhan, termasuk ke bagian akar, batang, daun, dan buah. Jika buah atau daun ini termakan oleh manusia maka racun atau residu bahan kimia beracun ikut masuk ke dalam tubuh manusia. Beberapa penelitian menemukan hubungan pestisida sebagai penyebab timbulnya kanker, tingkat kesuburan menurun, dan gangguan sistem kekebalan tubuh. Studi kasus

pernah dilakukan di beberapa Negara Asia terhadap pekerja wanita yang bekerja di perkebunan dan berhubungan langsung dengan penggunaan pestisida, seperti para pekerja yang ada di Malaysia. Hampir setiap hari mereka mengaplikasikan pestisida akibatnya para pekerja wanita tersebut mengalami gangguan kesehatan yang kronis dan akut, seperti gatal-gatal, sesak napas, sakit dada, nyeri otot, mata rabun, pusing, sakit kanker, serta perut mual dan nyeri. Sebagai contoh, hasil penelitian yang dilakukan oleh Mahmudah *et al.* (2012) memperlihatkan bahwa hasil pemeriksaan kolinesterase dalam darah sebagian besar istri petani bawang merah di Desa Kedunguter Kecamatan Brebes, Kabupaten Brebes sebanyak (78,4%) atau 29 orang terjadi keracunan pestisida, sedangkan 8 orang (21,6%) menunjukkan tidak terjadi keracunan atau normal seperti disajikan pada Tabel 1.1

Tabel 1.1 Distribusi frekuensi responden berdasarkan keracunan pestisida di Desa Kedunguter Kecamatan Brebes Kabupaten Brebes

No.	Kejadian/Kondisi	Frekuensi	Persentase (%)
1.	Keracunan pestisida	29	78,4
2.	Normal (tidak keracunan)	8	21,6

Sumber: Mahmudah *et al.* (2012)

Ada 2 tipe keracunan yang ditimbulkan pestisida, yaitu (Quijano, 1999): keracunan akut dan keracunan kronis. Keracunan akut terjadi bila efek-efek keracunan pestisida dirasakan langsung pada saat itu. Beberapa efek kesehatan akut adalah sakit kepala, pusing, mual, sakit dada, muntah-muntah, kudis, sakit otot, keringat berlebih, kram, diare, sulit bernafas, pandangan kabur, bahkan dapat menyebabkan kematian. Berdasarkan luas keracunan yang ditimbulkan keracunan akut dapat dibagi 2 efek, yaitu:

1. Efek lokal, terjadi bila efek hanya mempengaruhi bagian tubuh yang terkena kontak langsung dengan pestisida. Biasanya berupa iritasi, seperti rasa kering, kemerahan dan gatal-gatal di mata,

hidung, tenggorokan dan kulit, mata berair, batuk, dan sebagainya.

2. Efek sistemik muncul bila pestisida masuk ke dalam tubuh manusia dan mempengaruhi seluruh sistem tubuh. Darah akan membawa pestisida ke seluruh bagian dari tubuh dan memengaruhi mata, jantung, paru-paru, perut, hati, lambung, otot, usus, otak, dan syaraf.

Selanjutnya, keracunan kronis terjadi bila efek-efek keracunan pada kesehatan membutuhkan waktu untuk muncul atau berkembang. Efek-efek jangka panjang ini dapat muncul setelah berbulan-bulan atau bahkan bertahun-tahun setelah terkena pestisida. Pestisida memberikan dampak kronis pada sistem syaraf, hati, perut, system kekebalan tubuh, keseimbangan hormon, kanker. Bayi juga dapat terkena pestisida ketika diberi ASI yang ibunya terkena pestisida.

Setiap golongan pestisida menimbulkan gejala keracunan yang berbeda-beda karena bahan aktif yang dikandung setiap golongan berbeda (Tabel 1.2). Namun demikian ada pula gejala yang ditimbulkan mirip (Wudianto, 2007).

Tabel 1.2 Bahan aktif pestisida dan gejala keracunan yang muncul

	Senyawa Pestisida	Gejala Keracunan yang Muncul
1.	Golongan organofosfat	Gejala keracunannya adalah timbul gerakan otot-otot tertentu, penglihatan kabur, mata berair, mulut berbusa, banyak berkeringat, air liur banyak keluar, mual, pusing, kejang-kejang, muntah-muntah, detak jantung menjadi cepat, mencret, sesak nafas, otot tidak bisa digerakkan dan akhirnya pingsan. Organofosfat menghambat kerja enzim kolinesterase, enzim ini secara normal menghidrolisis aseticholin menjadi asetat dan kolin. Pada saat enzim dihambat, mengakibatkan jumlah

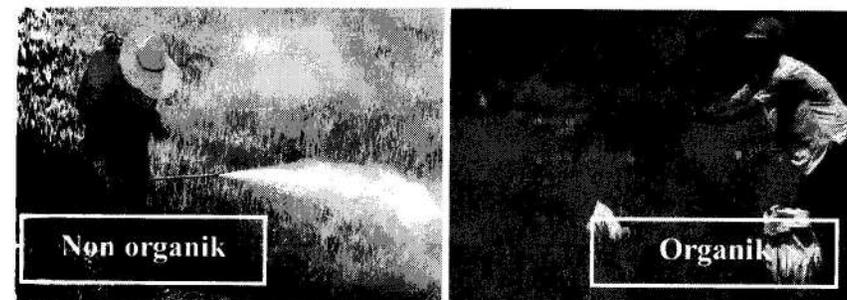
		asetylkholin meningkat dan berikatan dengan reseptor muskarinik dan nikotinic pada sistem syaraf yang menyebabkan gejala keracunan dan berpengaruh pada seluruh bagian tubuh
2.	Golongan organoklor	Gejala keracunan berupa sakit kepala, pusing, mual, muntah-muntah, mencret, badan lemah, gugup, gemetar, kejang-kejang, dan kehilangan kesadaran
3.	Golongan karbamat	Gejala keracunan sama dengan gejala keracunan yang di timbulkan golongan organofosfat, hanya saja berlangsung lebih singkat karena lebih cepat terurai dalam tubuh.
4.	Golongan biperidilium	Setelah 1-3 jam pestisida masuk dalam tubuh baru timbul sakit perut, mual, muntah-muntah, dan diare.
5.	Golongan arsen	Gejala keracunan pada tingkat akut akan terasa nyeri pada perut, muntah, dan diare, sementara keracunan semi akut ditandai dengan sakit kepala dan banyak keluar air ludah.
6.	Golongan antikoagulan	Gejala keracunan yang ditimbulkan seperti nyeri punggung, lambung dan usus, muntah-muntah, perdarahan hidung dan gusi, kulit berbintik-bintik merah, kerusakan ginjal.

Sumber: <http://www.e-jurnal.com/2014/01/keracunan-pestisida.html>

1.2 Bertanam Secara Organik

Budidaya tanaman secara organik merupakan salah satu solusi di tengah kecemasan masyarakat terhadap bahaya pestisida dan pencemaran lingkungan. Atas dasar kesehatan manusia dan kelestarian lingkungan, pertanian organik muncul sebagai salah satu alternatif pertanian modern dengan mengandalkan bahan alami dan

menghindari bahan sintetik. Melalui metode bertanam secara organik diharapkan dapat menghasilkan pangan yang sehat dan bebas residu pestisida, sekaligus tidak menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan (Gambar 1.2)



Gambar 1.2 Kegiatan pemeliharaan tanaman non-organik dan secara organik

Pangan sehat atau lebih dikenal dengan istilah pangan organik merupakan produk pertanian yang diproduksi dan ditumbuhkan dari bahan-bahan organik. Pangan organik dihasilkan dari sistem penanaman yang terbebas dari unsur-unsur kimia, baik pupuk kimia maupun pestisida kimia. Pupuk yang digunakan untuk budidaya tanaman berasal dari alam, seperti pupuk kandang dan kompos. Sementara itu, pestisida untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman menggunakan musuh alaminya atau pestisida organik (biopestisida). Artinya, seluruh proses penyediaan pangan organik dilakukan secara alami, mulai budidaya hingga pengolahannya.

Hasil produksi dari pertanian organik ternyata lebih bermutu dibandingkan dengan hasil budidaya pertanian konvensional. Beberapa kriteria yang memiliki nilai lebih diantaranya rasa lebih enak, penyimpanan lebih lama, warna lebih menarik, dan lebih menyehatkan karena tidak mengandung bahan kimia.

Sistem pertanian organik menjadi trend dan terus berkembang karena dapat menghasilkan produk yang lebih sehat untuk dikonsumsi. Secara fisik, penampilan produk organik tidak berbeda dengan produk non-organik, tetapi kualitas produk organik lebih baik dibandingkan dengan produk non-organik.

1.3 Manfaat Pangan Organik

Pangan organik yang mengandung berbagai nutrisi penting yang cukup baik untuk mendukung sistem pencernaan, membantu sistem kekebalan tubuh, memenuhi nutrisi yang penting bagi otak, dan detoksifikasi hati. Pangan organik mengandung antioksidan yang cukup banyak dan memiliki rasa yang lezat, serta aman untuk bayi dan anak-anak. Selain itu, pangan organik secara tidak langsung dapat membantu membersihkan darah, membuang racun yang menumpuk pada sel, membentuk regenerasi sel-sel baru, menjaga keseimbangan asam-basa, dan sebagai suplemen makanan atau vitamin.

Berdasarkan hasil penelitian National Centre of Organic Farming India (2009), selain aman dikonsumsi, produk organik mempunyai beberapa kelebihan jika dibandingkan dengan produk non-organik (konvensional). Berikut tiga kelebihan produk organik:

- 1) Kandungan zat antioksidan lebih banyak, khususnya kandungan fenol dan asam salisilat.
- 2) Kandungan vitamin C dan mineral lebih banyak, khususnya pada sayuran dan buah.
- 3) Seratus persen tidak mengandung residu pestisida yang beracun.

Kesehatan tubuh sangat tergantung pada makanan yang dikonsumsi. Dengan mengonsumsi makanan yang sehat, kondisi tubuh akan tetap sehat. Salah satu jenis makanan sehat adalah pangan yang dibudidayakan secara organik. Pangan yang dihasilkan melalui budidaya organik mengandung zat gizi tinggi dengan rasa yang lebih enak.

Berdasarkan hasil berbagai penelitian diketahui bahwa konsentrasi metabolit pestisida pada anak-anak yang mengonsumsi pangan non-organik lebih tinggi dibandingkan dengan anak-anak yang mengonsumsi tanaman organik. Selain itu, hasil pemeriksaan di laboratorium menunjukkan bahwa tanaman dari hasil budidaya organik mengandung 58 % zat polifenoloid, yaitu zat yang mengandung antioksidan yang berguna untuk mencegah penyakit kanker.

Produksi pangan organik tidak hanya mengacu kepada proses produksinya, tetapi juga proses pengolahan makanan

tersebut. Produk pertanian yang dihasilkan dari budidaya organik terbukti tidak mengandung racun. Saat ini masyarakat lebih cenderung memilih bahan-bahan pangan organik (organic food). Pasalnya adanya gerakan gaya hidup sehat "back to nature" mendorong masyarakat untuk selektif memilih makanan yang sehat dan organik.

1.4 Permasalahan Seputar Pertanian Organik

1. Penyediaan pupuk organik

Permasalahan pertanian organik di Indonesia sejalan dengan perkembangan pertanian organik itu sendiri. Pertanian organik mutlak memerlukan pupuk organik sebagai sumber hara utama. Dalam sistem pertanian organik, ketersediaan hara bagi tanaman harus berasal dari pupuk organik. Padahal dalam pupuk organik tersebut kandungan hara per satuan berat kering bahan jauh dibawah jumlah hara yang dihasilkan oleh pupuk anorganik, seperti Urea, TSP dan KCl.

2. Teknologi pendukung

Setelah masalah penyediaan pupuk organik, masalah utama yang lain adalah teknologi budidaya pertanian organik itu sendiri. Teknik bercocok tanam yang benar seperti pemilihan rotasi tanaman dengan mempertimbangkan efek allelopati dan pemutusan siklus hidup hama perlu diketahui. Pengetahuan akan tanaman yang dapat menyumbangkan hara tanaman seperti legum sebagai tanaman penyumbang nitrogen dan unsur hara lainnya sangatlah membantu untuk kelestarian lahan pertanian organik. Selain itu teknologi pencegahan hama dan penyakit juga sangat diperlukan, terutama pada pembudidayaan pertanian organik di musim hujan.

3. Pemasaran

Pemasaran produk organik di dalam negeri sampai saat ini hanyalah berdasarkan kepercayaan kedua belah pihak, konsumen dan produsen. Pada sisi lain, untuk pemasaran keluar negeri produk organik Indonesia masih sulit menembus pasar internasional

meskipun sudah ada beberapa pengusaha yang pernah menembus pasar internasional tersebut.

Kendala utama adalah sertifikasi produk oleh suatu badan sertifikasi yang sesuai standar suatu negara yang akan dituju. Akibat keterbatasan sarana dan prasarana terutama terkait dengan standar mutu produk, sebagian besar produk pertanian organik tersebut berbalik memenuhi pasar dalam negeri yang masih memiliki pangsa pasar cukup luas. Pada kenyataannya, yang banyak terjadi adalah masing-masing melabel produknya sebagai produk organik, namun kenyataannya banyak yang masih mencampur pupuk organik dengan pupuk kimia serta menggunakan sedikit pestisida. Petani yang benar-benar melaksanakan pertanian organik tentu saja akan merugi dalam hal ini.

4. *Sumberdaya Manusia*

Permasalahan yang berkaitan dengan sumber daya manusia untuk pengembangan pertanian organik antara lain : Minimnya jumlah sumber daya manusia yang mempunyai kompetensi dalam bidang pertanian organik, baik petugas pembina, peneliti dan inspektur pertanian organik maupun pelaku usaha/petani

5. *Kelembagaan*

Permasalahan yang berkaitan dengan kelembagaan pertanian organik meliputi :

- Kelembagaan sertifikasi . Lembaga sertifikasi pangan organik yang terakreditasi (2007) baru ada 1 perusahaan (instansi) yaitu PT. Sucofindo. Minimnya lembaga sertifikasi ini menyebabkan masih mahalnya biaya sertifikasi.
- Kelembagaan di tingkat petani. Kelembagaan di tingkat petani masih lemah. Pertanian organik sebaiknya dikelola dalam bentuk kelompok tani untuk meningkatkan luasan area pertanian organik, kemudahan penyediaan sarana produksi dan pemasarannya.
- Kelembagaan di tingkat pusat. Kelembagaan di tingkat pusat belum bersinergi dengan baik untuk menghasilkan kebijakan

dan implementasi program secara terencana dan terkoordinasi dengan baik.

- Kelembagaan di tingkat daerah. Di tingkat daerah, kelembagaan yang menangani pangan organik baik milik swasta maupun pemerintah belum banyak terbentuk, sehingga menyebabkan pengembangan pangan organik masih berjalan secara parsial.

6. *Regulasi dan Pedoman*

Permasalahan yang berkaitan dengan regulasi pertanian organik antara lain :

- Regulasi masih bersifat umum.
- Regulasi pangan organik masih bersifat umum berupa SNI.
- Sistem Pangan Organik dan masih sedikit regulasi yang bersifat khusus yang mengatur hal-hal yang berkaitan dengan pertanian organik.
- Minimnya panduan/regulasi yang bersifat teknis dan praktis. Masih terbatas regulasi teknis dan praktis yang berkaitan dengan pertanian/pangan organik menyebabkan terjadinya perbedaan dalam aplikasi usaha pertanian/pangan organik.
- Belum tersebarnya/tersosialisasi regulasi dan pedoman yang telah ada secara luas dan merata.

SOAL LATIHAN

1. Mengapa pertanian organik mendesak untuk dikembangkan di Indonesia?
2. Berikan penjelasan, apakah pestisida sintetis berbahaya bagi masyarakat. Bagaimana bahaya pestisida tersebut terhadap kesehatan?
3. Jelaskan kelebihan produk pertanian organik.
4. Permasalahan apa saja yang dihadapi dalam rangka pengembangan pertanian organik di Indonesia? Berikan penjelasan.

PUSTAKA RUJUKAN

- Mahmudah, M., N.E. Wahyuningsih, dan O. Setyani. 2012. Kejadian keracunan pestisida pada istri petani bawang merah di Desa Kedunguter Kecamatan Brebes Kabupaten Brebes. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*. 11(1): 65-70.
- Pracaya. 2002. *Bertanam Sayuran Organik di Kebun, Pot dan Polybag*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Quijano, R. 1999. *Pestisida Berbahaya Bagi Kesehatan*. Yayasan Duta Awam. Solo.
- Wudianto, R. 2007. *Petunjuk Penggunaan Pestida*. Penerbit Penebar Swadaya. Jakarta.

BAB II

PERTANIAN ORGANIK DAN PRINSIP-PRINSIP PERTANIAN ORGANIK

Pertanian organik didefinisikan sebagai sistem pertanian yang mendorong kesehatan tanah dan tanaman melalui berbagai praktek seperti pendaurulangan unsur hara dari bahan-bahan organik, rotasi tanaman, pengolahan tanah yang tepat serta menghindarkan penggunaan pupuk dan pestisida sintetik



2.1 Pengertian Pertanian Organik

Pertanian organik adalah teknik pertanian yang tidak menggunakan bahan kimia, tetapi memakai bahan-bahan organik dengan mengurangi ketergantungan bahan dari luar sehingga lingkungan hidup lebih bersih dan lebih sehat. Pertanian organik, sebagai suatu sistem produksi pertanian yang berazaskan daur ulang secara hayati. Daur ulang hara dapat melalui sarana limbah tanaman dan ternak, serta limbah lainnya yang mampu memperbaiki status kesuburan dan struktur tanah. Sutanto (2002) menguraikan pertanian organik secara lebih luas, bahwa menurut para pakar pertanian Barat, sistem pertanian organik merupakan "hukum pengembalian (law of return)" yang berarti suatu sistem yang berusaha untuk mengembalikan semua jenis bahan organik ke dalam tanah, baik dalam bentuk residu dan limbah pertanaman

maupun ternak yang selanjutnya bertujuan memberikan makanan pada tanaman. Filosofi yang melandasi pertanian organik adalah mengembangkan prinsip-prinsip memberikan makanan pada tanah yang selanjutnya tanah menyediakan makanan untuk tanaman (feeding the soil that feeds the plants) dan bukan memberi makanan langsung pada tanaman. Pertanian Organik merupakan pembaharuan dari budidaya pertanian konvensional yang berpihak pada kelestarian lingkungan dan aspek kesehatan konsumen.

Filosofi yang melandasi pertanian organik adalah mengembangkan prinsip-prinsip memberi makan pada tanah yang selanjutnya tanah menyediakan makanan untuk tanaman bukan memberi makanan langsung pada tanaman. Strategi Pertanian Organik adalah memindahkan hara secepatnya dari sisa tanaman, kompos dan pupuk kandang menjadi biomassa tanah yang selanjutnya setelah mengalami mineralisasi akan menjadi hara dalam larutan tanah. Cara yang ditempuh dalam pertanian organik yakni :

- Memupuk dengan kompos, pupuk kandang dan atau pupuk bokashi (Gambar 2.1)
- Memupuk dengan pupuk hijau
- Memupuk dengan limbah yang berasal dari kandang ternak dan atau rumah potong hewan (RPH).
- Menggunakan pestisida nabati dan atau pestisida hayati dalam pengendalian OPT.
- Mempertahankan dan melestarikan habitat tanaman dengan pola polikultur.

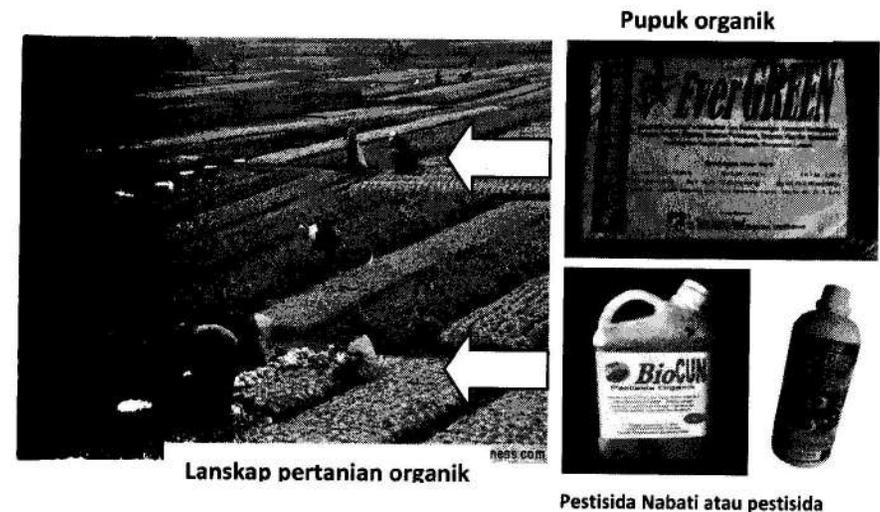
Pada sisi lain, kelebihan dari pertanian organik adalah sebagai berikut :

- Tidak menggunakan pupuk dan pestisida kimia, sehingga tidak menimbulkan pencemaran lingkungan.
- Produk tidak mengandung racun.
- Tanaman organik mempunyai rasa yang lebih manis dibandingkan tanaman non organik.
- Produk tanaman organik relatif lebih mahal.

Selanjutnya, tujuan dari pertanian organik adalah :

1. Melindungi generasi mendatang dari kerusakan lingkungan dan residu pestisida.

2. Membantu petani kecil. Kebanyakan petani kecil terpaksa memproduksi sayuran tanpa pestisida karena keterbatasan biaya.
3. Mencegah erosi tanah. Menjaga kualitas air tanah dari pencemaran residu pupuk dan pestisida kimia
4. Membantu kelangsungan hidup ekosistem, karena serangga dan bakteri yang berguna untuk tanaman tetap terjaga
5. Mengurangi pemanasan global dan menghemat energi.
6. Menjaga kandungan nutrisi dan cita rasa.
7. Mendapatkan jaminan kesehatan dari makanan yang dikonsumsi.



(Gambar 2.1 Budidaya tanaman organik dengan input pupuk organik dan pestisida alami (pestisida nabati dan atau pestisida hayati)

2.2 Kegunaan Budidaya Organik.

Kegunaan budidaya organik pada dasarnya ialah meniadakan atau membatasi kemungkinan dampak negatif yang ditimbulkan oleh budidaya kimiawi. Hal itu mencakup (Notohadiprawiro, 1992):

- a. Menghemat penggunaan hara tanah, berarti memperpanjang umur produktif tanah

- b. Melindungi tanah terhadap kerusakan karena erosi dan mencegah degradasi tanah karena kerusakan struktur (pemampatan)
- c. Menghindarkan terjadinya ketimpangan hara dalam tanah, bahkan dapat memperbaiki neraca hara dalam tanah
- d. Memperbaiki penyediaan lengas tanah, sehingga membatasi risiko kekeringan pada pertanaman dan memperbaiki ketersediaan hara tanah dan hara pupuk mineral, berarti meningkatkan efisiensi penggunaannya dan menghemat penggunaan pupuk buatan yang mahal.
- e. Melindungi pertanaman terhadap cekaman oleh unsur-unsur yang ada dalam tanah (Al, Fe, Mn) atau yang masuk ke dalam tanah dari bahan-bahan pencemar (logam berat)
- f. Tidak membahayakan kehidupan flora dan fauna tanah, bahkan dapat menyehatkannya, yang berarti berdaya memelihara ekosistem tanah
- g. Tidak menimbulkan pencemaran lingkungan, khususnya atas bekal-bekalan air, karena zat-zat kimia yang dikandungnya berkadar rendah dan berbentuk senyawa yang tidak mudah larut
- h. Berharga murah karena pupuk organik terutama dihasilkan dari bahan-bahan yang tersediakan di dalam usahatani sendiri dan pupuk hayati hanya diperlukan dalam jumlah sedikit, sehingga menekan biaya produksi usahatani
- i. Merupakan teknologi berkemampuan ganda, sehingga cocok sekali untuk diterapkan pada tanah-tanah yang berpersoalan ganda yang terdapat luas sekali di Indonesia (tanah acrisol, nitosol, ferralsol).

Sudjadi (1991) melaporkan bahwa alang-alang merupakan sumber bahan organik yang baik untuk memperbaiki produktivitas tanah podsolik. Pemberian 3 ton/ ha kepada suatu pertanaman campuran padi gogo - jagung dapat menaikkan hasil panen padi gogo 175 kg/ha (k.l. 23%) dan jagung 200 kg/ha (k.l. 11%). Bahan alang-alang juga menaikkan efisiensi pupuk buatan N dan K yang diberikan. Percobaan di Maros, Sulawesi Selatan, di kawasan tanah latosol - podsolik menunjukkan bahwa pertanaman kedelai yang tidak diberi pupuk akan tetapi diinokulasi dengan *Rhizobium* memberikan hasil 24% lebih tinggi daripada yang tidak diinokulasi, yaitu 2,07 ton/ha lawan 1,67 ton/ ha. Bahkan hasil tersebut masih lebih tinggi 5% daripada hasil terbaik yang dipupuk dan dikapur akan tetapi tanpa inokulasi (Syam *et al.*, 1985). Dari Thailand

dilaporkan bahwa di tanah-tanah miskin P hasil kedelai dengan inokulum *Rhizobium* tanpa pupuk meningkat 89% dibandingkan dengan yang tanpa inokulum dan tanpa pupuk. Kalau inokulasi digabungkan dengan pupuk buatan P dan K, hasilnya bertambah lagi 35% daripada yang hanya diberi inokulasi. Apabila *Rhizobium* disulih dengan pupuk buatan N, hasilnya malah turun (Boonkerd *et al.*, 1991 dalam Notohadiprawiro, 1992). Di Thailand ditemukan sematan N oleh *Rhizobium* pada kedelai dapat mencapai rata-rata lebih dari pada 100 kg/ha, berarti memasok lebih daripada 50% kebutuhan pertanaman kedelai yang memberikan hasil di atas 2 ton/ha (Anon, 1990 dalam Notohadiprawiro, 1992). Sematan 100 kg N setara dengan 217 kg pupuk urea. Inokulasi *Rhizobium* juga penting pada pertanaman kacang tanah. Percobaan di tanah podsolik Juringa, Jawa Barat, menunjukkan bahwa inokulasi menaikkan longgokan N dalam jaringan tanaman sebanyak 81-133% di atas yang tidak diinokulasi, tergantung pada macam sediaan inokulum dan varietas kacang tanah. Hal semacam ini juga ditemukan pada kedelai (Sutarto *et al.*, 1986). Dengan inokulasi sisa pertanaman kacang tanah dan kedelai menjadi pupuk hijau akan lebih baik bagi pertanaman pangan bukan legum dalam pergiliran tanaman.

Pengujian di Filipina menunjukkan bahwa pemberian kompos yang dibuat dengan aktivator *Trichoderma* sp. dan ditambah hanya dengan setengah takaran pupuk buatan yang biasa diberikan dapat meningkatkan hasil panen sampai 20% dibandingkan dengan yang dipupuk dengan takaran penuh pupuk buatan (Anon, 1990). Vermicompost sudah mulai diproduksi di Indonesia dari sampah kota, antara lain di Semarang. Pupuk organik dan hayati mempunyai berbagai keunggulan nyata dibandingkan dengan pupuk mineral (Tabel 2.1). Pupuk organik yang merupakan keluaran setiap budidaya pertanian, sehingga merupakan sumber hara makro dan mikro yang boleh dikatakan cuma-cuma. Pupuk hayati secara nisbi murah dan diperlukan dalam jumlah sedikit. Dengan pengelolaan yang baik, tanah yang pernah diinokulasi dengan *Rhizobium* atau mikoriza dan ditanami dengan tanaman yang sama biasanya tidak memerlukan inokulasi ulang. Miankan cacing tanah yang dilepaskan dalam tanah yang sesuai secara ekologi akan berkembang dengan sendirinya. Pupuk organik dan hayati berdaya ameliorasi ganda dengan berbagai proses yang saling mendukung, bekerja menyuburkan tanah dan sekaligus

mengkonservasi tanah, menyetatkan ekosistem tanah serta menghindari terjadinya pencemaran lingkungan.

Tabel 2.1 Gambaran umum pupuk organik dan pupuk kimia

No.	Pupuk Organik	Pupuk Kimia
1.	Sumber makanan untuk tanaman dan tanah.	Bahan sintetis dan bukan alami.
2.	Selain unsure N, P dan K, juga mengandung 16 macam unsur hara yang diperlukan mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman.	Kekurangan unsur hara tertentu tampak nyata, karena pupuk kimia pada umumnya hanya mengandung unsur tertentu.
3.	Tekstur tanah menjadi lebih baik. Hasil tanaman dapat diperbaiki.	Tekstur tanah terpengaruh, karena pupuk kimia harus diberikan dalam jumlah banyak selama bertahun-tahun, tetapi makin lama tampak terjadi penurunan produksi, berarti biaya masukan semakin besar dan keuntungan menurun.
4.	Pupuk organik dapat dibuat dari kotoran ternak, sampah, gulma, limbah, lumpur, maupun air. Bahan-bahan tersebut tersedia setempat secara berkesinambungan	Bahan dasar (mineral, minyak, bahan kimia pertanian lainnya) tersedia dalam jumlah terbatas dan dalam waktu relative singkat akan habis. Dengan demikian ketersediaan pupuk anorganik semakin berkurang, akibatnya lahan yang ketergantungannya cukup besar pada bahan tersebut semakin merana dan tanaman tidak dapat berproduksi lagi.
5.	Pertumbuhan tanaman dengan media yang kaya bahan organik memperoleh perlindungan dari pestisida alami, yakni: pestisida nabati, kencing sapi, abu bakar, tembakau, dll.	Karena pertumbuhan tanaman terlalu cepat maka tanaman menjadi lemah, sehingga sangat mudah terserang hama dan penyakit. Untuk menanggulangi serangan diperlukan insektisida dan pestisida kimia.

Sumber: *The word of organic Agriculture*

2.3 Prinsip-Prinsip Pertanian Organik

Prinsip-prinsip ini adalah akar dari mana pertanian organik tumbuh dan berkembang. Prinsip-prinsip ini mengungkapkan kontribusi bahwa pertanian organik dapat membuat dunia akan lebih baik, dan visi untuk meningkatkan keseluruhan aspek pertanian dalam konteks global.

Pertanian merupakan salah satu kegiatan yang paling mendasar bagi kehidupan manusia, karena semua orang perlu makan setiap hari. Nilai sejarah, budaya dan masyarakat yang tertanam di bidang pertanian. Prinsip yang berlaku untuk pertanian dalam arti luas, termasuk bagaimana manusia memelihara tanah, air, tanaman dan hewan untuk memproduksi, mempersiapkan dan menyalurkan pangan serta produk lainnya. Prinsip-prinsip ini menyangkut cara orang berinteraksi dengan lingkungan hidup, berhubungan satu dengan yang lain dan membentuk warisan bagi generasi mendatang.

Prinsip-prinsip pertanian organik berfungsi untuk menginspirasi gerakan organik dengan segala keberagamannya. Prinsip-prinsip ini memandu perkembangan lembaga internasional yang mengembangkan pertanian organik (*International Federation of Organic Agriculture Movement, IFOAM*) dari posisi, program dan standar. Selain itu, prinsip-prinsip ini disajikan dengan visi yang diadopsi di seluruh dunia mereka. Setiap prinsip diartikulasikan melalui pernyataan yang diikuti dengan penjelasan. Prinsip-prinsip ini harus dipergunakan secara keseluruhan. Prinsip-prinsip ini terdiri dari prinsip sebagai etika untuk memberi inspirasi terhadap tindakan. Prinsip tersebut adalah: 1) prinsip kesehatan, 2) prinsip ekologi, 3) prinsip keadilan, dan 4) prinsip perawatan.

1. Prinsip kesehatan

Pertanian organik harus melestarikan dan meningkatkan kesehatan tanah, tanaman, hewan, manusia dan bumi sebagai satu kesatuan dan tak terpisahkan. Prinsip ini menunjukkan bahwa kesehatan individu dan masyarakat tidak dapat dipisahkan dari kesehatan ekosistem - tanah yang sehat akan memproduksi tanaman yang sehat yang dapat mendukung kesehatan hewan dan manusia.

Kesehatan adalah keutuhan dan integritas sistem kehidupan. Hal ini tidak saja sekedar bebas dari penyakit, tetapi pemeliharaan fisik, mental, sosial dan ekologi kesejahteraan. Imunitas, ketahanan dan regenerasi adalah karakteristik kunci dari kesehatan.

Peran pertanian organik baik dalam produksi, pengolahan, distribusi, atau konsumsi, adalah untuk mempertahankan dan meningkatkan kesehatan ekosistem dan organisme, dari yang terkecil di dalam tanah hingga manusia. Secara khusus, pertanian organik dimaksudkan untuk menghasilkan makanan yang bergizi tinggi yang mendukung pemeliharaan kesehatan dan kesejahteraan. Dalam pandangan ini harus menghindari penggunaan pupuk, pestisida, obat hewan dan bahan aditif pangan yang mungkin memiliki efek yang merugikan kesehatan.

2. Prinsip ekologi

Pertanian organik harus didasarkan pada kehidupan sistem ekologi dan siklus, bekerja dengan mereka, meniru mereka dan membantu mempertahankannya. Ini akar prinsip pertanian organik dalam kehidupan sistem ekologi. Ini menyatakan bahwa produksi didasarkan pada proses dan daur ulang ekologis. Makanan dan kesejahteraan yang dicapai melalui ekologi lingkungan produksi tertentu. Sebagai contoh, dalam kasus tanaman adalah tanah yang hidup; hewan itu adalah ekosistem pertanian; untuk ikan dan organisme kelautan, lingkungan air.

Pertanian organik, peternakan dan pemanenan produk liar (misalnya rebung, pakkat (rotan muda), tanama herbal, madu, dll.) harus sesuai dengan siklus dan keseimbangan ekologi di alam. Siklus ini bersifat universal tetapi pengoperasiannya bersifat spesifik lokasi. Pengelolaan organik harus disesuaikan dengan kondisi setempat, ekologi, budaya dan skala. Input harus dikurangi dengan penggunaan kembali, daur ulang dan pengelolaan yang efisien bahan dan energi dalam rangka mempertahankan dan meningkatkan mutu lingkungan dan melestarikan sumber daya.

Pertanian organik harus mencapai keseimbangan ekologi melalui desain sistem pertanian, pembentukan habitat dan pemeliharaan keanekaragaman genetik dan pertanian. Mereka yang memproduksi, memproses, memperdagangkan, atau mengkonsumsi

produk-produk organik harus melindungi dan memberikan keuntungan bagi lingkungan secara umum termasuk lanskap, iklim, habitat, keragaman hayati, udara dan air.

3. Prinsip keadilan

Pertanian organik harus membangun hubungan yang menjamin keadilan yang terkait dengan lingkungan umum dan peluang kehidupan. Keadilan ditandai dengan ekuitas, rasa hormat, keadilan dan kepedulian dunia bersama, baik antara orang-orang dan hubungan mereka dengan makhluk hidup lainnya.

Prinsip ini menekankan bahwa mereka yang terlibat dalam pertanian organik harus membangun hubungan manusia dengan cara yang menjamin keadilan di semua tingkatan dan semua pihak petani, pekerja, pemroses, penyalur, pedagang serta konsumen. Pertanian organik harus memberikan semua orang yang terlibat dengan mutu kehidupan yang baik, dan berkontribusi terhadap kedaulatan pangan dan pengurangan kemiskinan. Hal ini bertujuan untuk menghasilkan kecukupan (ketahanan pangan) pasokan pangan yang bermutu baik dan produk lainnya. Prinsip ini menegaskan bahwa hewan harus disediakan dengan kondisi dan peluang hidup yang sesuai dengan fisiologi mereka, perilaku alami, dan kesejahteraannya.

Sumber daya alam dan lingkungan yang dipergunakan untuk produksi dan konsumsi harus dikelola dengan cara yang secara sosial dan ekologis, serta harus diadakan, dipercaya (kejujuran) untuk generasi mendatang. Keadilan memerlukan sistem produksi, distribusi dan perdagangan yang terbuka dan adil serta memperhitungkan biaya lingkungan dan sosial yang nyata.

4. Prinsip perawatan

Pertanian organik harus dikelola secara hati-hati dan bertanggung jawab untuk melindungi kesehatan dan kesejahteraan generasi sekarang dan generasi yang akan mendatang serta lingkungan hidup. Pertanian organik adalah kehidupan dan sistem yang dinamis merespon tuntutan dan kondisi internal dan eksternal. Praktisi pertanian organik dapat meningkatkan efisiensi dan meningkatkan produktivitas, namun hal tersebut tidak berada pada

risiko yang membahayakan kesehatan dan kesejahteraan. Akibatnya, teknologi baru perlu dikaji dan metode yang ada harus ditinjau. Mengingat kurangnya pemahaman ekosistem dan pertanian, maka perawatan harus diambil.

Prinsip ini menyatakan bahwa pencegahan dan tanggung jawab merupakan hal yang mendasar dalam pengelolaan, pengembangan dan teknologi pilihan dalam pertanian organik. Ilmu ini diperlukan untuk menjamin bahwa pertanian organik yang sehat, aman dan ramah lingkungan. Namun, pengetahuan ilmiah saja tidak cukup. Pengalaman praktis, akumulasi kearifan dan pengetahuan tradisional serta adat menawarkan solusi yang valid, diuji oleh waktu. Pertanian organik harus mencegah risiko yang signifikan dengan mengadopsi teknologi tepat guna dan menolak yang tak terduga, seperti rekayasa genetika. Keputusan harus mencerminkan nilai-nilai dan kebutuhan semua yang mungkin terpengaruh, melalui proses yang transparan dan partisipatif.

SOAL LATIHAN

1. Apa yang dimaksud dengan pertanian organik? Mengapa pertanian organik tersebut sekarang banyak dilakukan orang?
2. Sebutkan tujuan dari pertanian organik.
3. Jelaskan prinsip dari pertanian organik.
4. Berikan gambaran tentang manfaat pupuk organik bagi tanah dalam kaitannya dengan kegiatan pertanian organik.

PUSTAKA RUJUKAN

- Manpari.** 2010. Prinsip-prinsip Pertanian Organik. <http://www.gerbangpertanian.com/2010/05/prinsip-prinsip-pertanian-organik.html>. Diakses tanggal 20 Oktober 2017.
- Notohadiprawiro, T.** Budidaya Organik. 1992. Kuliah Studium Generale yang diselenggarakan oleh Senat Mahasiswa Fakultas Pertanian UGM, tanggal 9 Mei 1992. Yogyakarta.
- Butanto, R.** 2002. Penerapan Pertanian Organik, Pemasyarakatan & Pengembangannya. Kanisius. Yogyakarta.
- Butarto, Ig.V., Y. Supriati, & Sri Hutami.** 1986. Inokulasi Rhizom pada beberapa varietas kacang tanah. Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan Vol. 1 Palawija: 139-145.
- Nyuni, M., Dj. M. Arifin, Supriyanto, & Hardono.** 1985. Laporan tahunan 1982/83. Penelitian Tanaman Pangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.

BAB III

PENGELOLAAN TANAH SECARA BERKELANJUTAN DALAM PERTANIAN ORGANIK

Pengelolaan tanah merupakan usaha mengatasi kendala dan permasalahan tanah, sehingga optimal untuk budidaya pertanian



3.1 Pengelolaan Tanah Secara Berkelanjutan

Pengelolaan tanah secara berkelanjutan atau *Sustainable Soil Management* (SSM) merupakan salah satu agroekosistem dalam bidang tanah. Dalam pengelolaan tanah harus menggunakan pendekatan multidisiplin dan tidak boleh terbatas hanya pada bidang ilmu tanah (pertanian) saja. Ada tiga (3) aspek sistem pengelolaan tanah secara berkelanjutan yang selanjutnya disebut sebagai 3 pilar. Tiga pilar tersebut adalah sebagai berikut:

1) Aspek Bio-fisik: Pengelolaan tanah berkelanjutan harus memelihara dan meningkatkan kondisi fisik dan biologi tanah

untuk produksi tanaman dan keragaman hayati (biodiversity). Tindakan perlakuan untuk memperbaiki kondisi tanah agar sesuai dengan kondisi yang dipersyaratkan kebutuhan tanaman dapat berupa land clearing, penterasan, pengolahan tanah, perbaikan drainase, pemupukan dan sebagainya.

- 2) Aspek Sosial-budaya: Pengelolaan tanah berkelanjutan harus cocok atau sesuai dengan kebutuhan manusia baik secara sosial dan budaya pada tingkatan nasional dan regional.
- 3) Aspek Ekonomi: Pengelolaan tanah berkelanjutan harus mencakup semua biaya penggunaan lahan. Karena semua tindakan penggunaan lahan dalam pengelolaan tanah merupakan input biaya produksi yang harus dipertimbangkan apakah setiap macam tindakan perlakuan secara ekonomi dapat memberi keuntungan yang langsung dirasakan ataupun keuntungan jangka panjang

Pengelolaan tanah menekankan bahwa tujuan dan sasaran yang akan dicapai dari pengaturan pemanfaatan dan penggunaan tanah dengan teknik tertentu adalah tercapainya hasil produksi yang secara ekonomi menguntungkan. Ada tindakan perlakuan yang berpengaruh terhadap peningkatan hasil produksi yang menguntungkan secara nyata pada panen, namun ada juga perlakuan yang bertujuan menstabilkan hasil produksi pada panen-panen berikutnya ataupun pengaruhnya nyata setelah satu dua tahun kemudian, tergantung macam dan jenis perlakuan yang diterapkan. Sebagai contoh adalah pemberian bahan organik ataupun penterasan dan sebagainya. Pengaruhnya nyata secara ekonomi akan diperoleh setelah 1 – 3 tahun kemudian.

Untuk mencapai hasil produksi optimal yang berkinerja dan berkelanjutan, sangat jelas bahwa pengelolaan tanah selalu berorientasi pada prinsip konservasi dan pengawetan tanah. Kesinambungan dan kelangsungan pencapaian hasil optimal dari suatu bidang tanah yang dikelola untuk suatu penggunaan tertentu hanya dapat dicapai bila dalam pengelolaannya selalu memperhatikan aspek konservasi dan pengawetan tanah dan air. Untuk itu setiap macam tindakan perlakuan yang dipilih tidak hanya benar sesuai pertimbangan ekonomi menguntungkan, tetapi harus pula berdasar aspek konservasi atau pengawetan tanah adalah benar, efisien dan efektif (tepat guna) sesuai persyaratan keperluan konservasi tanah dan air agar kemampuan dan produktivitas tanah

tetap terjaga atau dapat dipertahankan, bahkan kalau memungkinkan dapat ditingkatkan.

Manajemen pengelolaan tanah (*soil management*) memiliki dampak yang besar terhadap air hujan dan infiltrasi. Jadi dua aspek penting dalam pengelolaan tanah adalah melindungi permukaan tanah dari dampak hujan dan memperbaiki struktur tanah dengan penambahan bahan organik. Ada berbagai pilihan manajemen pengelolaan tanah yang dapat digunakan antara lain:

- Memecah permukaan yang padat secara mekanis.
- Melindungi permukaan dari degradasi struktural sebagai dampak turunnya hujan.
- Meningkatkan struktur tanah, dengan penambahan bahan organik, seperti pupuk kandang, pupuk kompos, atau pupuk bokashi yang cenderung meningkatkan stabilitas struktur tanah.

3.2 Pengelolan Kesuburan Tanah Masam

3.2.1 Permasalahan Tanah Masam

Ciri-ciri umum tanah masam adalah nilai pH tanah rata-rata kurang dari 4, kandungan hara bahan organik tanah (BOT) yang rendah, ketersediaan P dan kapasitas tukar kation (KTK) tanah rendah, tingginya kandungan unsur Mn^{2+} dan aluminium reaktif (Al^{3+}) yang dapat meracuni akar tanaman dan menghambat pembentukan bintil akar tanaman legum. Distribusi perakaran tanaman relatif dangkal, sehingga tanaman kurang tahan terhadap kekeringan dan banyak terjadi pencucian hara ke lapisan bawah (Hairiah, *et al.*, 2005).

Menurut Hilman (2005) dalam Atman (2006), pada lahan kering masam, masalah ketersediaan fosfat (P) menjadi kendala utama dalam meningkatkan hasil. Tanaman kedelai memerlukan P lebih besar dibandingkan dengan komoditas lainnya seperti gandum dan jagung. Cekaman kahat P biasanya terjadi pada fase awal pertumbuhan tanaman yaitu akar-akar tanaman kurang berkembang sehingga tidak mampu menyediakan seluruh kebutuhan P. Fosfor dapat diikat kuat oleh Al dan Fe pada tanah-tanah masam sehingga menjadi tidak tersedia bagi tanaman.

Serupa pula dengan Hasibuan (2008) dalam Tambunan (2013) yang menyatakan bahwa permasalahan yang umum dijumpai pada lahan sulfat masam adalah kemasaman tanah yang tinggi, ketersediaan hara P yang rendah dan fiksasi P yang tinggi oleh Al dan Fe berakibat pada rendahnya hasil tanaman yang diusahakan. Kemasaman tanah yang tinggi memicu larutnya unsur beracun dan hara sehingga tanah menjadi tidak produktif. Sumber kemasaman tanah sulfat masam berasal dari senyawa pirit (FeS_2) yang teroksidasi melepaskan ion-ion hidrogen dan sulfat yang diikuti oleh penurunan pH menjadi sekitar 3. Keadaan tersebut menyebabkan kelarutan Al meningkat sehingga hampir semua tanaman budidaya, termasuk padi tidak dapat tumbuh secara normal. Pengapuran pada awalnya dianggap mampu mengatasi permasalahan tersebut, akan tetapi karena tanah sulfat masam memiliki pH yang berfluktuasi bergantung musim, maka ternyata pengapuran tersebut tidak efektif (Widjaja-Adhi, 1995).

Peranan pupuk hayati juga menunjukkan peran yang penting dalam meningkatkan kualitas tanah sulfat masam. Haryono (2013), menyatakan bahwa pupuk hayati Biqsure (Mukhlis) di tanah sulfat masam Kalimantan Selatan mampu meningkatkan pH tanah lebih dari 40%, mensubstitusi kebutuhan kapur di atas 80%, menurunkan kadar sulfat lebih dari 20%, dan meningkatkan produktivitas tanaman padi. Produksi padi dengan menggunakan Biosure meningkat 26 – 27% yaitu dari 3,69 t/ha menjadi atau 4,65 – 4,70 t/ha dibandingkan tanpa pupuk hayati. Haryono (2013) juga menambahkan bahwa penggunaan pupuk hayati Biotara yang mengandung mikroba dekomposer *Trichoderma* sp., mikroba pelarut P *Bacillus* sp., dan bakteri penambat N *Azospirillum* sp. dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, dapat mengendalikan penyakit tular tanah (*soil borne disease*), menghemat pemakaian pupuk N dan P sebesar 30%, serta mengurangi pencemaran lingkungan.



Gambar 3.1 Tanah masam. (1) bongkahan tanah berwarna kuning menunjukkan adanya pirit; (2) gambaran pertumbuhan akar tanaman pada tanah dengan berbagai tingkatan pH tanah.

a. Mempertahankan kandungan Bahan Organik Tanah (BOT)

Salah satu indikator kualitas tanah adalah kandungan bahan organik tanah, selain indikator yang lain seperti sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Walaupun kandungan bahan organik tanah sangat sedikit yaitu 1 – 5% dari berat total tanah mineral, namun pengaruhnya terhadap sifat fisik, kimia dan biologi tanah sangatlah besar. Manfaat bahan organik sudah teruji kehandalannya dalam memperbaiki kualitas tanah (Soegiman, 1982; Stevenson, 1994 dalam Suriadi *et.al*, 2005).

Kandungan bahan organik tanah telah terbukti berperan sebagai kunci utama dalam mengendalikan kualitas tanah baik secara fisik, kimia maupun biologi. Bahan organik mampu memperbaiki sifat fisik tanah seperti menurunkan berat volume tanah, meningkatkan permeabilitas, menggemburkan tanah, memperbaiki aerasi tanah, meningkatkan stabilitas agregat, meningkatkan kemampuan tanah memegang air, menjaga kelembaban dan suhu tanah, mengurangi energi kinetik langsung air hujan, mengurangi aliran permukaan dan erosi tanah (Oades, 1989; Elliott, 1986; Puget *et al.*, 1995; Jastrow *et al.*, 1996; Heinonen, 1985). Bahan organik mampu memperbaiki sifat kimia tanah seperti menurunkan pH tanah, dapat mengikat logam beracun dengan membentuk kelat kompleks, meningkatkan kapasitas

pertukaran kation, dan sebagai sumber hara bagi tanaman (Stevenson, 1994; Tisdall and Oades, 1982).

Dari sifat biologi tanah, bahan organik tanah mampu mengikat butir-butir partikel membentuk agregat dari benang hifa terutama dari jamur mikoriza dan hasil ekskresi tumbuhan dan hewan lainnya (Soegiman, 1982; Addiscott, 2000 dalam Suriadi *et al.*, 2005). BOT menyediakan energi bagi berlangsungnya aktivitas organisme, sehingga meningkatkan kegiatan organisme mikro maupun makro di dalam tanah (Hairiah *et al.*, 2000).

Teknologi penggunaan bahan amelioran telah terbukti mampu meningkatkan produktivitas tanah sulfat masam. Bahan organik (BO) dapat berperan sebagai sumber asam-asam organik yang mampu mengontrol kelarutan logam dalam tanah ataupun berperan sebagai unsur hara bagi tanaman. Asam-asam organik yang terdapat dalam BO mampu mengkelat unsur-unsur beracun dalam tanah sehingga menjadi tidak berbahaya bagi tanaman. Asam-asam organik mampu menurunkan jumlah fosfat yang difiksasi oleh Fe dan Al melalui mekanisme pengkelatan sehingga P tersedia bagi tanaman (Arifin, *dkk*, 2009 dalam Tambunan, 2013). Berikut ini beberapa cara yang dapat ditempuh untuk mendapatkan kandungan bahan organik:

1. Pengembalian sisa panen

Jumlah sisa panen tanaman pangan yang dapat dikembalikan ke dalam tanah berkisar 2-5 ton/ ha, sehingga tidak dapat memenuhi jumlah kebutuhan bahan organik minimum.

2. Pemberian kotoran hewan (kotoran ternak)

Pupuk kandang berasal dari kotoran hewan peliharaan seperti sapi, kerbau, kambing, ayam atau bisa juga kotoran kelelewar (guano) dan burung. Namun demikian, pengadaan kotoran hewan seringkali sulit dilakukan karena memerlukan tenaga dan biaya transportasi yang banyak.

3. Pemberian pupuk hijau

Pupuk hijau bisa diperoleh dari serasah dan dari pangkasan tanaman penutup yang ditanam selama masa bera atau pepohonan dalam lirikan sebagai tanaman pagar. Beberapa jenis tanaman pagar dari keluarga leguminosa membuktikan bahwa Kaliandra (*Calliandra Calothyrsus*) memberikan hasil biomass tertinggi dibanding jenis pohon lainnya. Selain itu, Kaliandra juga dapat menekan

pertumbuhan beberapa gulma di lahan pertanaman (lihat cerita Kaliandra Merah).

b. Pengelolaan tanah dan air (*soil and water management*) atau Tata Air Mikro.

Pengelolaan tanah dan air (*soil and water management*) merupakan kunci utama keberhasilan pengembangan pertanian di lahan rawa pasang surut, termasuk tanah sulfat masam. Sistem pengelolaan tata air mikro berfungsi untuk: 1) mencukupi kebutuhan evapotranspirasi tanaman, 2) mencegah pertumbuhan gulma pada pertanaman padi sawah, 3) mencegah terbentuknya bahan beracun bagi tanaman melalui penggelontoran dan pencucian, 4) mengatur tinggi muka air, dan (5) menjaga kualitas air di petakan lahan dan saluran. Untuk memperlancar keluar masuknya air pada petakan lahan yang sekaligus untuk mencuci bahan beracun, Widjaja-Adhi (1995) menganjurkan pembuatan saluran cacing pada petakan dan di sekeliling petakan lahan. Oleh karena itu, pengelolaan tata air mikro mencakup pengaturan dan pengelolaan tata air pada saluran kuarter dan petakan lahan yang sesuai dengan kebutuhan tanaman dan sekaligus memperlancar pencucian bahan beracun. Subagyo *et al.* (1999) menyatakan, pencucian bahan beracun dari petakan dilakukan dengan memasukkan air ke petakan sebelum tanah dibajak, kemudian air tersebut dikeluarkan setelah pengolahan tanah selesai. Pencucian akan berjalan baik bila air cukup tersedia, baik dari hujan maupun air pasang. Oleh karena itu, air di dalam petakan lahan perlu diganti setiap dua minggu pada saat pasang besar.

Pengelolaan air pada saluran tersier bertujuan untuk: 1) memasukkan air irigasi, 2) mengatur tinggi muka air pada saluran dan petakan, dan 3) mengatur kualitas air dengan membuang bahan beracun yang terbentuk di petakan serta mencegah masuknya air asin ke petakan lahan. Sistem pengelolaan air di tingkat tersier dan mikro bergantung pada tipe luapan air pasang dan tingkat keracunan (Suriadikarta, 2005).

c. Penggunaan Varietas yang Adaptif

Tanaman yang dapat diusahakan di lahan sulfat masam antara lain adalah padi, palawija (jagung, kedelai, kacang tanah, dan kacang hijau), sayuran (cabai, kacang panjang, kubis, tomat, dan terung), buah-buahan (rambutan, nenas, pisang, jeruk, nangka, dan semangka) dan tanaman perkebunan yakni kelapa dan lada (Suwarno *et al.* 2000). Tanaman tersebut tumbuh baik pada tanah sulfat masam potensial dengan sistem tata air mikro seperti saluran drainase dan ameliorasi tanah.

Padi sawah mempunyai daya adaptasi yang lebih baik di lahan pasang surut khususnya tanah sulfat masam dibandingkan pada tanah gambut dalam. Menurut Suwarno *et al.* (2000), sampai saat ini telah dilepas 11 varietas padi yang cocok dengan lahan pasang surut, varietas yang sesuai untuk lahan sulfat masam adalah Mahakum, Kapuas, Lematang, Sei Lilin, Banyuasin, Lalan, Batanghari, dan Dendang. Untuk tanah sulfat masam aktual di mana kadar Al dan Fe sangat tinggi, lebih sesuai ditanam varietas lokal yang telah adaptif seperti Siam, Ceko, Jalawara, Talang, Melombung, dan Bayur. Mengingat kesuburan tanah sulfat masam sangat beragam maka pemupukan perlu disesuaikan dengan hasil analisis tanah.

Varietas kedelai yang cocok untuk tanah sulfat masam adalah Villa, Rinjani, Lokon, dan Dempo. Hasil kedelai berkisar 1,50–2,40 t/ha, kacang tanah 3,50 t/ha, kacang hijau 1,20 t/ha, dan jagung per hektar 3–4 t/ha. Pada tanah sulfat masam potensial, selain perlu pemupukan, tanaman perlu pula diberi kapur sesuai dengan takaran anjuran (Suriadikarta, 2005).

Tanaman buah-buahan seperti pisang, nangka, rambutan, dan jeruk ditanam di pekarangan pada guludan. Di lahan pekarangan lahan sulfat masam Karang Agung Ulu, tanaman sayuran mampu memberikan pendapatan lebih besar daripada tanaman pangan, yaitu 65,40% untuk sayuran dan 34,60% untuk tanaman pangan (Subiksa dan Bana, 1990). Hasil tomat varietas Ratna dan Intan masing-masing mencapai 18,54 dan 13,40 t/ha, sedangkan petsai varietas No. 82-157 sekitar 15,60 t/ha (Sutater *et al.* 1990). Bawang merah varietas Ampenan dan Bima juga dapat beradaptasi cukup baik pada tanah sulfat masam dengan potensi hasil masing-masing 6,40 dan 6,15 ton umbi kering/ha (Sutater *et al.* 1990).

Jenis kelapa yang sesuai adalah kelapa lokal, karena memiliki daya adaptasi dan toleransi yang baik terhadap lingkungan. Kelapa dapat ditanam secara tumpang sari dengan kopi, palawija, dan hortikultura atau secara monokultur pada guludan. Di Karang Agung Ulu dan Karang Agung Tengah, produktivitas kelapa masing-masing berkisar 7-18 butir dan 10-17 butir/pohon/periode petik. Pupuk diberikan sesuai dengan umur tanaman, paling tinggi pada umur tanaman kelapa 3 tahun, sedangkan untuk lada varietas Petaling I, Petaling II, dan Lampung Daun Kecil dapat tumbuh dan beradaptasi baik di lahan sulfat maupun potensial maupun sulfat masam aktual Karang Agung Ulu. Pada lahan sulfat masam potensial, pengapuran dengan takaran 2-3 kg/ tanaman dapat meningkatkan produksi buah sampai panen ketiga (panen pertama sekitar 3 tahun) (Suriadikarta, 2005).

3.3 Pengelolaan Lahan Sawah

- Melakukan pemupukan berimbang hara makro, benefisial dan mikro.** Pemupukan yang tepat dosis, waktu, jenis, dan cara aplikasi merupakan persyaratan mutlak untuk teknologi pemupukan. Pemberian pupuk NPK saja tanpa dimbangi pupuk mengandung hara mikro dan benefisial seperti Si menyebabkan produktivitas tanah tidak optimal dan dalam jangka panjang defisiensi unsur mikro dan benefisial akan terjadi. Namun demikian, untuk lahan sawah organik, pemberian pupuk kimia disarankan untuk dihindari atau ditiadakan.
- Mengembalikan jerami padi dan pemberian pupuk organik.** Pengurasan hara yang terjadi setiap kali panen, apalagi dengan tingginya intensitas penanaman (IP hingga 3) tanpa dimbangi dengan pengembalian bahan organik dan residu tanaman akan mempercepat degradasi lahan. Aplikasi bahan organik atau sisa tanaman akan mengembalikan unsur hara mikro yang jarang diberikan petani (Gambar 3.2).

c) Penggunaan Pupuk Hayati.

Pemanfaatan mikroba unggul seperti mikroba pemfiksasi N, pelarut P dan pendekomposisi limbah pertanian sangat

bermanfaat untuk meningkatkan kesuburan tanah

(Gambar 3.3)

d) Teknik remediasi/bioremediasi dan fitoremediasi

Lahan sawah yang tercemar umumnya dapat dipulihkan dengan teknik remediasi/bioremediasi dan fitoremediasi. Berbagai teknologi tersebut mudah diaplikasi untuk lahan sawah

e) Pemanfaatan pembenhah tanah

Pembenhah tanah merupakan suatu bahan yang dapat digunakan untuk mempercepat pemulihan/perbaikan kualitas tanah. Bahan baku pembenhah tanah sangat bervariasi, seperti limbah pertanian seperti zeolit, sampah organik kota, limbah non pertanian seperti zeolit, sampah organik kota, limbah industri makanan. Pembenhah tanah ini mempunyai karakteristik dan kandungan hara yang sangat beragam sehingga kualitas pupuk organik dan pembenhah tanah yang dihasilkan juga bervariasi mutunya.

Pembenhah tanah merupakan suatu bahan yang dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas tanah. Bahan baku pembenhah tanah sangat bervariasi, seperti limbah pertanian seperti zeolit, sampah organik kota, limbah non pertanian seperti zeolit, sampah organik kota, limbah industri makanan. Pembenhah tanah ini mempunyai karakteristik dan kandungan hara yang sangat beragam sehingga kualitas pupuk organik dan pembenhah tanah yang dihasilkan juga bervariasi mutunya.

b) Mengembalikan jerami padi dan pemberian pupuk organik.

Pengurasan hara yang terjadi setiap kali panen, apalagi dengan tingginya intensitas penanaman (IP hingga 3) tanpa dimbangi dengan pengembalian bahan organik dan residu tanaman akan mempercepat degradasi lahan. Aplikasi bahan organik atau sisa tanaman akan mengembalikan unsur hara mikro yang jarang diberikan petani (Gambar 3.2).

c) Penggunaan Pupuk Hayati.

Pemanfaatan mikroba unggul seperti mikroba pemfiksasi N, pelarut P dan pendekomposisi limbah pertanian sangat



Pupuk organik berbahan kotoran sapi



Pupuk organik fermentasi EverGREEN

Gambar 3.2 Pupuk organik dapat mengembalikan unsur hara mikro yang jarang diberikan oleh petani di persawahan.

f) **Penggunaan biopestisida**

Penggunaan pestisida dan herbisida pada lahan sawah sangat tinggi karena tingginya intensitas penanaman dan kekhawatiran petani gagal panen. Tingginya tingkat penggunaan pestisida tersebut malah memicu sifat resistensi OPT sehingga beradaptasi dengan beberapa jenis pestisida. Untuk itu perlu penggunaan pestisida yang ramah lingkungan. Petani harus tetap didorong untuk menggunakan bahan biopestisida dimana penggunaan bahan-bahan ini tidak akan meracuni lingkungan karena akan terurai secara cepat di alam.

g) **Perbaikan sistem irigasi**

Teknologi sistem irigasi telah mengimbangi kemajuan teknologi pemupukan dan budidaya. Teknologi irigasi macak/macak (*intermittent irrigation*) telah diketahui dapat menurunkan resiko kekurangan air dan serangan hama tikus.



Gambar 3.3 Pupuk hayati dianjurkan untuk digunakan dalam pertanian organik

**Kaliandra Merah (*Calliandra Calothyrsus*) –
Tanaman Anti Gulma Serbaguna**

SISIPAN



Morfologi Kaliandra

Calliandra calothyrsus adalah pohon kecil bercabang dengan ketinggian rata-rata 3-5 meter. Meski begitu ia bisa mencapai tinggi maksimum 12 meter dengan diameter batang bisa mencapai maksimum 20 cm. Kulit batangnya berwarna merah atau abu-abu yang tertutup oleh lentisel kecil. Makin ke pucuk, batangnya cenderung bergerigi. Pada pohon yang batangnya berwarna coklat kemerahan, ujung batangnya bisa berulus merah. Sistem akarnya terdiri dari beberapa akar tunjang dan akar-akar yang lebih halus dengan jumlahnya sangat banyak dan menjalar sampai ke permukaan tanah. Jika di dalam tanah dimana ia tumbuh terdapat rhizobia dan mikoriza, akan terbentuk asosiasi antara jamur dengan bintil-bintil akarnya.

Kaliandra memiliki daun-daun yang lunak yang terbagi menjadi daun-daun kecil. Panjang daun utama bisa mencapai 20 cm dan lebar 15 cm. Pada malam hari, daun-daun ini melipat ke arah batang. Tangkai daun bergerigi dengan semacam tulang di bagian permukaan atasnya. Namun ia tidak memiliki kelenjar-kelenjar pada tulang sekundernya.

Habitat

Kaliandra merah dapat tumbuh alami di sepanjang bantaran sungai. Ia dengan cepat akan tumbuh dan mengisi areal-areal yang vegetasinya terganggu, misalnya di tepi-tepi jalan. Namun, tanaman ini tidak tahan berada di bawah naungan dan mudah sekali kalah bersaing dengan vegetasi sekunder lain.

Di Meksiko dan Amerika Tengah, kaliandra tumbuh di berbagai habitat pada ketinggian permukaan laut sampai 1.860 meter. Kaliandra tumbuh baik terutama terdapat di daerah yang curah hujannya berkisar antara 1000 dan 4000 mm per tahun. Meskipun begitu pada beberapa kasus ia juga dijumpai pada daerah yang curah hujan tahunannya hanya 800 mm per tahun. Tumbuhan ini banyak terdapat di daerah yang musim kemarau berlangsung selama 2 sampai 4 bulan dengan curah hujan kurang dari 50 mm per bulan. Namun, pernah juga ditemukan spesimen yang tumbuh pada daerah yang musim kemauannya 6 bulan. Tumbuhan ini tumbuh pada daerah dengan suhu minimum tahunan 18-22°C. Ia tidak tahan terhadap pembekuan. Ia hidup pada berbagai tipe tanah dan bisa bertumbuh pada tanah yang agak masam dengan pH sekitar 4,5, akan tetapi tidak tahan pada tanah yang berdrainase buruk dan tergenang.

Pembungaan

Di tempat asalnya, kaliandra merah berbunga sepanjang tahun dengan puncak terjadi antara bulan Maret dan Juli. Di Indonesia, musim berbunga bervariasi antara daerah satu dengan daerah lainnya, bergantung pada jumlah curah hujan. Puncaknya biasanya berlangsung antara bulan Januari dan April. Tandan bunga kaliandra berkembang dalam posisi terpusat dan bunganya bergerombol di sekitar ujung batang. Bunga kemudian matang dari pangkal ke ujung selama beberapa bulan. Bunga kaliandra mekar selama satu malam saja dengan benang-benang mencolok. Umumnya berwarna putih di pangkalnya dan merah di ujungnya, meski kadang ada juga yang berwarna merah jambu. Sehari kemudian benang-benang ini akan layu. Bunga yang tidak mengalami pembuahan pun akan gugur. Polongnya terbentuk selama 2 sampai 4 bulan dan ketika sudah masak, panjangnya bisa mencapai 14 cm dan lebarnya bisa mencapai 2 cm.

Biji Kaliandra

Polong Kaliandra berbentuk lurus dan berwarna agak coklat. Polong tersebut berisi 8-12 bakal biji yang akan berkembang menjadi biji oval yang pipih. Permukaan biji yang sudah matang berbintik hitam dan coklat. Terdapat tanda yang khas berbentuk ladang pada kedua permukannya yang rata.

Biji yang sudah masak panjangnya bisa mencapai 8 mm. Bila ditekan dengan kuku ia akan terasa keras. Di tempat asalnya, puncak musim biji terjadi antara bulan November dan April sedang di Indonesia biasanya antara bulan Juli sampai November. Pada saat polong mengering, pinggirannya yang tebal mengeras sehingga polong merekah mendadak dari ujungnya. Bijinya lantas keluar dengan gerakan berputar dan bisa terpelekat sejauh 10 meter.

Kecambah kemudian akan tumbuh dengan kedua keping biji muncul di atas permukaan tanah. Daun pertamanya hanya memiliki satu sumbu yang menjadi tempat tumbuh helai daun. Namun daun berikutnya terbagi menjadi sumbu-sumbu sekunder. Bijinya memerlukan proses skarifikasi seperti merendam biji dalam air dingin selama 48 jam. Penggunaan air panas dapat menyebabkan biji mati. Skarifikasi secara mekanis juga bisa dilakukan.

Penanaman

Penanaman dapat dilakukan dengan cara menyemai langsung biji yang telah diskarifikasi pada kedalaman 1-3 cm atau dengan memindahtanamkan bibit yang telah mencapai tinggi 20-50 cm dari tempat pembibitan. Bibit dapat ditanam berbaris dengan jarak tanam 3-4 m. Bila akan dimanfaatkan sebagai sumber pakan bisa ditanam dengan jarak 0,5-1 meter secara menyebar.

Penggunaan inokulasi mungkin bermanfaat pada daerah baru ditanami. Pertumbuhan awalnya lambat namun pertumbuhan selanjutnya sangat cepat. Calliandra akan mencapai tinggi 3,5 m dalam 6 bulan.

Klasifikasi Kaliandra Merah

Kaliandra merah diklasifikasikan sebagai berikut:

Kerajaan : Plantae
Divisi : Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)
Kelas : Magnoliopsida (berkeping dua / dikotil)
Ordo : Fabales
Famili : Fabaceae (suku polong-polongan)
Genus : Calliandra
Spesies : *Calliandra calothyrsus*

Sumber: <https://alampriangan.com/kaliandra-merah-anti-gulma/>

SOAL LATIHAN

1. Apa yang dimaksud dengan pengelolaan tanah secara berkelanjutan. Berikan penjelasan.

2. Bagaimana cara mengelola tanah di lahan pasang surut. Apa saja yang perlu diperhatikan agar dapat mendukung pertanian secara berkelanjutan.

3. Bagaimana mengelola kesuburan tanah sawah untuk kegiatan pertanian organik.

PUSTAKA RUJUKAN

1. Nuruchman, A. Dahria, dan A. Mulyani., 2008. Strategi dan Teknologi Pengelolaan Lahan Kering Mendukung Pengadaan Pangan Nasional. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Pertanian. Litbang Pertanian Bogor. Bogor.

2. Mingsih, J.S. dan M. Sudjadi. 1993. Peranan sistem bertanam lorong (*alley cropping*) dalam meningkatkan kesuburan tanah pada lahan kering masam. Risalah Seminar Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.

3. Munim, 2006. Pengelolaan Tanaman Kedelai di Lahan Kering Masam. Balai Besar Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatra Utara. Jurnal Ilmiah Tambua Vol. V. No.3 281-287 hlm.

4. Widiyanto, K., Widiyanto, Sri Rahayu Utami, Didik Suprayogo, Sunaryo, SM sitompul, Betha Lusiana, Rachmat Mulia, Meine van Noordwijk dan Georg Cadisch. Pengelolaan Tanah Masam Secara Biologi. ICRAF. Bogor.

5. Sunaryo. 2013. Lahan Rawa Lumbung Pangan Masa Depan Indonesia. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

6. Sulthuum, B.E. 2008. Pengelolaan Tanah dan Air Lahan Marginal. USU. Medan.

Mulyani, A., Hikmatullah, dan H. Subagyo. 2004. Karakteristik dan potensi tanah masam lahan kering di Indonesia. hlm. 1-32. *Dalam* Prosiding Simposium Nasional Pendayagunaan Tanah Masam. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.

Subagyono, H., I.W. Suatika, dan E.E. Ananto. 1999. Penataan Lahan dan Tata Air Mikro: Pengembangan SUP Lahan Pasang Surut, Sumatera Selatan. Proyek Pengembangan Sistem Usaha Pertanian (SUP) Lahan Pasang Surut Sumatera Selatan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta. hlm. 1-5.

Subiksa, I.G.M. dan I. Basa. 1990. Kemajuan Penelitian Sistem Usaha Tani pada Lahan Sulfat Masam di Karang Agung Ulu, Sumatera Selatan. Risalah Seminar Penelitian Proyek Swamps II. Bogor, 19-21 September 1990. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. hlm. 31-38.

Suriadikarta, D.A., 2005. Pengelolaan Lahan Sulfat Masam untuk Usaha Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor. Jurnal Litbang Pertanian Vol. 24 No.1.

Suriadikarta, D.A., T. Prihatini, D. Setyorini, dan W. Hartatiek. 2002. Teknologi pengelolaan bahan organik tanah. hlm. 183-238. *Dalam* Teknologi Pengelolaan Lahan Kering Menuju Pertanian Produktif dan Ramah Lingkungan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.

Sutater, T., Satsiyati, A.H. Permadi, dan D. Haryadi. 1990. Daya hasil tanah di lahan sulfat masam. Risalah Hasil Penelitian, Proyek Swamps-II. Bogor 19-21 September 1989. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. hlm. 275-277.

Suwarno, T. Alihamsyah, dan I.G. Ismail. 2000. Optimalisasi pemanfaatan lahan rawa pasang surut dengan penerapan sistem usaha tani terpadu. Prosiding Seminar Nasional

Penelitian dan Pengembangan Pertanian di Lahan Rawa. Cipayung, 25-27 Juli 2000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. hlm. 176-186.

Sunun, S.W, Fauzi, dan P. Marpaung., 2013. Kajian Sifat Kimia Tanah, Pertumbuhan dan Produksi Padi pada Tanah Sulfat Masam Potensial akibat Pemberian Kompos Tandan Koning Kelapa Sawit dan Pupuk SP-36. Fakultas Pertanian Universitas Sumatra Utara. Jurnal Agroteknologi 1(4).

BAB IV

BIOFERTILIZER (PUPUK HAYATI)

Pupuk hayati digunakan sebagai nama kolektif untuk semua kelompok fungsional mikroba tanah yang dapat berfungsi sebagai penyedia hara dalam tanah, sehingga dapat tersedia bagi tanaman



Biofertilizer atau pupuk mikrobiologis atau *pupuk hayati* adalah pupuk yang mengandung mikroorganisme hidup yang ketika diterapkan pada benih, permukaan tanaman, atau tanah, akan mendiami rizosfer atau bagian dalam dari tanaman dan mendorong pertumbuhan dengan meningkatkan pasokan nutrisi utama dari tanaman (Vessey, 2003). Pupuk mikrobiologis mirip dengan kompos teh, dan bisa dikatakan sebagai kompos teh yang direkayasa karena hanya mikroorganisme tertentu yang bermanfaat bagi tanah yang digunakan.

Biofertilizer tersebut fungsinya antara lain untuk membantu penyediaan hara bagi tanaman, mempermudah penyerapan hara bagi tanaman, membantu dekomposisi bahan organik, menyediakan lingkungan rhizosfer yang lebih baik sehingga pada akhirnya akan mendukung pertumbuhan dan meningkatkan produksi tanaman. Pemanfaatan biofertilizer pada pertanian organik harus lebih dikembangkan untuk mengurangi ketergantungan sistem pertanian organik yang lebih banyak memanfaatkan bahan organik dengan volume yang sangat besar serta mengefisienkan penggunaan bahan

...k tersebut untuk memenuhi kebutuhan hara tanaman. Dalam pertanian organik yang tidak menggunakan masukan berupa kimia buatan seperti pupuk kimia buatan dan pestisida, biofertilizer atau pupuk hayati menjadi salah satu alternatif yang dipertimbangkan. Beberapa mikroba tanah seperti *Glomus*, *Azospirillum* dan *Azotobacter*, bakteri pelarut fosfat, mikoriza, endomikoriza dan MVA, mikoriza perombak selulosa efektif mikroorganismenya dapat dimanfaatkan sebagai biofertilizer pertanian organik.

Peranan Biofertilizer

Pertanian organik dapat didefinisikan sebagai sistem produksi pertanian yang holistik yang mendorong dan meningkatkan kesehatan agro-ekosistem termasuk biodiversitas, biologi dan aktifitas biologi tanah. Dalam sistem pertanian organik masukan (input) dari luar (eksternal) akan dikurangi dengan tidak menggunakan pupuk kimia buatan, pestisida dan bahan kimia lainnya. Dalam sistem pertanian organik kekuatan hukum yang harmonis dan lestari akan dimanfaatkan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil pertanian sekaligus meningkatkan ketahanan terhadap serangan hama dan penyakit tanaman.

Perkembangan Biofertilizer

Perkembangan biofertilizer saat ini di dunia telah pesat. Banyak negara seperti India, Thailand, Jepang, Cina, Brazil, Taiwan dan negara maju lainnya telah lama beralih dari pupuk kimia ke arah pupuk biologi. Pupuk biologi atau disebut juga biofertilizer dinilai lebih bermanfaat baik ke tanaman maupun ke lingkungan. Manfaat ke tanaman karena biofertilizer mengandung sejumlah mikroba yang mampu menyediakan nutrisi bagi kebutuhan tanaman, seperti nitrogen, fosfat, kalium, dan hormon.

4.3 Beberapa Manfaat Biofertilizer

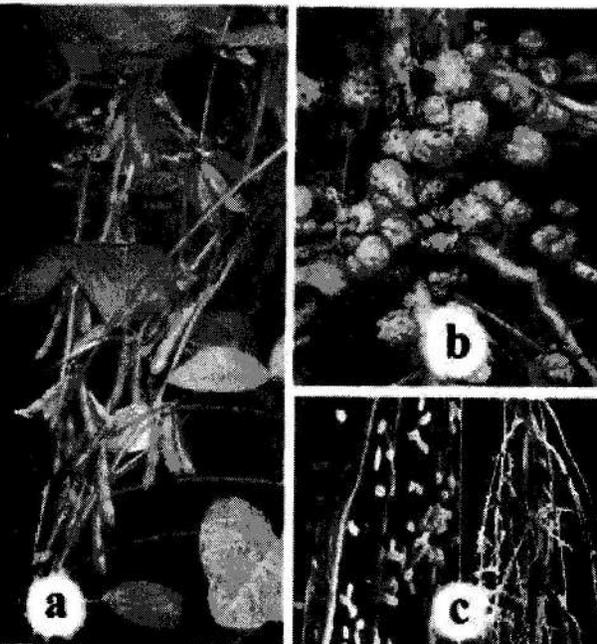
Dari segi fungsi metabolisme dan manfaat bagi manusia, terutama pada bidang pertanian, mikroorganisme tanah dapat dikelompokkan menjadi mikroorganisme yang merugikan dan mikroorganisme yang bermanfaat. Mikroorganisme tanah yang menguntungkan ini dapat dikategorikan sebagai biofertilizer (pupuk hayati). Secara garis besar fungsi yang menguntungkan antara lain:

- penyediaan hara
- peningkatan ketersediaan hara
- pengontrol organisme pengganggu tanaman
- pengurai bahan organik dan pembentuk humus
- perombak persenyawaan agrokimia

4.3.1 Bakteri Rhizobium

Bakteri rhizobium adalah salah satu bakteri yang berkemampuan sebagai bakteri penyedia hara bagi tanaman. Bila bersimbiosis dengan tanaman legum, bakteri ini akan menginfeksi akar tanaman dan membentuk bintil akar di dalamnya (Gambar 4.1). Peranan rhizobium terhadap pertumbuhan tanaman khususnya berkaitan dengan ketersediaan nitrogen bagi tanaman inangnya. Rhizobium merupakan bakteri kemoautotrof yang bersimbiosis dengan tanaman kacang-kacangan. Simbiosis ini bersifat mutualistik, bakteri mendapatkan tempat hidup dan tanaman memperoleh unsur hara berupa nitrogen.

Tumbuhan yang bersimbiosis dengan Rhizobium banyak digunakan sebagai pupuk hijau seperti *Crotalaria*, *Tephrosia*, dan *Indigofera*. Akar tanaman polong-polongan ini menyediakan karbohidrat dan senyawa lain bagi bakteri melalui kemampuannya mengikat nitrogen bagi akar. Jika bakteri dipisahkan dari inangnya (akar), maka tidak dapat mengikat nitrogen sama sekali atau hanya dapat mengikat nitrogen sedikit sekali. Bintil-bintil akar melepaskan senyawa nitrogen organik ke dalam tanah tempat tanaman polong-polongan hidup. Dengan demikian terjadi penambahan nitrogen yang dapat menambah kesuburan tanah.



Gambar 4.1 (a) Bintil akar pada tanaman kedelai (b) dan (c) Rhizobium pada akar leguminoceae (Sumber: Anonim, 2018a).

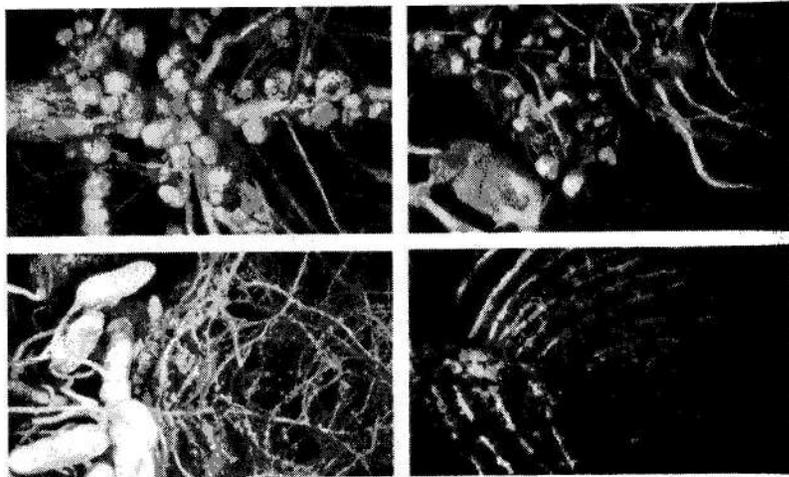
Azospirillum dan Azotobacter

Azospirillum mempunyai potensi cukup besar untuk dikembangkan sebagai pupuk hayati. Bakteri ini banyak dijumpai di alam dengan tanaman jenis rerumputan termasuk jenis serelia, jagung dan gandum. Sampai saat ini ada tiga spesies yang telah ditemukan dan mempunyai kemampuan dalam menambat nitrogen, yaitu *Azospirillum brasilense*, *A. lipoferum*, dan *A. caryophyllum*.

Reis *et al.* (2011) menyatakan bahwa *Azospirillum* spp. dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman melalui banyak mekanisme, termasuk fiksasi N₂, produksi fitohormon (seperti auksin, sitokinin, dan giberelin), peningkatan penyerapan hara, peningkatan kemampuan cekaman, produksi vitamin, siderophore dan biokontrol, serta pelarutan P. Namun demikian, salah satu mekanisme yang paling penting adalah kemampuan *Azospirillum* menghasilkan

fitohormon dan ZPT lainnya. Salah satu mekanisme utama yang diusulkan untuk menjelaskan "hipotesis aditif" adalah terkait dengan kemampuan *Azospirillum* sp. menghasilkan senyawa-senyawa seperti fitohormon. Telah dikenal bahwa sekitar 80% bakteri yang diisolasi dari *rhizosfer* tanaman mampu memproduksi senyawa IAA. Kemudian, diusulkan bahwa *Azospirillum* sp. dapat memacu pertumbuhan tanaman melalui ekskresi fitohormon. Saat ini, kita tahu bahwa bakteri ini mampu menghasilkan senyawa-senyawa kimia seperti auksin, sitokinin, giberelin, etilen, dan ZPT lainnya seperti ABA, poliamin (spermidin, spermin, dan cadaverin) dan nitrat oksida (Cassa'n *et al.*, 2011).

Penelitian lainnya pada tanaman jagung memperlihatkan pengaruh yang sama. Peningkatan pertumbuhan tanaman jagung yang diinokulasi oleh *Azospirillum* spp. diduga karena bakteri ini selain mampu menyumbangkan nitrogen sebagai hasil aktivitas penambatan N_2 juga karena hormon IAA yang dihasilkannya. Kartika (2005) menyatakan bahwa perubahan morfologi akar seperti perpanjangan akar, peningkatan rambut akar, dan luas permukaan akar tanaman disebabkan oleh IAA yang dihasilkan oleh *Azospirillum* spp. (Gambar 4.2)



Gambar 4.2 *Azospirillum* merupakan salah satu jenis bakteri tanah nonsimbiotik penambat nitrogen yang banyak ditemukan di daerah tropis dan tumbuh baik di perakaran, terutama pada perakaran (rhizoplane) rerumputan, daerah dekat perakaran (rhizosphere), pH 5.6 dan tumbuh optimal pada suhu 30°- 40°C (Sumber: Anonim, 2018b)

Azotobacter adalah species rizobakteri yang telah dikenal sebagai agen biologis pemfiksasi nitrogen yang mengkonversi gas nitrogen ke amonium melalui reduksi elektron dan protonisasi gas nitrogen. Unsur hara yang membatasi produktivitas tanaman adalah nitrogen sehingga pupuk nitrogen selalu ditambahkan sebagai input dalam produksi tanaman. Untuk menghindari dampak kesehatan tanaman akibat adanya input bahan kimia, maka input biologis berupa rizobakteri. Oleh karena itu, bakteri rizobakteri *Azotobacter* selayaknya dijadikan salah satu alternatif dari manajemen nitrogen dalam suatu sistem tanam sehingga bersifat sinergis dengan input nitrogen lainnya seperti pupuk organik yang selanjutnya dapat menjamin kesehatan tanaman.

Bakteri *Azotobacter* hidup bebas pada daerah perakaran dan tanah. Bakteri penambat N sering disebut bakteri 'prototrof' yang mampu menggunakan N udara sebagai sumber N untuk pertumbuhannya. Bentuk sel *Azotobacter* biasanya berbentuk batang pendek, batang, dan oval serta bentuk yang lain yang bermacam-macam (Gambar 4.3). Dengan bentuk sel yang bermacam-macam seperti ini, bakteri *Azotobacter* dikenal sebagai bakteri bentuk sel pleomorfik. Menurut Hans (1994) ada beberapa bakteri *Azotobacter* penting, diantaranya *A. chroococcum*, *A. paspali* dan *A. vinelandii*. Peranan bakteri dalam siklus nitrogen udara besar pengaruhnya terhadap nilai kesuburan tanah pertanian (Ristiati *et al.*, 2008). Penggunaan bakteri berpotensi mengurangi kebutuhan N sintetik, meningkatkan produksi dan pendapatan usaha tani dengan masukan yang lebih sedikit. Beckert *et al* (2001) melaporkan bahwa *Azospirillum* digunakan sebagai biofertilizer karena mampu menambat nitrogen sebanyak 30% N dari total N pada jagung.



Gambar 4.3 Azotobacter sebagai penambat nitrogen non simbiosis

4.3.3 Mikroba Pelarut Fosfat

Alam menyediakan mekanisme yang luar biasa. Di dalam tanah, terutama di daerah sekitar perakaran tanaman (rhizosphere) banyak ditemukan mikroba-mikroba yang dapat melarutkan fosfat dari sumber-sumber yang sukar larut. Mikroba ini akan melarutkan fosfat dan menyediakannya untuk tanaman. Mikroba pelarut fosfat ditemukan dari berbagai kelompok mikroba, baik dari bakteri, kapang/jamur, maupun aktinomicetes. Mikroba-mikroba tersebut antara lain: (bakteri) *Bacillus* sp, *Pseudomonas* sp, (jamur) *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp, *Trichoderma* sp. (Gambar 4.4) Mikroba-mikroba ini menghasilkan asam-asam organik atau senyawa lain yang bisa melarutkan fosfat. Mikroba pelarut fosfat sudah ditemukan sejak akhir perang dunia kedua oleh ilmuwan di Rusia. Sejak tahun 1940-an sudah diaplikasikan ke tanah-tanah pertanian di Eropa.

Di Indonesia yang merupakan wilayah tropis juga banyak ditemukan mikroba-mikroba pelarut fosfat. Mikroba-mikroba terbaik yang ditemukan kemudian digunakan sebagai biofertilizer salah satunya Promi. Mikroba-mikroba pelarut fosfat ini sangat luas penyebarannya. Dari pengujian dengan media fosfat alam cair, mikroba pelarut fosfat dapat melarutkan fosfat dari fosfat alam. Konsentrasi fosfat terlarut di dalam media cair meningkat sejalan dengan lama inkubasi.

Gambar 4.4 Mikroba pelarut fosfat. (A) jamur *Aspergillus niger*; (B) *Trichoderma* sp. dan (C) bakteri *Pseudomonas aeruginosa*

Mikoriza

Asosiasi simbiotik antara jamur dan sistem perakaran tanaman tinggi diistilahkan dengan mikoriza. Dalam fenomena ini jamur menginfeksi dan mengkoloni akar tanpa menimbulkan penyakit sebagaimana biasa terjadi pada infeksi jamur patogen, dan jamur dapat pasokan nutrisi secara teratur dari tanaman. Setidaknya ada dua jenis mikoriza yang sering dipakai untuk biofertilizer, yaitu mikoriza arbuskular dan endomikoriza. Mikoriza berperan dalam melarutkan P dan membantu penyerapan hara P oleh tanaman. Tanaman itu tanaman yang bermikoriza umumnya juga lebih tahan terhadap kekeringan. Contoh mikoriza yang sering dimanfaatkan adalah *Glomus* sp dan *Gigaspora* sp.

Beberapa mikroba tanah mampu menghasilkan hormon tanaman yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman. Hormon yang dihasilkan oleh mikroba akan diserap oleh tanaman sehingga tanaman akan tumbuh lebih cepat atau lebih besar. Kelompok mikroba yang mampu menghasilkan hormon tanaman, antara lain: *Pseudomonas* sp dan *Azotobacter* sp.

Cendawan Mikoriza Arbuskular (CMA) adalah salah satu kelompok cendawan pembentuk mikoriza yang akhir-akhir ini cukup mendapat perhatian dari para peneliti lingkungan dan pertanian. Cendawan ini diperkirakan pada masa mendatang dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif teknologi untuk membantu pertumbuhan, meningkatkan produktivitas dan kualitas tanaman terutama yang ditanam pada lahan-lahan marginal yang kurang subur atau bekas tambang/industri. Cendawan Mikoriza Arbuskular

merupakan tipe asosiasi mikoriza yang tersebar sangat luas dan ada pada sebagian besar ekosistem yang menghubungkan antara tanaman dengan rizosfer. Simbiosis terjadi dalam akar tanaman dimana cendawan mengkolonisasi apoplast dan sel korteks untuk memperoleh karbon dari hasil fotosintesis dari tanaman. CM termasuk fungi divisi Zygomycetes, famili Endogonaceae yang terdiri dari Glomus, Entrophospora, Acaulospora, Archaeospora, Paraglomus, Gigaspora dan Scutellospora. Hifa memasuki sel korteks akar, sedangkan hifa yang lain menembus tanah, membentuk chlamydospores. lebih dari 80% tanaman dapat bersimbiosis dengan CMA serta terdapat pada sebagian besar ekosistem alam dan pertanian serta memiliki peran yang penting dalam pertumbuhan, kesehatan dan produktivitas tanaman.

Berdasarkan struktur dan cara cendawan menginfeksi akar mikoriza dapat dikelompokkan ke dalam tiga tipe :

1. Ektomikoriza
2. Ektendomikoriza
3. Endomikoriza

Ektomikoriza mempunyai sifat antara lain akar yang kena infeksi membesar, bercabang, rambut-rambut akar tidak ada, hifa menjorok ke luar dan berfungsi sebagai alat yang efektif dalam menyerap unsur hara dan air, hifa tidak masuk ke dalam sel tetapi hanya berkembang di antara dinding-dinding sel jaringan korteks membentuk struktur seperti pada jaringan Hartig. Ektendomikoriza merupakan bentuk antara (intermediet) kedua mikoriza yang lain. Ciri-cirinya antara lain adanya selubung akar yang tipis berupa jaringan Hartig, hifa dapat menginfeksi dinding sel korteks dan juga sel-sel korteknya. Penyebarannya terbatas dalam tanah-tanah subur sehingga pengetahuan tentang mikoriza tipe ini sangat terbatas. Endomikoriza mempunyai sifat-sifat antara lain akar yang kena infeksi tidak membesar, lapisan hifa pada permukaan akar tipis, hifa masuk ke dalam individu sel jaringan korteks, adanya bentuk khusus yang berbentuk oval yang disebut Vasiculae (vesikel) dan sistem percabangan hifa yang dichotomous disebut arbuscule (arbuskul). Hampir sebagian besar jenis tumbuhan berasosiasi dengan jamur tipe AM (Arbuskul Mikoriza), mulai dari pakau-pakuan, jenis rumput-rumputan, padi, hingga pohon rambutan, mangga, karet, kelapa sawit, dan lain-lain. Beberapa keluarga (famili) pohon tingkat tinggi yang biasa dijumpai pada tanah

akhir bersimbiosa dengan jamur EM (Ekto Mikoriza), beberapa jenis-jenis meranti, kruing, kamper (jenis-jenis Diocarpaceae), pasang, mempening (jenis-jenis Fagaceae), dan beberapa jenis Myrtaceae (jambu-jambuan) dan beberapa legum. Manfaat mikoriza bagi tumbuhan antara lain adalah:

Meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan penyakit akar, penyakit tanah dan serangan nematoda. Dengan pemberian mikoriza biasanya tanaman akan lebih tahan terhadap serangan *Fusarium* sp, *Phytophthora* sp, *Pytium* sp penyebab rebah kecambah pada pembenihan.

Meningkatkan penyerapan unsur hara terutama P, Ca, N, Cu, Mn, K, dan Mg. Simbiosis mutualisme tersebut dilakukan dengan cara tanaman memberikan sisa karbohidrat dan gula yang tidak terpakai kepada mikoriza dan ditukar dengan unsur-unsur P, Ca, N, Cu, Mn, K dan Mg oleh mikoriza.

Mikoriza menghasilkan ZPT di perakaran tanaman sehingga tanaman bisa tumbuh lebih subur.

Mikoriza dapat meningkatkan penyerapan unsur hara oleh akar karena dibantu oleh miselium mikoriza eksternal dengan memperluas permukaan penyerapan akar. Miselium mikoriza mampu masuk dalam pori tanah yang tidak dapat ditembus oleh akar tanaman.

Mengurangi stres tanaman dalam kondisi kekurangan air, karena akar tanaman dibantu mikoriza dalam penyerapan air sehingga akar memiliki jangkauan lebih panjang. Menurut informasi jangkauan miselium mikoriza bisa mencapai 10-15 m sehingga sangat bagus digunakan untuk budidaya tanaman perkebunan seperti jabon, jati, akasia dan lain-lain.

Mikoriza dapat meningkatkan aerasi dalam tanah karena kemampuan mikoriza dalam memperbaiki agregat tanah.

Memacu perkembangan mikroba saprofitik nonpatogenik di sekitar perakaran sehingga tanaman lebih sehat dan lebih subur.

4 Mikoriza Perombak Selulosa

Pada saat ini jerami masih merupakan bahan yang umum digunakan sebagai sumber bahan organik pada tanah sawah. Jerami mengandung selulosa yang sangat tinggi sehingga memerlukan

proses dekomposisi yang relatif lama. Beberapa mikroba seperti *Trichoderma*, *Aspergillus*, dan *Penecillium* mampu merombak selulosa menjadi bahan senyawa-senyawa monosakarida, alkohol, CO₂ dan asam-asam organik lainnya dengan dikeluarkannya enzim selulase (Rao, 1994).

Dalam sistem pertanian organik yang sebagian besar memanfaatkan bahan organik dengan volume yang cukup banyak sebagai sumber hara bagi tanaman, penggunaan biofertilizer dapat merupakan upaya efisiensi penggunaan bahan organik tersebut. Selain dapat memperkecil volume bahan organik yang dibutuhkan dalam sistem pertanian organik juga dapat mempercepat proses dekomposisi bahan organik.

4.3.6 Mikroorganisme Efektif

Mikroorganisme efektif (EM) merupakan kultur campuran beberapa jenis mikroorganisme yang bermanfaat (bakteri fotosintetik, bakteri asam laktat, dan jamur peragian) yang dapat dimanfaatkan sebagai inokulan untuk meningkatkan keragaman mikroba tanah. Pemanfaatan EM dapat memperbaiki kualitas tanah dan selanjutnya memperbaiki dan meningkatkan produksi tanaman. Pengaruh Mikroorganisme Efektif yang menguntungkan adalah sebagai berikut:

- Memperbaiki lingkungan fisik, kimia dan biologi tanah serta menekan hama pertumbuhan penyakit
- Memperbaiki perkecambahan, pembungaan, pembentukan buah dan pematangan hasil
- Meningkatkan kapasitas fotosintetis tanaman.
- Meningkatkan bahan organik sebagai sumber pupuk

4.4 Keuntungan Pemanfaatan Biofertilizer

Beberapa keuntungan menggunakan atau memanfaatkan biofertilizer, adalah:

- Pemakaian pupuk anorganik (Urea, TSP, KCl, dll) dapat ditinggalkan
- Dapat meningkatkan kesuburan tanah dengan jalan memperbaiki struktur tanah dan mengoptimalkan mikroba yang bekerja dalam tanah

tingkatkan hasil panen

persediaan hara makro dan hara mikro terpenuhi dan aktifitas mikroorganisme tanah untuk membantu kesuburan tanah juga dapat.

Teknologi Produksi Biofertilizer

Langkah utama membuat biofertilizer adalah sebagai berikut:

- Menentukan Mikroba Bahan Aktif
- Isolasi Mikroba Target
- Seleksi Mikroba Target
- Menentukan Metode dan Bahan Pembawa (carrier)
- Menentukan Metode Perbanyakan Secara Masal
- Membuat Prototipe
- Menguji Prototipe
- Mujian Multi Komoditas dan Multi Lokasi
- Pengembangan Produk

Menentukan Mikroba Bahan Aktif

Pertama adalah menentukan mikroba-mikroba apa yang digunakan sebagai bahan aktif biofertilizer. Pilihan yang biasanya adalah mikroba penambat N, mikroba pelarut P, atau PGPR. Kita boleh saja berambisi untuk menggunakan semua kelompok mikroba. Tetapi untuk itu juga menyiapkan biayanya juga. Sejah ini sangat jarang ada orang ahli di semua kelompok mikroba. Umumnya mereka fokus pada satu atau dua kelompok mikroba saja. Artinya, kalau kita ingin dapatkan semua kelompok mikroba, kita juga harus mengumpulkan orang-orang yang ahli di bidangnya masing-masing. Yang lebih baik adalah bekerja dalam sebuah tim yang anggotakan beberapa orang dengan keahliannya masing-masing. Tahap ini ditentukan juga tanaman targetnya, bisa untuk tanaman tertentu atau untuk beberapa tanaman. Pilih tanaman yang memiliki nilai strategis dan ekonomis. Jangan terlalu ambisi untuk membuat biofertilizer untuk semua jenis tanaman. Contohnya untuk tanaman kelapa sawit.

b. Mengisolasi Mikroba Target

Langkah berikutnya adalah melakukan isolasi mikroba mikroba target tersebut. Mikroba-mikroba umumnya diisolasi dari Rhizosphere atau daerah di sekitar perakaran. Untuk mikroba mikroba yang bersimbiosis diisolasi dari akarnya langsung, seperti Rhizobium atau mikoriza. Atau mikroba yang hidup dipermukaan akar tanaman. Tanah-tanah sampel dikumpulkan dari berbagai tempat yang memiliki kondisi tanah, iklim, dan komoditas yang berbeda-beda. Tanah-tanah yang memiliki kondisi ekstrim bisa juga dipilih.

Setiap jenis mikroba memiliki metode isolasi sendiri-sendiri. Metode ini sudah berkembang selama bertahun-tahun oleh para ahli. Misalnya untuk mikroba pelarut fosfat, medium yang sering digunakan adalah medium Pikovskaya. Tahap isolasi ini tujuannya adalah mendapatkan mikroba target sebanyak-banyaknya, baik dari jenis fungi, bakteri, atau aktinomycetes. Kegiatan ini bisa memakan waktu lama sekali. Sering diulang-ulang dan untung-untungan hingga benar-benar mendapatkan mikroba yang diinginkan. Tahap ini juga banyak menghabiskan bahan. Tahap isolasi ini termasuk juga tahap pemurnian isolat yang diperoleh.

Mikroba pelarut fosfat akan membentuk zona jernih pada medium Pikovskaya. Mikroba yang telah berhasil diisolasi kemudian diperbanyak, disimpan dan dipelihara. Jangan sampai isolat yang Anda peroleh mati, karena akan membuat semua biaya tenaga, dan pikiran yang telah dikeluarkan jadi sia-sia. Penyimpanan yang agak sulit umumnya untuk mikroba-mikroba yang bersimbiosis dengan tanaman, apalagi obligat lebih sulit lagi.

c. Menyeleksi Mikroba Target

Menyeleksi mikroba merupakan langkah yang sangat penting. Tujuannya adalah mendapatkan mikroba yang benar-benar unggul. Mikroba unggul adalah kunci dari kualitas biofertilizer yang ingin Anda buat. Banyak orang yang memproduksi biofertilizer, tetapi umumnya biasa-biasa saja. Seleksi juga sangat sulitnya dengan mengisolasi mikroba. Waktu, tenaga, pikiran dan biaya yang dikeluarkan juga besar. Tapi jika berhasil, akan setimpas dengan semua yang telah dikeluarkan. Metode seleksi mikroba

sama-macam, sama seperti metode isolasinya. Seleksi bisa dilakukan dalam beberapa tahap. Misalnya: 1) tahap laboratorium, 2) di rumah kaca, dan 3) uji coba skala lapang. Teknik seleksi ini diawali dengan seleksi kasar tujuannya untuk mendapatkan kandidat-kandidat mikroba unggul. Seleksi bisa dilakukan secara sederhana di dalam cawan petri, kemudian dilanjutkan dengan menggunakan erlenmeyer. Misalnya untuk mikroba penambat N, parameter yang digunakan adalah kemampuan untuk memfiksasi nitrogen. Sebagai langkah awal seleksi tolok ukur bisa menggunakan hasil yang pernah dilaporkan orang lain. Pilih semua mikroba yang berada di atas batas itu. Tahap ini bisa dilakukan berulang-ulang hingga mendapatkan mikroba yang benar-benar unggul.

Setelah seleksi di laboratorium dalam skala kecil selanjutnya dilakukan seleksi di rumah kaca. Kalau dalam seleksi sebelumnya yang diteliti kemampuannya untuk memfiksasi nitrogen, melarutkan P, atau menghasilkan hormon, misalnya; maka langkah berikutnya adalah uji coba benar mikroba itu bisa memberikan manfaat untuk tanaman. Uji coba ini dilakukan di rumah kaca yang kondisinya terkontrol. Tahap ini tidak jarang mikroba yang unggul di cawan petri, tiba-tiba gagal di rumah kaca. Ibaratnya dia hanya 'jago kandang', ketika di 'alam bebas' mereka loyo. Tapi umumnya mikroba yang unggul di laboratorium, bagus juga di rumah kaca. Di sini juga dilakukan seleksi beberapa mikroba. Jangan hanya pilih satu, karena belum tentu yang terbaik jika dilepas di "alam liar".

Jika ingin mengabungkan beberapa mikroba, baik untuk mikroba yang memiliki kemampuan sama (misal, sama-sama penambat N) maupun berbeda (penambat N + pelarut P), maka sebaiknya dilakukan uji coba kompatibilitas terlebih dahulu. Dua atau tiga mikroba diuji coba untuk menjawab pertanyaan apakah jika mikroba-mikroba tersebut akan memberikan pengaruh yang signifikan daripada jika mikroba-mikroba tersebut digunakan sendiri-sendiri. Pengujian bisa dilakukan di laboratorium maupun di rumah kaca.

Untuk lebih mudahnya berikut diberikan ilustrasi, misalnya mikroba memiliki mikroba A dan B. Mikroba A secara signifikan dapat meningkatkan produksi hingga 20% dibanding kontrol. Demikian juga mikroba B secara signifikan dapat meningkatkan produksi hingga 25% dibanding kontrol. Belum tentu jika mikroba ini

digabungkan maka hasilnya akan 20% + 25%. Bisa jadi akan tetapan saja atau bahkan akan negatif hasilnya.

Ujicoba di rumah kaca juga sering dilakukan dalam bentuk prototipe mikroba yang telah disimpan dalam bahan pembawa. Seleksi berikutnya adalah seleksi di lapang. Proses seleksi ini harus dilakukan dengan sungguh-sungguh mengikuti kaidah-kaidah ilmiah dan menggunakan prosedur statistik yang benar. Kita harus benar-benar yakin, bahwa mikroba yang kita pilih adalah mikroba yang benar-benar unggul. Jika perlu dilakukan beberapa kali ujicoba untuk lebih menyakinkan. Kesalahan dalam seleksi akan membuat pekerjaan jadi sia-sia.

d. Menentukan Metode dan Bahan Pembawa (Carrier)

Berikutnya adalah bagaimana mikroba ini akan 'dikemas'. Pilihan yang umum adalah dikemas dalam bentuk padat, serbuk, granul, pelet, tablet, atau cair. Banyak pertimbangan untuk menentukan dalam bentuk apa biofertilizer akan dikemas. Salah satunya adalah karakteristik dari mikroba tersebut. Sebagai contoh, ektomikoriza umumnya dibuat dalam bentuk padat, pelet, atau tablet; endomikoriza umumnya padat; biofertilizer berbahan aktinobakteri dan fungi bisa padat atau cair.

Metode pengemasan ini berkaitan erat dengan bahan pembawa apa yang akan digunakan. Sebagai contoh, ada biofertilizer yang dikemas dalam bentuk cair dengan bahan pembawa (carrier) tetes tebu, contohnya adalah BioN (Gambar 4.5). Contoh lainnya adalah biofertilizer dalam bentuk padat. Formula bahan pembawa umumnya merupakan 'rahasia perusahaan'. Kalau anda coba mencarinya di jurnal-jurnal ilmiah akan sangat jarang ditemukan. Pertanyaan kuncinya adalah membuat formula bahan pembawa yang bisa melindungi mikroba dalam waktu lama (>12 bulan), tetap memiliki viabilitas dan efektivitas tinggi. Ini bukan pekerjaan yang mudah. Cara paling gampang adalah dengan mempelajari dari produk biofertilizer yang sudah ada di pasaran. Coba amati dan perkirakan kira-kira terbuat dari apa bahan pembawa itu. Memang biasanya ada semacam 'resep rahasia' yang sulit dideteksi, tapi ini merupakan awal yang sangat bagus untuk memulai. Umumnya bahan pembawa yang sering digunakan adalah bahan-bahan organik, mineral, atau liat. Bahan organik bisa tepung

terigu, tapioka, maizena, sagu, atau tepung kompos, dll. Bahan mineral biasanya zeolit (biasa digunakan untuk adsorpsi), gypsum, bentonit, kapur dan lainnya. Ada juga yang menggunakan tanah liat tertentu, seperti untuk endomikoriza. Bahan ini bisa tunggal atau bisa juga merupakan campuran beberapa bahan. Ada juga yang memberikan tambahan nutrisi ke bahan pembawa tersebut. Beberapa pertimbangan lain untuk memilih bahan pembawa adalah kemampuan dalam mempertahankan viabilitas dan efektivitas mikroba. Hal yang tak kalah penting adalah pertimbangan ekonomi. Mungkin saja bahan pembawanya sangat bagus, tetapi kalau harganya mahal jadi tidak laku dijual. Setiap bahan juga memiliki keunggulan dan kekurangannya masing-masing. Misalnya bahan organik cukup baik tetapi bahan ini juga disukai oleh banyak organisme. Bahan mineral cukup sulit untuk mempertahankan kondisinya optimum dan cenderung dari kontaminasi.

Untuk menguji viabilitas biasanya diukur jumlah populasi mikroba dalam rentang waktu penyimpanan. Bisa setiap bulan, tiga bulan hingga satu tahun lamanya. Waktu penyimpanan tiga bulan sudah cukup bagus. Kemudian pengujian efektivitas mikroba tersebut terhadap tanaman target. Langkah membuat formula bahan pembawa ini bisa dilakukan sambil melakukan uji coba mikroba. Terutama jika sudah diketahui jenis mikropanya.



Gambar 4.5 Biofertilizer merk BioN yang berisi mikroba penambat nitrogen (Sumber: Koleksi pribadi)

e. Menentukan Metode Perbanyakkan Secara Masal

Setelah kita mendapatkan mikroba unggul dan bawaan pembawa yang sesuai, langkah penting lainnya adalah mendapatkan metode perbanyakkan mikroba secara massal. Pada tahap-tahap sebelumnya perbanyakkan mikroba dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan kimia sesuai dengan standard baku mikrobiologi. Bahan-bahan kimia ini harganya cukup mahal dan sangat tidak ekonomis jika digunakan untuk produksi massal. Oleh karena itu perlu dilakukan pula riset untuk memproduksi mikroba tersebut dalam skala besar.

Metode umum untuk memproduksi mikroba antara lain adalah fermentasi cair dan fermentasi padat. Bakteri dan aktinomycetes umumnya diproduksi dalam medium cair, sedangkan kapang dan jamur diproduksi dalam medium padat. Mikroba yang bersimbiosis dengan tanaman, seperti mikoriza, diproduksi bersatu dengan tanaman inangnya. Pemilihan bahan media untuk memproduksi mikroba ini tergantung pada metode produksinya. Cobalah untuk mengganti media bahan kimia dengan media bahan-bahan yang murah dan mudah didapat. Pekerjaan ini merupakan 'seni' tersendiri.

Diperlukan kejelian dan ketekunan untuk mendapatkannya. Selain media, kondisi kultur mikroba juga perlu diperhatikan. Misalkan apakah mikroba tersebut memerlukan aerasi atau bahkan perlu kondisi yang anaerob. Berapa suhu yang paling optimal untuk berkembang biak? Berapa waktu yang tepat untuk panen? Bagaimana cara pemanenannya? Dan pertanyaan-pertanyaan lain. Salah satu pertimbangan untuk menentukan metode perbanyakkan adalah pertimbangan ekonomi. Berapa biaya yang diperlukan untuk memproduksi 1 kg produk biofertilizer. Secara umum, jika menggunakan banyak mikroba akan meningkat pula biaya produksinya.

f. Membuat Prototipe

Kalau sudah diperoleh kandidat-kandidat mikroba baik aktif dan bahan pembawanya, langkah berikutnya adalah membuat prototipe. Prototipe bisa terdiri dari beberapa contoh. Contoh ini mungkin sudah diseleksi dari beberapa percobaan

sebagai hasil terbaik, misal: lima prototipe terbaik. Contoh prototipe dalam bentuk: cair, granul, serbuk, dan pelet. Akan tetapi bisa saja satu bentuk tetapi dengan beberapa formula, misal: prototipe cair B, cair C, dan seterusnya. Prototipe ini yang selanjutnya akan diuji dan dipilih mana prototipe yang akan menjadi produk

g. Uji Prototipe

Pengujian prototipe pertama bisa dilakukan di rumah kaca atau di tanaman-tanaman target atau tanaman model. Jangan lupa untuk menggunakan prosedur statistik dengan benar dan teliti. Jika perlu, ulangi lagi percobaan rumah kaca ini. Kadang-kadang prototipe bisa bias dalam analisa. Gunakan prosedur statistik sebagai acuan untuk mengambil keputusan. Tapi jangan terlalu percaya diri. Gunakan juga intuisi atau feeling atau firasat. Bedakan antara intuisi dan data. Fokus pada data-nya.

Setika melakukan pengujian, amati pula tanamannya. Jangan dibantu oleh teknisi atau pembantu teknisi, jangan hanya mengandalkan intuisinya saja. Sempatkan untuk melihat tanamannya. Perhatikan hasil analisa statistik dengan pengamatan Anda. Perhatikan ada yang janggal, ada yang berbeda, atau ada yang aneh. Dalam tahap ini, bisa saja sebuah prototipe diperbaiki. Contoh: pupuk organik bentuk serbuk memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan bentuk granul. Tetapi masa tanamnya lebih pendek daripada bentuk granul. Kita bisa melakukan modifikasi pada bentuk curah atau granulnya. Coba teliti apakah lebih seimbang pada prototipe tersebut. Apakah granulnya akan hancur, sehingga sulit hancur ketika berada di tanah dan ini akan membuat efektifitasnya rendah. Langkah perbaikannya adalah membuat granul yang lebih mudah hancur.

h. Pengujian Multi Komoditas dan Multilokasi

Apabila prototipe lolos dari pengujian di rumah kaca, langkah berikutnya adalah pengujian lapang. Pengujian bisa dilakukan di kebun percobaan, tetapi skalanya kecil. Kalau percobaan ini mendapatkan hasil yang konsisten, coba lagi di lokasi yang lebih luas atau diulang di tempat yang berbeda-beda.

Bisa juga Anda mencobanya dengan varietas yang berbeda, lokasi yang berbeda, cara budidaya yang berbeda, bahkan dengan komoditas yang berbeda. Ingat, gunakan prosedur statistik dengan benar dan teliti, tetapi jangan diperbudak oleh statistik.

Pada tahap ini sebenarnya bisa juga dilakukan pengujian pasar. Apakah calon konsumen mau menerima produk ini? Apakah cara atau metode penggunaannya bisa diterima oleh konsumen? Bagaimana dengan harga? Bagaimana dengan warna? Bagaimana dengan kemasannya? Bagaimana dengan ukuran kemasan? Bagaimana dengan nama? dan lain sebagainya.

i. Pengembangan Produk

Apabila mikroorganisme yang diinokulasikan cukup efektif dalam meningkatkan hasil produksi tanaman, maka selanjutnya mengembangkan metode dalam skala yang lebih besar. Pada umumnya mikroorganisme akan berkembang melalui proses fermentasi. Apabila populasi mikroorganisme mencapai ukuran tertentu, maka selanjutnya adalah memanen dan mengemas hasil produksi.

4.6 Teknik Pemanfaatan Biofertilizer

Mikroorganisme hasil inokulasi dari tanah pada kondisi laboratorium menggunakan media buatan. Setelah mikroorganisme tersebut berhasil dibiakan, maka diperoleh galur yang dikehendaki karena tidak semua spesies dari suatu populasi bersifat efektif. Selanjutnya galur yang efektif di isolasi, dan dilakukan pengujian lapangan apakah hasil inokulasi harus sesuai dengan kondisi lingkungan tertentu, harus mampu menyesuaikan dengan fluktuasi kondisi lingkungan dan tidak kalah bersaing atau dimangsa mikroorganisme asli.

Apabila mikroorganisme yang di inokulasikan cukup efektif dalam meningkatkan hasil tanaman, maka tugas selanjutnya mengembangkan metode untuk memperbanyak dengan skala besar. Pada umumnya, mikroorganisme akan tumbuh dan berkembang melalui proses fermentasi. Apabila populasi mikroorganisme mencapai ukuran tertentu, kemudian tahap berikutnya adalah memanen dan mengemas untuk tujuan komersial. Tugas selanjutnya

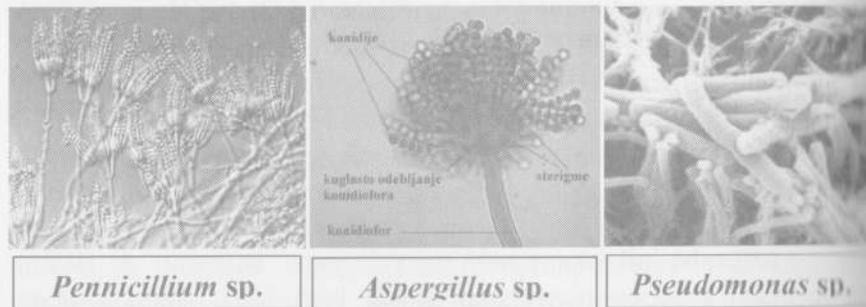
membuat formula cara kerja inokulan, termasuk cara membuat inokulan di lapangan (disemprotkan ke tanah atau dicampur dengan biji), termasuk memecahkan semua masalah yang dihadapi dalam mempertahankan inokulan tetap efektif, termasuk yang berhubungan dengan pengiriman, kemasan, penyimpanan, dan pemanfaatan.

Petani organik sangat menghindari pemakaian pupuk kimia. Untuk memenuhi kebutuhan hara tanaman, petani organik mengandalkan kompos sebagai sumber utama nutrisi tanaman. Sayangnya kandungan hara kompos rendah. Kompos matang mengandung haranya kurang lebih 1.69% N, 0.34% P₂O₅, dan 2.81% K. Dengan kata lain 100 kg kompos setara dengan 1.69 kg Urea, 0.34 kg SP36, dan 2.18 kg KCl. Misalnya, untuk memupuk padi membutuhkan haranya 200 kg Urea/ha, 75 kg SP 36/ha, dan 37.5 kg K/ha, membutuhkan sebanyak 22 ton kompos/ha. Jumlah pupuk yang demikian besar ini memerlukan banyak tenaga kerja dan aplikasi pada naiknya biaya produksi.

Mikroba-mikroba tanah banyak yang berperan di dalam siklus hara maupun penyerapan unsur hara bagi tanaman. Tiga unsur hara penting tanaman, yaitu Nitrogen (N), fosfat (P), dan Kalium (K) seluruhnya melibatkan aktivitas mikroba. Hara N banyak melimpah di udara. Kurang lebih 74% kandungan udara adalah N₂. Namun, N udara tidak dapat langsung dimanfaatkan tanaman. N harus ditambat oleh mikroba dan diubah bentuknya menjadi tersedia bagi tanaman. Mikroba penambat N ada yang simbiotik dan ada pula yang hidup bebas. Mikroba penambat N simbiotik antara lain *Rhizobium* penambat N non-simbiotik antara lain *Azospirillum* dan *Azotobacter*. Mikroba penambat N simbiotik hanya bisa digunakan untuk tanaman leguminose saja, sedangkan mikroba penambat N non simbiotik dapat digunakan untuk semua jenis tanaman.

Mikroba tanah lain yang berperan di dalam penyediaan hara adalah mikroba pelarut fosfat (P) dan kalium (K). Tanah di lingkungan kita umumnya memiliki kandungan P terikat pada mineral tanah. Pada sisi inilah peranan mikroba pelarut P. Mikroba ini mampu melepaskan ikatan P dari mineral liat dan menyediakannya bagi tanaman. Banyak sekali mikroba yang mampu melarutkan P, antara lain *Aspergillus*, *Penicillium*, *Pseudomonas*, dan *Bacillus* (gambar 4.6). Mikroba yang berkemampuan tinggi melarutkan P,

umumnya juga berkemampuan tinggi dalam melarutkan K. Kelompok mikroba lain yang juga berperan dalam penyerapan unsur P adalah Mikoriza yang bersimbiosis pada akar tanaman. Setidaknya ada dua jenis mikoriza yang sering dipakai untuk biofertilizer, yaitu ektomikoriza dan endomikoriza. Mikoriza berperan dalam melarutkan P dan membantu penyerapan hara P oleh tanaman. Selain itu, tanaman yang bermikoriza umumnya juga lebih tahan terhadap kekeringan. Contoh mikoriza yang sering dimanfaatkan adalah *Glomus* dan *Gigaspora*.



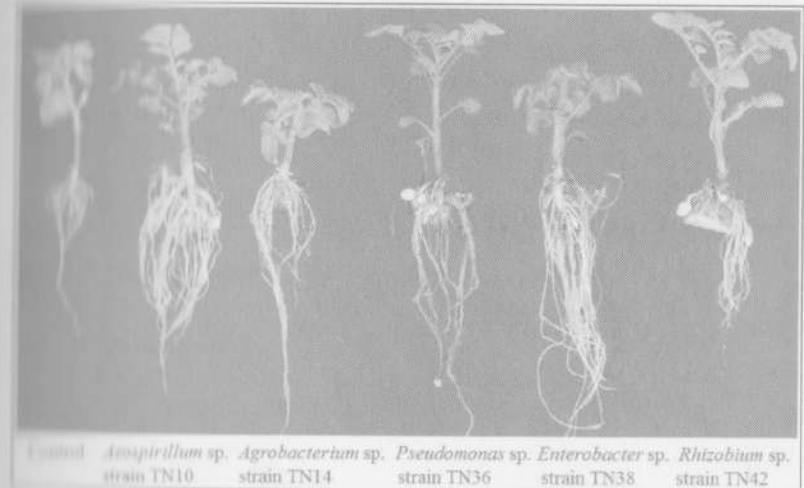
Gambar 4.6 Beberapa mikroba pelarut fosfat (P)

Beberapa mikroba tanah mampu menghasilkan hormon tanaman yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman. Hormon yang dihasilkan oleh mikroba akan diserap oleh tanaman sehingga tanaman akan tumbuh lebih cepat atau lebih besar (Gambar 4.7). Kelompok mikroba yang mampu menghasilkan hormon tanaman antara lain *Pseudomonas* dan *Azotobacter*. Mikroba-mikroba bermanfaat tersebut diformulasikan dalam bahan pembawa khusus dan digunakan sebagai biofertilizer. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, biofertilizer setidaknya dapat menyuplai lebih dari setengah kebutuhan hara tanaman.

4.7 Pemanfaatan Biofertilizer Pada Pertanian

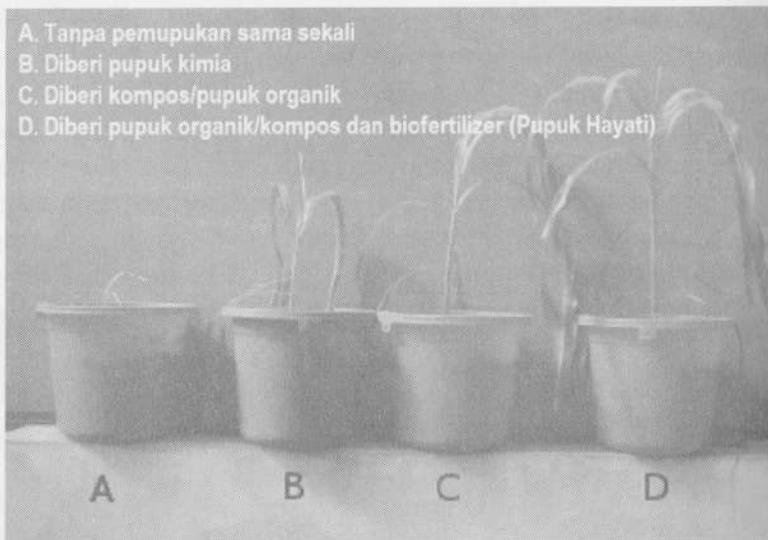
Pemberian biofertilizer pada tanah akan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Beberapa mikroorganisme yang ada di dalam biofertilizer berperan antara lain sebagai: (a) Penambat zat hara yang berguna bagi tanaman. Beberapa mikroorganisme

berfungsi sebagai penambat N, tanpa bantuan mikroorganisme tanaman tidak bisa menyerap nitrogen dari udara, (b) Beberapa berperan sebagai pelarut fosfat dan penambat kalium, (c) Aktivitas mikroorganisme membantu memperbaiki kondisi tanah baik secara fisik, kimia maupun biologi, (d) Menguraikan sisa-sisa zat organik untuk dijadikan nutrisi tanaman, dan (e) Mengeluarkan zat pengatur tumbuh yang diperlukan tanaman seperti beberapa jenis hormon tumbuh (Gambar 4.8)

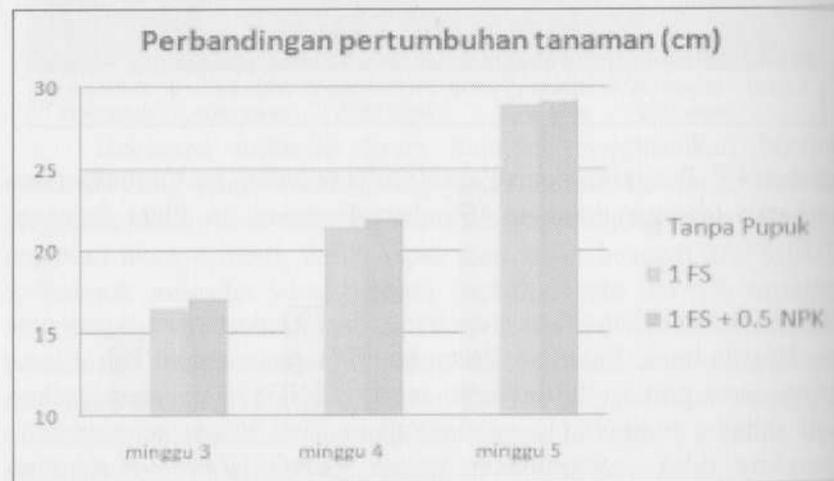


Gambar 4.7 Pengaruh beberapa mikroba terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman kentang (Sumber: Frontiers in Plant Science, 2016)

Berdasarkan hasil penelitian dari Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian IPB pada sayur Pak Choy, penggunaan pupuk biofertilizer merk FENGSHOU memberikan hasil sebagai berikut: (1) meningkatkan hasil panen sebesar 30% dibanding tidak menggunakan pupuk FENGSHOU. Pemberian biofertilizer FENG SHOU + 0.5 dosis pupuk NPK dapat meningkatkan hasil panen sebesar 4 kali lipat dibanding tanpa pemupukan, (2) Tanaman tumbuh lebih tinggi, lebih cepat, dengan jumlah daun yang lebih banyak dan besar. Selama penyiraman dan pada akhir panen, kandungan N, P dan K akan meningkat sehingga tanah 30 sampai 50% pupuk (Gambar 4.9)



Gambar 4.8 Pengaruh kompos dan biofertilizer terhadap pertumbuhan tanaman jagung.



Gambar 4.9 Perbandingan pertumbuhan sayur Pak Choy akibat diaplikasi biofertilizer (Sumber: <http://www.anindhashop.com/2017/05/pupuk-hayati-feng-shou-tiens.html>).

4.8 Perkembangan Biofertilizer

Perkembangan biofertilizer saat ini di dunia telah pesat. Berbagai negara seperti India, Thailand, Jepang, Cina, Brazil, Taiwan dan Negara maju lainnya telah lama beralih dari pupuk kimia ke pupuk biologi (pupuk hayati). Pupuk biologi atau yang disebut juga dengan Biofertilizer dinilai lebih bermanfaat baik ke tanaman maupun ke lingkungan. Manfaat ke tanaman karena biofertilizer mengandung sejumlah mikroba yang mampu menyediakan nutrisi bagi kebutuhan tanaman, seperti nitrogen, fosfat, kalium, dan biohormon.

SOAL LATIHAN

1. Apa yang dimaksud dengan biofertilizer itu? Berikan penjelasan.
2. Sebutkan beberapa macam mikroorganisme yang dapat dimanfaatkan sebagai biofertilizer pada pertanian organik.
3. Bagaimana teknologi produksi biofertilizer. Berikan penjelasan.
4. Mengapa pada budidaya pertanian secara organik biofertilizer harus digunakan?

PUSTAKA RUJUKAN

- Anonim. 2009. <http://belantik.webs.com/apps/blog/show/39176>. Diakses tanggal 10 Desember 2011.
- Anonim. 2010. <http://hendri-wd.blogspot.com/2010/05/peran-biofertilizer-pada-pertanian.html>. Diakses tanggal 10 Desember 2011.
- Anonim. 2016. Pemanfaatan biofertilizer pada Pertanian Organik. <https://aguskrisno.wordpress.com/pemanfaatan-biofertilizer-pada-pertanian-organik/>. Diakses tanggal 10 Oktober 2017.
- Anonim. 2018a. Daur Nitrogen. <http://biosmadaj.blogspot.co.id/2012/04/daur-nitrogen.html>. Diakses tanggal 10 Januari 2018.
- Anonim. 2018b. Mengenal Bakteri Azospirillum dan Klasifikasinya. <http://chyrun.com/klasifikasi-bakteri-azospirillum/>. Diakses tanggal 10 Januari 2018.
- Cassa'n, F., D. Perrig, V. Sgroy, and V. Luna. 2011. Basic Technological Aspects of Phytohormone Production by Microorganisms: *Azospirillum* sp. as a Model of Plant

Growth Promoting Rhizobacteria. In *Bacteria in Agrobiology: Plant Nutrient Management*. D.K. Maheshwari (ed.). DOI 10.1007/978-3-642-21061-7_7, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

B., O.B. Weber, G. Kirchhof, A. Halbritter, M. Stoffels, A. Hartmann. 2001. *Azospirillum doebereineriae* sp. nov., A nitrogen-fixing bacterium associated with the C4-grass *Miscanthus*. *International J. of Systematic and Evolutionary Microbiology* 51: 17-26.

..., 1996. Penggunaan mikroba bermanfaat pada bioteknologi tanah berwawasan lingkungan. *Majalah Sriwijaya* vol. 32. No 2.

O, S 1994. *Mikrobiologi Umum*. UGM Press. Yogyakarta.

..., D. M. H. 2005. Penggunaan *Azospirillum* pada tanah pertanian dengan aluminium tinggi terhadap produksi dan kemampuan nitrogen rumput *Setaria splendida* dan *Chloris gayana*. *Media Peternakan* 28(1): 37-45.

V, M., K.R. d. S. Teixeira, and R. O. Pedraza. 2011. What Is Expected from the Genus *Azospirillum* as a Plant Growth-Promoting Bacteria? In *Bacteria in Agrobiology: Plant Growth Responses*. D.K. Maheshwari (ed.). DOI 10.1007/978-3-642-20332-9_6, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

..., N.P., S. Muliadihardja, F. Nurlita. 2008. Isolasi dan Identifikasi bakteri penambat nitrogen non simbiosis dari dalam tanah. *J. Penelitian dan Pengembangan Sains & Humaniora*. 2: 68-80

N.N.S. 1994. *Soil microorganism and plant growth*. Oxford and IBM publishing CO.(terjemahan Susilo. Mikroorganisme tanah dan pertumbuhan tanaman. Universitas Indonesia)

Prihatini, T, A. Kentjanasari dan Subowo 1996. Pemanfaatan biofertilizer untuk peningkatan produktivitas lahan pertanian.

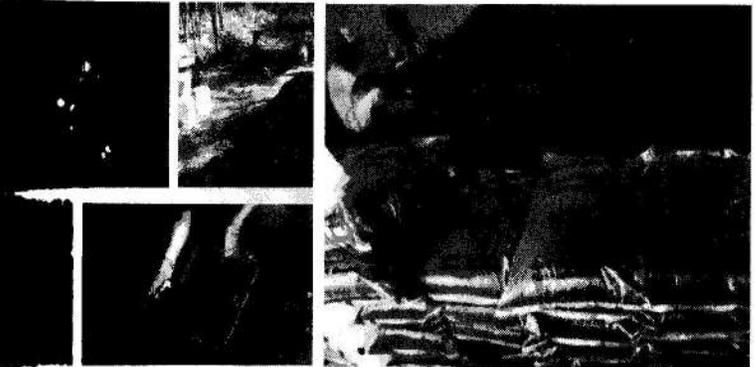
Sutanto R. 2002. Penerapan pertanian organik. Kanisius:Yogyakarta

Vessey JK. 2003. PGPR as biofertilizer. *Plant and soil*. 255:571-586.

BAB V

TEKNOLOGI PENGOMPOSAN

kompos adalah hasil penguraian parsial/tidak lengkap dari bahan-bahan organik yang dapat dipercepat secara alami oleh populasi berbagai macam mikroba dalam kondisi lingkungan yang hangat, lembap, dan aerobik atau anaerobik



Teknologi Pengomposan

Perkembangan pengomposan paling mencolok abad ke 10 ketika Sir Albert Howard menemukan metode dalam pengomposan yaitu dengan mencampurkan bahan yang berbeda ditambah kotoran ternak (Ball, 1999). tahun 60-an, dimana teknologi pengomposan secara besar-besaran dalam skala industri. organisme seperti jamur, bakteri ataupun aktinomisetes dalam dekomposisi material organik selama pengomposan (et al., 1996; Bertoldi et al, 1983). Beberapa alasan untuk pengomposan untuk mengelola limbah organik adalah: limbah organik dalam jumlah besar yang dijadikan kompos dapat memperbaiki produktivitas tanah. limbah organik sering membawa bibit penyakit bagi tanaman. limbah organik adanya pemanasan dalam tumpukan kompos, maka limbah organik patogen dan gulma, serta biji-bijian akan terbunuh,

sehingga tidak mengganggu pertumbuhan dan produksi tanaman.

3. Sampah organik yang masih utuh sangat disukai binatang-binatang sejenis serangga yang mengganggu lingkungan, tetapi dikomposkan bahan-bahan tersebut tidak menarik lagi.
4. Pengomposan akan menghasilkan bahan mudah hancur, mudah dikelola, mengurangi risiko penyakit bila dibenakan di tanah.
5. Pengomposan tidak akan merugikan tanaman dan lingkungan.
6. Pengomposan dianggap lebih menguntungkan bagi pemerintah.
7. Bagi anak-anak, pengomposan dapat menjadi sumber belajar mengenal dan mengkonversi lingkungan melalui program sekolah.

5.2 Definisi Pengomposan

Pengomposan adalah proses biologi oleh kegiatan mikroorganisme dalam mengurai bahan organik menjadi berbagai macam humus. Bahan yang terbentuk mempunyai berat volume yang lebih rendah daripada bahan dasarnya, stabil, dekomposisi lambat dan sumber pupuk organik (Sutanto, 2002). Pengomposan adalah proses dimana bahan organik mengalami penguraian secara biologis, khususnya oleh mikroba-mikroba yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi (Isroi, 2008). Selanjutnya Sharma *et al.* (1997) & Harada (1990), mengatakan pengomposan adalah suatu proses dekomposisi bahan organik secara aerobik dengan bantuan mikroorganisme yang hasilnya adalah bahan organik stabil dan mempunyai manfaat bagi masyarakat untuk digunakan sebagai pupuk organik. Sementara Dalzell *et al.* (1987) dan Gaur (1982), menyebutkan bahwa pengomposan adalah proses perombakan bahan organik oleh sejumlah berbagai mikroorganisme dalam lingkungan yang lembab, panas, berair dengan humus sebagai hasil akhirnya.

Menurut Haugh (1980) pengomposan adalah penguraian dan pematangan bahan-bahan organik secara biologis dibawah keadaan temperatur termofilik sebagai akibat produk pemanasan secara biologis dengan hasil akhir bahan yang cukup matang untuk disimpan dan digunakan ke tanah tanpa merugikan

lingkungan. Berdasarkan temperatur yang muncul selama proses pengomposan dibedakan menjadi termofilik dan mesofilik. Pengomposan termofilik (tradisional) waktunya lama, perlu dilakukan berkali-kali. Kompos yang dihasilkan sangat sehat, tidak berbau, dan membunuh patogen-patogen yang berbahaya. Pengomposan mesofilik adalah dengan menggunakan cacing tanah selama proses dekomposisi limbah organik, dengan temperatur maksimum berada dibawah 35°C. Istilah lain untuk pengomposan mesofilik adalah vermikompos. Hasil biodegradasi bahan organik adalah vermikompos atau kascing (Kasprzak, 1982). Tujuan pengomposan pada umumnya adalah perubahan secara fisik dari bahan-bahan organik menjadi bentuk yang stabil dan tidak menghancurkan organisme patogen yang berbahaya bagi manusia.

Kompos adalah hasil penguraian parsial atau tidak lengkap campuran bahan-bahan organik yang dapat dipercepat secara biologis oleh populasi berbagai macam mikroba dalam kondisi lingkungan yang hangat, lembab, secara anaerobik atau aerobik (Sardjono, 2003) Sedangkan menurut Ginting (2007), kompos adalah hasil dari pelapukan bahan-bahan berupa kotoran ternak, sisa pertanian, sisa makanan ternak dan lain sebagainya.

Bahan-bahan organik yang dapat dikomposkan adalah limbah pertanian (jerami, daun, sekam padi, ampas tebu, sampah pertanian lainnya), kotoran hewan, urine, limbah binatang, limbah rumah tangga, limbah sisa sayuran, limbah gergajian kayu, limbah organik padat perkotaan, limbah industri sektor makanan, limbah industri makanan, limbah usaha tani jamur, limbah rumah sakit, rumput laut, alga laut, lumpur instalasi pengolahan air minum. Biokonversi bahan organik dilakukan oleh mikroorganisme heterotropik, yaitu bakteri, fungi (jamur), protozoa dan juga makroorganisme seperti cacing tanah, kaki seribu, kumbang, cacing tanah dan lainnya.

Kompos dan Bokashi

Kompos merupakan pupuk organik yang mempunyai keunggulan dibanding pupuk kimia. Meskipun sama-sama

menggunakan bahan organik sebagai bahan dasar pembuatan pupuk organik, tetapi bokashi lebih unggul dibandingkan dengan kompos. Mengapa demikian? Karena bokashi merupakan bahan organik yang telah diolah dan difermentasi dengan menggunakan teknologi EM sedangkan kompos tidak. Bila dilihat perbandingan antara bokashi dan kompos, kandungan hara pada bokashi lebih tinggi, periode proses lebih cepat, pengaruh terhadap tanah sempurna, energi yang hilang rendah dan populasi mikroorganisme dalam tanah lebih sempurna dibanding kompos. Keunggulan tersebut disebabkan karena selain menggunakan bahan organik, juga ada campuran molases (tetes tebu) atau larutan gula merah dan kandungan mikroorganisme dalam EM4 (Effective Microorganism-4) yang lengkap (Tabel 5.1).

Tabel 5.1 Komposisi unsur hara kompos dan bokashi

Unsur Hara	Kompos (%)	Bokashi (%)
C Organik	15,2 ¹	30,03 ²
N total	0,59 ¹	1,13 ²
P	0,08 ¹	0,6 ²
Ca	0,26 ¹	0,82 ²
Mg	-	0,34 ²
K	0,15 ¹	0,29 ²
Na	-	0,42 ²

Sumber: (1) Sutanto, 2002 (2) Suharjo dan Ajjiah, 2006

Menurut Wididana dan Muntoyah (1999), bokashi merupakan bahan organik yang telah difermentasi dengan teknologi EM4. Bokashi mempunyai banyak keunggulan dibandingkan dengan produk sejenis, keunggulan tersebut antara lain kandungan unsur haranya sangat tinggi, kandungan mikroorganisme menguntungkan (effective) juga sangat tinggi dan karena pembuatannya melalui proses fermentasi maka kandungan zat hara dan senyawa-senyawa organik yang dikandungnya dengan cepat dapat diserap oleh tanaman. Selain itu proses pembuatannya juga relatif cepat yaitu hanya membutuhkan waktu antara 4 – 7 hari sedangkan pembuatan kompos memerlukan waktu antara 3 – 4 bulan. Bokashi merupakan salah

satu bahan organik berupa pupuk organik yang proses dekomposernya dipacu dengan mikroba dekomposer (mikroba pengurai) atau bisa juga dinamakan kompos fermentasi. Selain mengandung unsur hara makro dan mikro juga mengandung senyawa organik, asam amino, protein, gula, alkohol dan mikroorganisme pengurai sendiri (Jumar, 2004). Selanjutnya, PT. Songgolangit Persada menyatakan bahwa bokashi adalah hasil fermentasi bahan organik (jerami, sampah organik, pupuk kandang, dll) dengan teknologi EM4 yang dapat digunakan sebagai pupuk organik untuk menyuburkan tanah dan meningkatkan pertumbuhan tanaman dan produksi tanaman.

Bokashi dapat menyuburkan tanah melalui pengaruhnya terhadap sifat fisika, kimia dan biologi tanah. Secara fisik bokashi dapat menggemburkan tanah sehingga ruang gerak akar akan bertambah luas, secara kimia bokashi dapat menaikkan pH tanah, sehingga ketersediaan unsur hara menjadi semakin mudah bagi perakaran tanaman. Secara biologis bokashi dapat meningkatkan populasi mikroorganisme fermentasi dan sintetik sehingga pertumbuhan penyakit dan serangan hama dapat ditekan. Bokashi juga berfungsi sebagai alat pengendali biologis dalam menekan penyakit tanaman, yaitu dengan cara menghambat pertumbuhan penyakit melalui proses alami dengan meningkatkan kegiatan kompetitif dan antibiotik di dalam inokulon. Pada proses pembuatan bokashi komponen bahan organik akan digunakan sebagai sumber bahan makanan oleh mikroorganisme untuk berkembang biak dan sebagai tambahan persediaan unsur hara bagi tanaman. Pupuk bokashi dapat diaplikasikan ke dalam tanah setelah 3 – 14 hari setelah perlakuan fermentasi dengan EM4 (Wididana, 1998).

5.4 Faktor yang Mempengaruhi Proses Pengomposan

Menurut Sutanto (2002), faktor-faktor yang mempengaruhi dan mengontrol proses pengomposan antara lain kelembaban, sirkulasi udara (aerasi), ukuran partikel, nisbah karbon/nitrogen (nisbah C/N), nilai pH, suhu, porositas dan kandungan hara.

a) Kelembaban. Kelembaban memegang peranan yang sangat penting dalam proses metabolisme mikroba dan kelembaban secara tidak langsung berpengaruh terhadap suplai oksigen.

Mikroorganisme dapat memanfaatkan bahan organik apabila bahan organik tersebut larut di dalam air. Kelembaban 40 - 60 % adalah kisaran optimum untuk metabolisme mikroba. Apabila kelembaban di bawah 40%, aktivitas mikroba akan mengalami penurunan dan akan lebih rendah lagi pada kelembaban 15%. Apabila kelembaban lebih besar dari 60% udara akan tercuci, volume udara berkurang, akibatnya aktivitas mikroba akan menurun dan akan terjadi fermentasi anaerobik yang menimbulkan bau tidak sedap. Dalam kondisi yang lembab, maka kelengasan meningkat sangat tinggi karena aliran air rembesan, proses kondensasi dan genangan yang terjadi akibat lapisan tanah yang mampat dan bersifat impermeabel dibawah timbunan kompos. Kondisi anaerobik ditunjukkan terjadinya proses penguraian yang menimbulkan bau.

b) Sirkulasi Udara (Aerasi). Pasokan oksigen yang diperlukan mikroorganisme aerob dalam proses dekomposisi (terutama bakteri dan fungi) sebagian dipengaruhi oleh struktur dan ukuran partikel bahan dasar kompos, frekuensi dan teknik pembalikan serta ketinggian timbunan. Ketinggian timbunan bahan yang diperbolehkan dalam pengomposan mengurangkan tekanan berat bahan dasar kompos dan memperbaiki pasokan oksigen, paling tidak selama tahap pematangan apabila oksigen digunakan dengan aerasi yang cukup tinggi. Pengomposan yang cepat dapat terjadi dalam kondisi yang cukup oksigen (aerob). Aerasi secara alami akan terjadi pada saat terjadi peningkatan suhu yang menyebabkan udara hangat keluar dari udara yang lebih dingin masuk ke dalam tumpukan kompos. Aerasi ditentukan oleh porositas dan kandungan air bahan (kelembaban). Apabila aerasi terhambat, maka akan terjadi proses anaerob yang akan menghasilkan bau yang tidak sedap. Aerasi dapat ditingkatkan dengan melakukan pembalikan atau mengalirkan udara di dalam tumpukan kompos.

c) Ukuran partikel. Aktivitas mikroba berada diantara permukaan area dan udara. Permukaan area yang lebih luas akan meningkatkan kontak antara mikroba dengan bahan dan proses dekomposisi akan berjalan lebih cepat. Ukuran partikel juga menentukan besarnya ruang antar bahan (porositas). Untuk meningkatkan luas permukaan dapat dilakukan dengan

memperkecil ukuran partikel bahan tersebut, misalnya dengan menghuluskannya menggunakan alat pencacah.

Nisbah Karbon / Nitrogen (Nisbah C/N). Rasio C/N yang optimum untuk proses pengomposan berkisar antara 30:1 hingga 40:1. Mikroba memecah senyawa C sebagai sumber energi dan menggunakan N untuk sintesis protein. Pada rasio C/N diantara 30/d 40 mikroba mendapatkan cukup C untuk energi dan N untuk sintesis protein. Apabila rasio C/N terlalu tinggi, mikroba akan kekurangan N untuk sintesis protein sehingga proses dekomposisi berjalan lambat. Rasio C/N berkenaan dengan persentase senyawa organik memberikan indikasi intensitas proses dekomposisi, karena persentase senyawa organik menentukan jumlah komponen dalam bahan dasar kompos yang akan terdekomposisi. Pada umumnya limbah organik mempunyai rasio C/N berkisar antara 15 dan 30 : 1. Selama proses dekomposisi berlangsung rasio C/N turun sampai mendekati 12 pada kompos yang sudah matang.

pH. Proses pengomposan dapat terjadi pada kisaran pH yang lebar. pH yang optimum untuk proses pengomposan berkisar antara 6,5 sampai 7,5. pH kotoran ternak umumnya berkisar antara 6,8 hingga 7,4. Proses pengomposan sendiri akan menyebabkan perubahan pada bahan organik dan pH bahan itu sendiri. Sebagai contoh, proses pelepasan asam, terutama temporer atau lokal, akan menyebabkan penurunan pH (pH anionik), sedangkan produksi amonia dari senyawa organik yang mengandung nitrogen akan meningkatkan pH pada fase awal pengomposan. Secara umum pH kompos yang sudah matang biasanya mendekati netral.

Suhu. Suhu timbunan bahan yang mengalami dekomposisi akan meningkat sebagai hasil aktivitas mikroba. Suhu yang optimum berkisar antara 60°C dan 70°C merupakan kondisi optimum untuk kehidupan mikroorganisme tertentu dan membunuh patogen yang tidak dikehendaki. Semakin tinggi temperatur akan semakin banyak konsumsi oksigen dan akan semakin cepat proses dekomposisi. Peningkatan suhu dapat terjadi dengan cepat pada tumpukan kompos. Temperatur yang optimum berkisar antara 30°C - 60°C menunjukkan aktivitas pengomposan yang cepat. Suhu yang lebih tinggi dari 60°C

akan membunuh sebagian mikroba dan hanya mikroba termofilik saja yang akan tetap bertahan hidup.

- g) Porositas. Porositas adalah ruang diantara partikel di dalam tumpukan kompos. Porositas dihitung dengan mengulangi volume rongga dibagi dengan volume total. Rongga-rongga akan diisi oleh air dan udara. Udara akan mensuplai oksigen untuk proses pengomposan. Apabila rongga dijenuhi oleh air maka pasokan oksigen akan berkurang dan proses pengomposan juga akan terganggu.
- h) Kandungan unsur hara. Kandungan P dan K juga penting dalam proses pengomposan. Kandungan P dan K biasanya terdapat pada kompos-kompos dari peternakan. Kandungan unsur hara ini akan dimanfaatkan oleh mikroba selama proses pengomposan.

5.5 Kompos Matang dan Kualitasnya

Kompos yang sudah matang atau jadi dapat dilihat dari aspek fisik, kimia, maupun biologik. Secara sederhana sifat fisik kompos yang matang warnanya lebih gelap, tidak partikulir, butirannya halus menyerupai tanah dan tidak berbau. Secara kimia kompos matang yang matang mengandung beberapa unsur kimia penting seperti N, P, dan K dengan ukuran tertentu. Secara biologik kompos yang matang tidak lagi mengandung mikroba penyakit atau jamur yang dapat menyerang tanaman yang ditanam (dibudidayakan), khususnya tanaman yang muda. Kriteria kematangan kompos juga dapat dilihat pada indikator kematangan kompos, namun dapat dilihat juga dari parameter-parameter seperti: COD (Chemical Oxygen Demand), Volatile material, amilum, cellulosa, rasio C/N, temperatur, kelembapan, dan laju konsumsi air. Pada umumnya semakin tinggi suhu kompos dan semakin matang kompos maka bioavailabilitas menurun. Berdasarkan kualitasnya kompos terbagi menjadi 4 jenis. Kompos kualitas kelas I yang penggunaannya untuk rumah kaca atau kebun, yang umumnya dipakai untuk pertanian organik, dan tidak untuk campuran dengan lumpur aktif. Kompos kualitas kelas II yang dapat dicampur dengan tanah untuk produksi lapangan. Kompos kualitas kelas III adalah kompos yang memasukkan penggunaan lumpur aktif (sludge) dalam pertaniannya. Kualitas kompos ini dapat digunakan sebagai soil conditioner

produksi skala lapangan terutama bisa juga untuk komposting. Kompos kualitas kelas IV adalah kompos yang tidak dapat digunakan untuk penggunaan lumpur aktif dalam pertanian utamanya sebagai bahan campuran dan kompos ini sangat cocok untuk komposting dan landfilling. Ada pula kompos yang tidak layak digunakan misal kompos tersebut berasal dari sampah perkotaan yang mengandung bahan-bahan berbahaya karena dapat menimbulkan penyakit pada manusia, kerusakan lingkungan dan pencemaran, bila dalam penanganannya tidak hati-hati.

Manfaat Kompos

Kompos sangat bermanfaat pada bidang agronomi, hortikultura, dan kehutanan. Dapat digunakan untuk tanaman, perikanan, pembibitan pohon, tanaman yang dipotong, tanaman perkebunan, tanaman di taman maupaun kontainer bunga dan rumput-rumputan. Dapat digunakan untuk memelihara bahan organik, menyuburkan tanah-tanah pertanian, mereklamasi tanah-tanah bekas penambangan, memantapkan landscape, dan menutupi tanah. Penambahan kompos memperbaiki sifat-sifat fisik, kimia dan biologik tanah. Kompos yang tidak memenuhi standart kompos dapat digunakan sebagai nursery stock dan pembibitan tanaman hutan, tanaman ornamen, untuk konstruksi jalan dan lapangan golf, untuk memelihara kebun milik publik dan reklamasi tanah terlantar. Kompos yang logam beratnya berlebihan hanya dapat digunakan untuk menutupi tanah. Sebaiknya kompos digunakan dengan campuran bahan lain khususnya dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan karbon dan nitrogen bagi mikroorganisme.

Penggunaan dan Aplikasi Kompos

Kompos dapat digunakan sebelum dan sesudah penanaman pada : rumput diberikan setahun sekali dengan cara disebar. Kompos dan semak setahun sekali di tumpuk disekitar tanaman. Kompos di campur dengan tanah sebelum penanaman. Kompos dalam pot dicampur dengan bahan lain dan kompos tanaman padi sawah diberikan pada saat ketika akan diolah dan disebar.

5.8 Cara Menggunakan Kompos Untuk Memupuk Tanaman Penghijauan

1. Menentukan Lokasi
2. Membuat lubang disesuaikan ukuran bibit tanaman.
3. Pisahkan tanah bagian atas dan bawah
4. Mengambil kompos (3 kg per tanaman/bibit) dicampur dengan tanah galian lubang bagian bawah.
5. Memasukkan kembali tanah bagian atas ke dalam lubang terlebih dulu.
6. Masukkan bibit tanaman
7. Menutup lubang dengan campuran tanah dan kompos tadi.
8. Beri secukup air pada bibit tanaman tadi.
9. Sebaiknya tanam pada waktu pagi hari atau sore hari.

5.9 Penanganan Kompos

Kompos yang kurang baik dalam penanganannya, seperti pada waktu mengolah, menyimpan akan berbahaya bagi lingkungan. Apabila dalam penyimpanan kompos itu dibiarkan dalam keadaan terbuka butiran kompos yang terkena angin akan terhirup manusia dan itu akan menimbulkan penyakit. Pemanfaatan kompos yang berlebihan juga akan menghasilkan residu yang nantinya akan terakumulasi dalam air dan tanah yang kemungkinan menyebabkan polutan biologis maupun kimia.

5.10 Membuat Pupuk Bokashi

Bokashi dipopulerkan pertamakali di Jepang sebagai pupuk organik yang bisa dibuat dengan cepat dan efektif. Terminologi bokashi diambil dari istilah bahasa Jepang yang artinya perubahan secara bertahap, sedangkan EM4 merupakan jenis mikroorganisme dekomposer untuk membuat pupuk bokashi. EM4 dipopulerkan oleh Prof. Dr. Teruo Higa dari Jepang.

Proses pembuatan pupuk bokashi relatif lebih cepat dibandingkan pengomposan konvensional. Bokashi sudah siap dijadikan pupuk dalam tempo 1-14 hari sejak dibuat, tergantung dari bahan baku dan metode yang digunakan. Membuat bokashi sangat mudah

dilakukan dalam skala rumah tangga maupun skala pertanian yang benar. Berikut ini akan dijelaskan tahap-tahapnya.

Tahap pertama yang harus dilakukan untuk membuat pupuk bokashi adalah menyiapkan mikroorganisme dekomposernya. Salah satu dekomposer bokashi yang paling populer adalah EM4. EM4 terdiri dari mikroorganisme yang diisolasi secara selektif untuk menguraikan sampah organik dengan cepat. Mikroorganisme yang terkandung dalam EM4 terdiri dari bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp*), *Actinomycetes*



Gambar 5.1 Penyiraman bahan bokashi dengan larutan EM4 yang dicampur dengan air dan gula

EM4 (Gambar 5.2) dijual dipasaran dalam bentuk cairan yang telah dikemas dalam berbagai ukuran. Untuk membuat dekomposer bokashi, kita cukup mengencerkan cairan EM4 dan mencampurkannya dengan bahan baku bokashi. Untuk membelinya, kita juga bisa membuat cairan mikroorganisme efektif (EM) sendiri. Berikut langkah-langkah untuk membuat cairan EM4:

Bahan-bahan berikut: pepaya dan kulitnya 0,5 kg, pisang dan kulitnya 0,5 kg, nenas dan kulitnya 0,5 kg, kacang panjang segar 0,25 kg, sayuran hijau (kangkung/bayam) 0,25 kg, gula pasir 1kg dan ragi tape 5 butir.

- Campur pepaya, nenas, pisang, kacang panjang dan sayur-sayuran lainnya, lumatkan bahan-bahan tersebut dengan blender.
- Masukkan bahan-bahan yang telah dilumat ke dalam ember yang ada penutupnya. Lalu tambahkan 1 liter air, gula pasir dan ragi tape. Aduk perlahan hingga merata. Kemudian tutup ember dengan rapat, diamkan selama 7 hari.
- Setelah tujuh hari akan terbentuk cairan berwarna coklat kehitaman. Saring cairan tersebut, air hasil saringan merupakan larutan efektif mikroorganisme (EM) yang bisa dijadikan dekomposer pupuk bokashi. Simpan cairan dalam wadah/botol. Larutan ini bisa dipakai hingga 6 bulan, sedangkan ampasnya digunakan sebagai kompos.



EM4 PERTANIAN

Gambar 5.2 EM4 sebagai sumber mikroba dekomposer yang dijual di pasaran

a. Membuat pupuk bokashi skala pertanian (1 ton)

Pupuk bokashi bisa dibuat dari hijauan sisa panen, limbah peternakan. Waktu yang diperlukan untuk membuat bokashi skala besar dan skala kecil sama saja, yang membedakannya adalah volume bahan bakunya. Berikut tahapan membuat bokashi untuk penggunaan pertanian:

- Siapkan bahan-bahan berikut: 200 kg jerami atau hijauan, 600 kg kotoran ternak yang telah kering, 50 kg serbuk gergaji/dedak, 50 kg arang sekam, 100 kg humus

top koil, berasal dari tanah hutan lebih baik), 1 liter larutan dekomposer (EM4) dan 1 kg gula pasir atau gula merah. Pilih tempat fermentasi yang terlindung dari air hujan dan sinar matahari langsung. Buat lubang berbentuk persegi panjang di atas tanah tersebut dengan lebar 1 meter, panjang 1 meter dan dalam 30-50 cm, atau sesuaikan ukuran lubang dengan banyaknya bahan baku.

Salah jerami atau hijauan kecil-kecil, campuran bahan-bahan organik yang telah disiapkan, aduk hingga merata dengan cangkul atau sekop. Bila perlu (misalnya tanah Anda asam), tambahkan abu (Mg) dan kapur pertanian (Ca) untuk memperkaya kandungan hara pupuk bokashi yang dihasilkan.

Encerkan larutan EM4, ambil 1 liter larutan campurkan dengan 200 liter air bersih dan 1 kg gula pasir. Kemudian dituangkan pada campuran bahan baku sambil diaduk. Atur kelembaban hingga mencapai 30-40%. Untuk memperkirakan tingkat kelembaban, kepalkan campuran hingga bisa menggumpal tapi tidak sampai mengeluarkan air. Apabila kelembabannya kurang, tambahkan air secukupnya.

Tutup rapat lubang fermentasi dengan plastik atau terpal, diamkan hingga 7-14 hari. Perlu diingat, kontrol suhu fermentasi hingga maksimal 45°C. Apabila melebihi suhu tersebut, aduk dengan cangkul agar suhunya turun.

Setelah 14 hari, biasanya pupuk bokashi sudah terbentuk dan bisa diaplikasikan langsung ke tanaman.

Membuat pupuk bokashi skala rumah tangga

Pupuk bokashi bisa dibuat dalam skala rumah tangga dengan memanfaatkan limbah dapur atau sisa makanan. Bokashi dari hasil daur ulang sampah bisa digunakan untuk menyuburkan tanaman pekarangan. Penggunaannya sama dengan penggunaan pupuk organik yang dijual di pasaran. Berikut tahapan pembuatannya:

- Siapkan bahan-bahan berikut: sisa sayuran, buah-buahan, atau makanan (nasi, roti, dll), tulang ikan, tulang ayam, 5 kg dedak/serbuk gergaji, 5 kg arang sekam, 10 ml EM4 dan dua sendok gula pasir.

- Siapkan satu tong plastik ukuran 200 liter. Buat lubang bagian bawahnya untuk mengeluarkan cairan hasil pengomposan. Cairan ini berguna sebagai pupuk organik cair.
- Potong atau rajang material organik menjadi potongan kecil, campurkan dengan dedak/serbuk gergaji dan arang sekam.
- Encerkan 10 ml larutan EM4 dengan 1 liter air, tambahkan dua sendok gula pasir. Kemudian siramkan pada campuran bahan baku tadi.
- Tutup rapat tong plastik, apabila suhu melebihi 45°C abaikan bahan tersebut. Apabila warna dan teksturnya sudah seperti tanah, itu tandanya pupuk bokashi sudah terbentuk. Prosesnya berlangsung kira-kira 5-7 hari.

c. Membuat pupuk bokashi sederhana kotoran sapi dan jerami

1. Buat lubang diatas tanah dengan ukuran 1 x 0,5 m dengan kedalaman kurang lebih 30 cm. Lubang dibuat pada tempat yang terlindung dari sinar matahari langsung dan hujan. Ukuran lubang bisa disesuaikan dengan banyaknya atau volume bahan-bahan bokashi.
2. Larutkan 200 mL EM4 dengan 20 liter air bersih
3. Larutkan gula pasir kemudian campurkan dengan larutan EM4.
4. Cincang jerami dan dedaunan sampai halus (ukuran selendang 1-2 cm). Kemudian campurkan semua bahan dengan kotoran sapi dan diaduk sampai tercampur rata.
5. Siramkan larutan EM 4 dan gula pasir pada bahan bokashi sambil diaduk hingga tercampur rata.
6. Atur kelembaban hingga kira-kira mencapai 30 – 40%. Cara sederhanya dengan cara menggenggam campuran, jika menggumpal tidak pecah dan tidak mengeluarkan air berarti kelembaban sudah cukup. Jika pecah berarti kelembaban kurang.
7. Masukkan semua bahan kedalam lubang yang sudah disiapkan, kemudian ditutup rapat menggunakan plastik hitam atau terpal.

Agar suhu tidak terlalu panas, buka penutup dan aduk bahan bokashi setiap hari. Kemudian ditutup kembali. Setelah dua minggu sejak pembuatan, biasanya bokashi sudah jadi dan siap untuk digunakan.



Gambar 5.3 Bahan pembuatan bokashi jerami padi dan kotoran sapi

Manfaat pupuk bokashi bagi pertanian organik

- Mempercepat proses pembusukan material organik sebelum diberikan ke alam.
- Meningkatkan sifat fisika, kimia dan biologi tanah.
- Meningkatkan produktifitas tanaman.
- Menjaga kestabilan produksi tanaman.
- Meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi tanaman.
- Menggemburkan tanah dan meningkatkan aerasi tanah.

SOAL LATIHAN

1. Jelaskan apa saja factor-faktor yang mempengaruhi proses pengomposan.
2. Apakah ada perbedaan antara pupuk kompos dengan pupuk bokashi? Berikan penjelasan.
3. Bagaimana cara membuat pupuk bokashi untuk keperluan pertanian?
4. Jelaskan manfaat bokashi terhadap kegiatan pertanian organik.

PUSTAKA RUJUKAN

- Jumar. 2004. Metode Pembuatan Pupuk Organik dengan Bantuan Mikroba Dekomposer. Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan. Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru.
- Sutanto, R. 2002. Penerapan Pertanian Organik. Pemasyarakatan dan Pengembangannya. Penerbit Kanisius. Jakarta.
- Wididana, G.N. 1998. Peranan Effective Mikroorganisme-4 Dalam Meningkatkan Kesuburan dan Produktivitas Tanah. Indonesian Kyusei Nature Farming Societes. Jakarta
- Wididana, G.N dan Muntoyah. 1999. Teknologi Effective Mikroorganisme-4 Dimensi Baru dalam Bidang Pertanian Modern. Institut Pengembangan Sumberdaya Alam (ISPA). Jakarta.

BAB VI

PENGATURAN POLA TANAM DALAM PERTANIAN ORGANIK

Pola tanam adalah usaha penanaman pada sebidang lahan dengan mengatur susunan tata letak dan urutan tanaman selama periode waktu tertentu termasuk masa pengolahan tanah dan masa tidak ditanami selama periode tertentu.



Pola tanam di lahan pasang surut

Pola tanam di lahan pasang surut

6.1 Pola Tanam

Pola tanam merupakan suatu urutan tanam pada sebidang lahan dalam satu tahun, termasuk didalamnya masa pengolahan tanah. Pola tanam merupakan bagian atau sub sistem dari sistem budidaya tanaman, maka dari sistem budidaya tanaman ini dapat dikembangkan satu atau lebih sistem pola tanam. Pola tanam ini diterapkan dengan tujuan memanfaatkan sumber daya secara optimal dan untuk menghindari resiko kegagalan. Namun yang penting persyaratan tumbuh antara kedua tanaman atau lebih terhadap lahan hendaklah mendekati kesamaan. Pola tanam di daerah tropis, biasanya disusun selama satu tahun dengan memperhatikan curah hujan, terutama pada daerah atau lahan yang perairannya tergantung dari hujan. Maka pemilihan jenis/varietas

yang ditamanpun perlu disesuaikan dengan keadaan air tersedia ataupun curah hujan.

Pola tanam terbagi dua yaitu pola tanam monokultur dan pola tanam polikultur. Pertanian monokultur adalah pertanian dengan menanam tanaman sejenis. Misalnya sawah ditanami padi saja, jagung saja, atau kedelai saja. Tujuan menanam secara monokultur adalah meningkatkan hasil pertanian. Selanjutnya, pola tanam polikultur adalah pola pertanian dengan banyak jenis tanaman pada satu bidang lahan yang terusun dan terencana dan menerapkan aspek lingkungan yang lebih baik.

Pengetahuan mengenai pola tanam sangat perlu bagi petani. Mengapa demikian? Karena dari usaha tani yang dilakukan diharapkan dapat mendatangkan hasil yang maksimal. Tidak hanya hasil yang menjadi objek, bahkan keuntungan maksimum dapat didapat dengan tidak mengabaikan pengawetan tanah dan menjaga kestabilan kesuburan tanah.

6.2 Macam Jenis Pola Tanam

a. Monokultur

Pola tanam monokultur adalah pola tanam dengan menanam tanaman sejenis. Misalnya sawah ditanami padi atau jagung saja, atau kedelai saja. Tujuan menanam secara monokultur adalah meningkatkan hasil pertanian (meningkatkan produksi).

Penanaman monokultur menyebabkan terbentuknya lingkungan pertanian yang tidak mantap. Buktinya tanah pertanian harus diolah, dipupuk dan disemprot dengan bioinsektisida atau insektisida nabati. Jika tidak, tanaman pertanian mudah terserang hama dan penyakit. Jika tanaman pertanian terserang hama, maka dalam waktu cepat hama itu akan menyerang wilayah yang luas. Petani tidak dapat panen karena tanamannya terserang hama. Kelebihan sistem ini yaitu teknis budidayanya relatif mudah karena tanaman yang ditanam maupun yang dipelihara hanya satu jenis. Pada sisi lain, kelemahan sistem ini adalah tanaman relatif mudah terserang hama maupun penyakit.

Polikultur

Polikultur berasal dari kata poli yang artinya banyak dan kultur yang artinya budaya. Polikultur ialah pola pertanian dengan menanam banyak jenis tanaman pada satu bidang lahan yang terusun dan terencana dengan menerapkan aspek lingkungan yang lebih baik. Dengan pemilihan tanaman yang tepat, sistem ini dapat memberikan beberapa keuntungan, antara lain sebagai berikut :
1. Mengurangi serangan OPT (pemantauan populasi hama), karena tanaman yang satu dapat mengurangi serangan OPT lainnya. Misalnya bawang daun dapat mengusir hama aphids dan ulat pada tanaman kubis karena mengeluarkan bau allicin.
2. Menambah kesuburan tanah. Dengan menanam kacang-kacangan-kandungan unsur N dalam tanah bertambah karena adanya bakteri Rhizobium yang terdapat dalam bintil akar.
3. Mengurangi serangan hama yang mempunyai perakaran berbeda, misalnya tanaman berakar dangkal ditanam berdampingan dengan tanaman berakar dalam, tanah disekitarnya akan lebih gembur.
4. Tidak hidup hama atau penyakit dapat terputus, karena sistem polikultur dibarengi dengan rotasi tanaman yang dapat memutus siklus hidup organisme pengganggu tanaman (OPT).

Polikultur memperoleh hasil panen yang beragam. Penanaman lebih dari satu jenis tanaman akan menghasilkan panen yang beragam. Ini menguntungkan karena bila harga salah satu komoditas rendah, petani dapat ditutup oleh harga komoditas lainnya. Namun demikian, polikultur juga memiliki kekurangan. Kekurangan sistem polikultur adalah:

1. Menjadi persaingan unsur hara antar tanaman,
2. Organisme Pengganggu Tanaman banyak sehingga relative sulit dalam pengendaliannya.

Jenis-jenis Pertanaman Polikultur

Tumpang sari (*Intercropping*)

Tumpang sari adalah penanaman lebih dari satu tanaman pada waktu yang bersamaan atau selama periode tanam pada satu

tempat yang sama. Beberapa keuntungan dari sistem tumpang sari antara lain pemanfaatan lahan kosong disela-sela tanaman pokok, peningkatan produksi total persatuan luas karena lebih efisien dalam penggunaan cahaya, air serta unsur hara, disamping itu juga mengurangi resiko kegagalan panen dan menekan pertumbuhan gulma. Keuntungan tumpang sari yaitu:

- Mencegah dan mengurangi pengangguran musim
- Memperbaiki keseimbangan gizi masyarakat petani
- Adanya pengolahan tanah yang minimal
- Jika tanaman tumpang sari berhasil semua, masih dapat diperoleh nilai tambah
- Mengurangi erosi dan jika salah satu tanaman gagal panen masih dapat diperoleh tanaman pengganti yang satu lagi (Thahir, 1999).

Salah satu jenis tanaman yang dapat dijadikan sela pada tanaman jagung adalah tanaman kacang tanah. Tanaman jagung dan kedelai memungkinkan untuk ditumpang sari karena tanaman jagung menghendaki nitrogen tinggi, sementara kedelai dapat memfiksasi nitrogen dari udara bebas sehingga kekurangan nitrogen pada jagung terpenuhi oleh kelebihan nitrogen pada kedelai. Jagung dan kedelai yang ditanam secara tumpang sari akan terjadi kompetisi dalam memperebutkan unsur hara dan sinar matahari. Sehingga pengaturan sistem tanam dan pemberian pupuk sangat penting untuk mengurangi terjadinya kompetisi tersebut.

b. Tumpang gilir (*Multiple Cropping*).

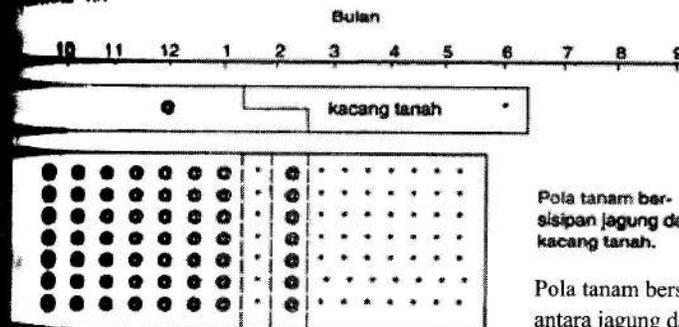
Tumpang gilir dilakukan secara beruntun sepanjang tahun dengan mempertimbangkan faktor-faktor lain untuk mendapatkan keuntungan maksimum. Faktor-faktor tersebut adalah:

- Pengolahan yang bisa dilakukan dengan menghemat tenaga kerja, biaya pengolahan tanah dapat ditekan, dan kerusakan tanah sebagai akibat terlalu sering diolah dapat dihindari
- Hasil panen secara beruntun dapat memperlancar pengumpulan modal dan meningkatkan produktivitas lahan
- Dapat mencegah serangan hama dan penyakit yang meluas

lahan yang selalu tertutup tanaman, sangat membantu mencegah terjadinya erosi. Komoditi tanaman yang diusahakan dapat dimanfaatkan sebagai pupuk hijau atau pupuk bokashi jika dilakukan dengan proses fermentasi.

Jagung muda, padi gogo, kedelai, kacang tanah, dll.

Gambar 4.3:



Pola tanam bersisipan jagung dan kacang tanah.

Pola tanam bersisipan antara jagung dan kacang tanah

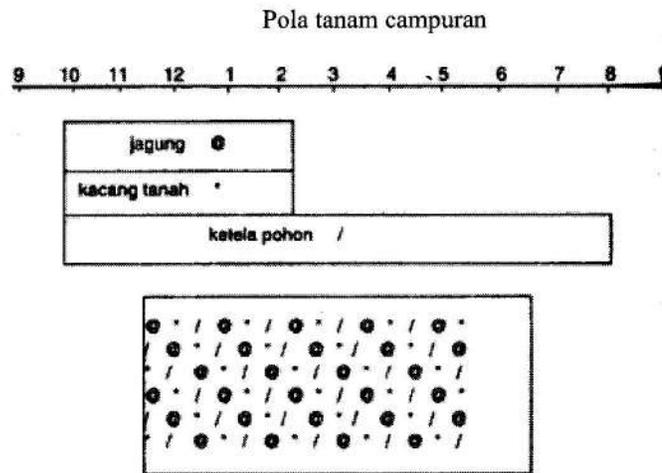
Tanaman Bersisipan (*Relay Cropping*)

Merupakan pola tanam dengan menyisipkan satu atau dua jenis tanaman selain tanaman pokok (dalam waktu tanam atau penanaman atau waktu tanam yang berbeda). Pada umumnya pola tanam ini dikembangkan untuk mengintensifikan lahan. Dengan demikian kemampuan lahan untuk menghasilkan sesuatu akan semakin tergali. Oleh karena itu pengelola dituntut untuk semakin jeli menentukan tanaman apa yang perlu disisipkan dan waktu dan nilai ekonomisnya dapat membantu dalam usaha meningkatkan pendapatan.

Tanaman Campuran (*Mixed Cropping*)

Merupakan penanaman terdiri beberapa tanaman dan ditanam tanpa diatur jarak tanam maupun larikannya, semua tanaman tumbuh campur judi satu. Lahan efisien, tetapi riskan terhadap ancaman hama dan penyakit.

Contoh: tanaman campuran seperti jagung, kedelai, ubi kayu.



e. Tanaman bergiliran (*Sequential Planting*)

Merupakan penanaman dua jenis tanaman atau lebih dilakukan secara bergiliran. Setelah tanaman yang satu kemudian baru ditanam tanaman berikutnya pada sebidang tersebut.

Berikut digambarkan perbedaan antara tumpang sari monokultur, sehingga dapat memberikan wawasan pengel (Tabel 7.1)

Tabel 6.1 Perbedaan tumpang sari dan monokultur

Tumpang Sari	Monokultur
Akan terjadi peningkatan efisiensi (tenaga kerja, pemanfaatan lahan maupun penyerapan sinar matahari)	Tidak terjadi peningkatan efisiensi
Populasi tanaman (berbeda) dapat di atur sesuai yang dikehendaki	Tidak dapat mengatur populasi karena hanya satu jenis tanaman
Dalam satu areal diproduksi lebih dari satu komoditas	Hanya memproduksi satu komoditas

tidak ada peluang bagi manakala satu jenis tanaman diusahakan	komonitas
tidak ada peluang bagi manakala satu jenis tanaman diusahakan	Tidak ada peluang bila satu jenis tanaman yang diusahakan gagal (rusak)
tidak ada peluang bagi manakala satu jenis tanaman diusahakan	Tidak ada kombinasi tanaman sehingga tidak ada stabilitas biologis sehingga tidak dapat menekan serangan hama dan penyakit serta mempertahankan kelestarian sumber daya lahan dalam hal ini berkaitan dengan kesuburan tanah.

Prat-syarat Tumpang Sari

Setiap tanaman yang dibudidayakan harus sama agar pola pertumbuhan dan bahan makanan yang diperlukan sama dan tidak saling menghambat pertumbuhan

Jenis tanaman yang dipanen setidaknya harus sama agar hama dan penyakit yang menyerang tidak focus pada satu jenis tanaman saja. Waktu tumbuh tanaman harus diperhatikan agar tidak saling membutuhkan nutrisi.

Sistem perakaran harus berbeda, jika sistem perakaran sama maka tanaman tersebut akan memperebutkan unsur hara yang terdapat dalam tanah yang dapat mengakibatkan penghambatan tubuh tanaman.

Sebagai gambaran berikut dicontohkan tentang pengaruh jarak tanam antar barisan pada sistem tumpangsari beberapa jenis tanaman jagung manis dengan kacang merah terhadap pertumbuhan tanaman yang dilakukan oleh Marliah *et al.* (2010). Hasil penelitian tersebut menyimpulkan bahwa: (1) Jarak tanam antar barisan jagung manis dalam sistem tumpangsari berpengaruh sangat signifikan terhadap tinggi tanaman jagung manis umur 30 dan 45 HST, diameter pangkal batang umur 15, 30 dan 45 HST, panjang tongkol jagung manis dan berat tongkol berkelobot. Pertumbuhan dan hasil terbaik diperoleh pada penggunaan jarak tanam 100 cm x 30 cm; (2) Jarak

tanam antar barisan jagung manis dalam sistem tumpangsari berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman kacang merah umur 15 HST, jumlah cabang produktif dan berat 100 butir kacang merah. Hasil cenderung lebih baik diperoleh dengan penggunaan jarak tanam 80 cm x 30 cm; (3) Varietas jagung manis pada sistem tumpangsari berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman jagung umur 15, 30, dan 45 HST, panjang tongkol berkelobot dan diameter tongkol. Hasil lebih baik diperoleh dengan varietas Super Bee; (4) Varietas jagung manis pada sistem tumpangsari berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman kacang merah umur 15 HST, Diameter pangkal batang umur 15 HST. Pertumbuhan cenderung lebih baik diperoleh pada varietas King Sweet F1 dan Super Bee; dan (5) Terdapat interaksi yang sangat nyata antara jarak tanam jagung manis dalam sistem tumpangsari dengan varietas yang digunakan pada parameter diameter tongkol berkelobot jagung manis.

6.5 Sistem Pertanaman Surjan

Sistem pertanaman surjan (atau sistem surjan saja) adalah salah satu sistem pertanaman campuran yang dicirikan oleh perbedaan tinggi permukaan bidang tanam pada suatu luasan lahan. Perbedaan ketinggian ini minimal 50 cm. Dalam bahasa Inggris sistem ini disamakan dengan *alternating bed system*. Bidang tanam ini dibuat memanjang sehingga dari atas akan tampak seperti garis-garis (strip) berselang-seling, karena masing-masing bidang tanam yang berbeda tingginya ditanami oleh komoditi tanaman yang berbeda. Dari bentuk garis-garis inilah nama "surjan" diciptakan karena mirip dengan pola strip pada pakaian tradisional berstrip lurik dari Yogya, surjan (Anonim, 2016).

Surjan mengandung pengertian meninggikan sebagian lahan dengan menggali atau mengeruk tanah di sekitarnya. Sebagian lahan lapisan atas dalam praktiknya diambil atau digali dan digunakan untuk meninggikan bidang tanah disampingnya secara memanjang sehingga terbentuk surjan. Bagian lahan yang ditinggikan disebut tembokan (*raise beds*), sedang wilayah yang digali atau diturunkan disebut tabukan atau ledokan (*sunkens beds*). Lahan bagian atas ditanami tanaman palawija (jagung, kedelai, kacang-kacangan, umbi-umbian), hortikultura, buah-buahan, dan juga tanaman

tanaman, sedang lahan bagian bawah (ledokan/tabukan) ditanami tanaman palawija (Gambar 7.1, 7.2, dan 7.3). Lebar tembokan sekitar 3-5 m, tinggi 0,5-0,6 m, sedangkan tabukan dibuat dengan lebar 15 m. Pada lahan dapat dibuat sekitar 6-10 tembokan dan 5-9 tabukan (Suwilawati & Dedi, 2012).

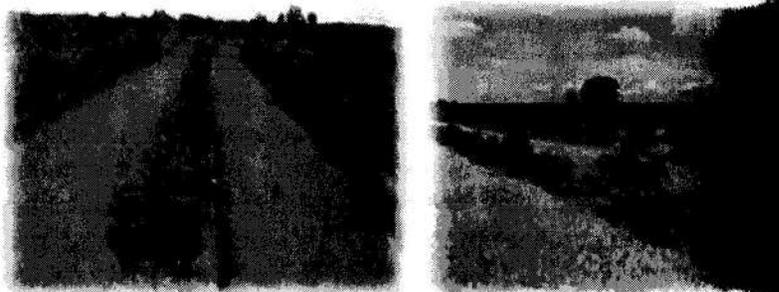
Keuntungan pokok dari sistem surjan di lahan pasang surut ini adalah untuk membagi risiko kegagalan usaha tani sehingga dapat mengurangi kerugian apabila tanaman padinya gagal. Selain itu sistem surjan dapat meningkatkan diversifikasi tanaman, menjaga agar tanah tidak menjadi asam, mengurangi bahaya kekeringan, mengurangi risiko akibat genangan, memperkecil resiko kegagalan, meningkatkan tenaga kerja agar lebih merata dan memanfaatkan tenaga keluarga lebih optimal. Hal yang paling penting sistem surjan dapat meningkatkan pendapatan petani karena *cropping* yang bertumbuh. Beberapa jenis tanaman yang banyak ditanam di lahan pasang surut dengan sistem surjan disajikan dalam tabel 6.2.

Pengambilan dan penyusunan lapisan tanah yang dibentuk dapat dibagi menjadi dua model, yaitu: (1) model tradisional dan (2) model inovatif dan kreatif. Pada model tradisional lapisan tanah dibuat dengan meletakkan bagian yang digali ke lapisan atas sehingga kemungkinan besar lapisan atas surjan terdiri dari lapisan bawah (*subsoil*). Pada model inovatif dan kreatif surjan disusun sesuai dengan urutan asal. Model tradisional berbahaya apabila lapisan bawah yang diletakkan sebagai lapisan atas surjan merupakan lapisan berkadar pirit tinggi. Berdasarkan cara pembuatannya, surjan dapat dibagi menjadi dua jenis pembuatan, yaitu: (1) dibuat sekaligus dan (2) dibuat secara bertahap.

Arah surjan disarankan memanjang timur-barat agar tanaman (padi) pada bagian tabukan mendapat penyinaran matahari cukup. Surjan setiap musim atau setiap tahun dilibur (disiram air) yang diambil dari sekitarnya untuk mempertahankan kelembapan dan produktivitasnya.

Sistem surjan adalah salah satu contoh usaha penataan lahan untuk melakukan diversifikasi tanaman di lahan rawa. Penelitian oleh Sugiarto (1993) menunjukkan bahwa penataan lahan dapat dilakukan dengan sistem surjan bertahap pada lahan sulfat masam atau gambut dengan cara surjan pada tipologi luapan B dan C. Pemanfaatan dan

produktivitas lahan sulfat masam dapat ditingkatkan dengan penataan lahan sistem surjan, sehingga dapat dilakukan penanaman komoditas lain selain padi, yaitu buah-buahan seperti jeruk, nenas, palawija, sayuran maupun tanaman keras lainnya, baik monokultur maupun tumpang sari.



Gambar 6.1. Sistem surjan dengan pola tanam jeruk-padi sawah lahan rawa pasang surut Kalimantan Selatan

Tabel 6.2 Beberapa jenis tanaman yang adaptif di lahan pasang surut

Janis Tanaman	Varietas	
Padi lokal	106 jenis padi varietas lokal	1,0-1,5
Padi Unggul	Margasari	2,0-2,5
	Kapuas	3,0-3,5
	Punggur	3,0-3,5
	Ciherang	3,0-3,5
	Batang Hari	3,0-3,5
	Banyu Asin	3,0-3,5
	Siak Raya	3,0-3,5
Jagung	Arjuna, Kalingga, Wiyasa, Bisma, Bayu, Antasena, C-3 & 5, Semar, Sukmaraga	4-6
Kedelai	Wilis, Rinjani, Lokon, Dempo, Galunggung, Merbabu, Petek, Kerinci, Tampomas, Sibayak, Tanggamus, Slamet, Lawit, Menyapa	1,5-2,0
Kacang tanah	Gajah, Pelanduk, Kelinci, Singa, Jerapah, Komodo, Mahesa	1,8-3,0
Kacang hijau	Betet, Walet, Gelatik	1,5-2,0
Tomat	Intan, Permata, Berlian, Mirah, AV-22, Ratna	10-15

	Tanjung-1 dan 2, Barito, Bengkulu, Tampar, Keriting, Rawit hijau dan putih	4-6
	Mustang, Kopek ungu, Ungu panjang No. 4000	30-40
	KK Cross, KY Cross, Grand 33	20-25
	Pontianak, KP-1, KP-2	15-20
	Horti-1, Horti-2, Proessor, Farmer Early, Green Leaf	6-8
	Saturnus, Mars, Pluto	35-40
merah	Ampenan, Bima,	4,8-6,4
	Asveg # 1, Sangihe, Talaud, Tosakan, Putih Jabung, Sawi hijau, Sawi huma	15-20
	New Grand Rapids	12-15
	Maestro, Giti hijau dan merah, Bangkok, Cimangkok, Kakap hijau	10-12
	LP-1, LP-2, Sutera	25-30
	Sugar Baby, New Dragon	15-25
	Petaling-I, Petaling-II, LDK	3,0
	Siam Banjar	12

Bulitra, Banjarbaru (2001)

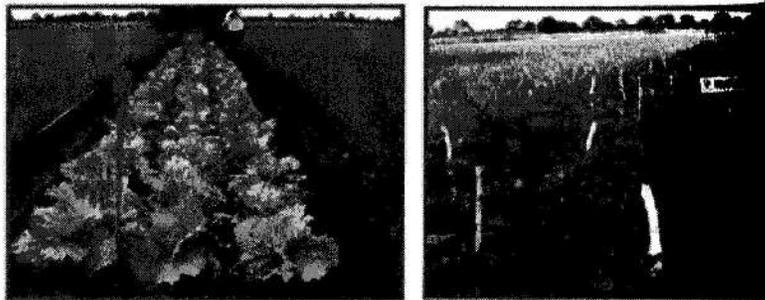
Penataan lahan perlu dilakukan untuk membuat lahan sesuai dengan kebutuhan tanaman yang akan ditanam. Pelaksanaan penataan lahan perlu memperhatikan perbedaan antara tipologi lahan, tipe luapan, dan pola pemanfaatannya. Arah penataan lahan pada reklamasi dan rehabilitasi lahan rawa pasang surut dapat dilihat pada Tabel 6.2 dan Tabel 6.3 memperlihatkan pola pemanfaatan lahan dalam berbagai tipologi lahan dan tipe luapan, seperti pada tipologi sulfat masam dengan tipe luapan A, maka penataan lahan yang baik untuk sawah, karena pirit akan lebih stabil tidak mengalami oksidasi dan tanaman padi dapat tumbuh dengan baik. Sistem surjan baik dilakukan pada tipe luapan B dan C, sedangkan tipe luapan D lebih baik untuk sistem pertanian lahan kering.

Tabel 6.3. Penataan dan pola pemanfaatan lahan berdasarkan tipologi lahan dan tipe luapan air di lahan pasang surut.

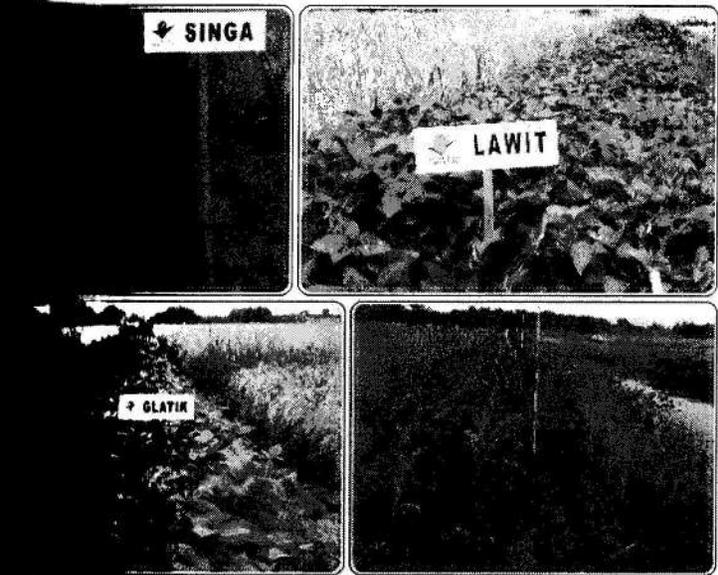
Tipologi	Pemanfaatan lahan pada tipe luapan			
	A	B	C	D
Aluvial bersulfida dangkal (SMP 1)	Sawah	Sawah	Sawah	-
Aluvial bersulfida dalam (SMP 2)	Sawah	Sawah (surjan)	Sawah (surjan)	Sawah (kebun)
Aluvial bersulfida sangat (SMP 3 / A)	-	Sawah (surjan)	Sawah (tegalan)	Tegalan (kebun)
Aluvial bersulfat 1 (SMA 1)	-	Sawah (surjan)	Sawah (surjan)	Sawah (kebun)
Aluvial bersulfat 2 (SMA 2)	-	Sawah (surjan)	Sawah (surjan)	Sawah (kebun)
Aluvial bersulfat 3 (SMA 3)	-	-	Sawah (kebun)	Tegalan (kebun)

Keterangan: SMP = Sulfat Masam Potensial
SMA = Sulfat Masam Aktual

Sumber: Widjaja-Adhi (1995)



Gambar 6.2. Beberapa jenis tanaman pada sistem surjan di lahan pasang surut



Gambar 6.3. Beberapa tanaman sayuran yang diusahakan pada lahan pasang surut

Intensifikasi Pekarangan

Pekarangan adalah sebidang tanah darat yang terletak di sekitar rumah tinggal dan jelas batas-batasnya, karena letaknya di sekitar rumah, maka pekarangan merupakan lahan yang paling intensif diusahakan oleh seluruh anggota keluarga dengan memanfaatkan waktu luang yang tersedia. Pemanfaatan pekarangan yang baik dapat mendatangkan berbagai manfaat antara lain:

- Sumber pangan, sandang dan papan penghuni rumah
- Sumber plasma nutfah dan ragam jenis biologi,
- Lingkungan hidup bagi berbagai jenis satwa,
- Pengendali iklim sekitar rumah dan tempat untuk kenyamanan,
- Penyerap karbondioksida dan penghasil oksigen,
- Tempat resapan air hujan dan air limbah keluarga ke dalam tanah,
- Melindungi tanah dari kerusakan erosi
- Tempat pendidikan bagi anggota keluarga (Gambar 6.4)



Gambar 6.4. Pemanfaatan pekarangan sebagai lahan budidaya tanaman secara organik

Pekarangan merupakan lahan di sekitar rumah, karena pemanfaatan pekarangan bukan hanya mempertimbangkan aspek produktivitas, tetapi juga perlu mempertimbangkan aspek keindahan. Sebagai contoh, penataan pekarangan dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Halaman depan: tanaman hias, pohon buah, tempat bermain anak, bangku taman, dan tempat menjemur hasil pertanian
2. Halaman samping: tempat jemur pakaian, pohon penedaya, kayu bakar, bedeng tanaman pangan, tanaman obat, kolam ikan, sumur, dan kamar mandi
3. Halaman belakang: bedeng tanaman sayuran, tanaman budidaya, kandang ternak, dan tanaman industri.

Komoditi yang diusahakan di pekarangan sebaiknya disesuaikan dengan kesesuaian komoditi dengan daerah yang bersangkutan, peluang pasar, dan nilai guna meliputi:

1. Tanaman pangan: umbi-umbian, kacang-kacangan, sayuran, buah-buahan, bumbu-bumbuan, obat.

2. Tanaman bernilai ekonomi tinggi: buah, sayuran, hias (bunga potong), tanaman pot, tanaman taman, dan anggrek).

3. Ternak, seperti ternak unggas hias, ternak petelur, ternak penghasil daging

4. Perikanan, seperti ikan hias, ikan produksi daging, dan pembenihan.

Budidaya tanaman di pekarangan sebaiknya dilakukan secara organik atau sesedikit mungkin menggunakan bahan kimia.

Salah satu upaya tersebut bahan pangan yang dihasilkan lebih sehat dan bergizi bagi keluarga dan masyarakat (konsumen, jika dijual).

Bahan organik berasal dari sisa tanaman, limbah ternak, limbah rumah tangga atau lumpur endapan kolam ikan.

Proses pengomposan dapat dipercepat dengan menggunakan mikrokomposer yang banyak dijual di pasaran (EM4, Bio-ARDEC, BIODEC, PRObiodex, dan lain-lain)

Salah satu contoh, budidaya secara organik dapat dilakukan dengan sistem tabulapot. Tabulapot adalah menanam tanaman pangan atau tanaman lainnya seperti bunga di dalam pot

(lihat Gambar 6.5). Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam sistem tabulapot adalah:

1. Media tanam harus mampu menopang tanaman, dapat menyediakan hara, air dan aerasi yang baik.

2. Pot yang kurang baik, akan menghasilkan tata udara yang kurang baik sehingga kurang menguntungkan untuk pertumbuhan dan perkembangan akar.

3. Pot yang kurang baik, akan menghasilkan tata udara yang kurang baik sehingga kurang menguntungkan untuk pertumbuhan dan perkembangan akar.

4. Pot yang kurang baik, akan menghasilkan tata udara yang kurang baik sehingga kurang menguntungkan untuk pertumbuhan dan perkembangan akar.



Gambar 6.5. Tanaman dalam pot (tabulapot) dengan sistem organik

SOAL LATIHAN

1. Apa yang disebut dengan pola tanam? berikan penjelasan.
2. Mengapa pola tanam harus diketahui sebelum melakukan pertanaman secara organik?
3. Apakah pertanian organik dapat dilakukan pada sistem surjan. Bagaimana mengatur pola tanaman ada sistem surjan.
4. Apakah budidaya dalam pot (tabolapot) dapat dilakukan secara organik? Apa hal yang perlu dilakukan agar tanaman dalam pot dapat tumbuh dan berkembang dengan baik?

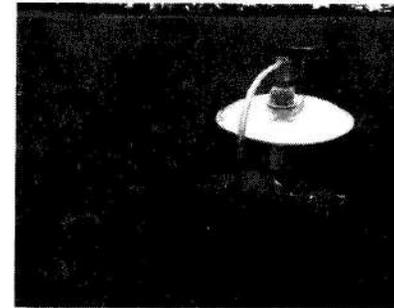
PUSTAKA RUJUKAN

- Ananim. 2017. Pengertian Pola Tanam Dan Macam Macam Jenis Pola Tanam. <http://www.mentari-dunia.com/2013/01/pengertian-pola-tanam-dan-macam-macam.html>. Diakses tanggal 15 Nopember 2017.
- Susilawati, A. dan Dedi Nursyamsi. 2012. Sistem Surjan, Kearifan Budaya Lokal pada Budidaya Jeruk Padi Sawah di Lahan Rawa. Balai Penelitian Lahan Rawa (Balitra). Banjarbaru.
- Anonim. 2016. Sistem Budi Daya Surjan. https://id.wikipedia.org/wiki/Sistem_budi_daya_surjan. Diakses tanggal 5 Oktober 2016.
- Anwar, S. 2012. Pola Tanam Tumpangsari. Agroekoteknologi. Litbang. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Marliah, Ainun, Jumini dan Jamilah. 2010. Pengaruh jarak tanam antar barisan pada sistem tumpangsari beberapa varietas jagung manis dengan kacang merah terhadap pertumbuhan dan hasil. *Agrista* 14(1): 30-38
- Susanto, R. 2002. Penerapan Pertanian Organik, Pemasarakatan dan Pengembangannya. Kanisius. Yogyakarta.
- Thahir, S. M. dan Hadmadi. 1999. Tumpang Gilir. Yasaguna. Jakarta.

BAB VII

TEKNOLOGI PENGENDALIAN HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN

Biopestisida adalah bahan yang berasal dari makhluk hidup (tanaman, hewan atau mikroorganisme) yang berkhasiat menghambat pertumbuhan dan perkembangan atau mematikan hama atau organisme penyebab penyakit



Teknologi pengendalian serangga hama



Teknologi pengendalian hama tikus

7.1. Pestisida Pertanian

Pestisida (Inggris: *Pesticide*) berasal dari kata pest yang berarti organisme pengganggu tanaman (hama) dan cide yang berarti mematikan atau racun. Jadi pestisida adalah racun yang digunakan untuk membunuh hama. Menurut USEPA (United States Environmental Protection Agency), pestisida merupakan zat atau campuran yang digunakan untuk mencegah, memusnahkan, menolak, atau memusuhi hama dalam bentuk hewan, tanaman dan mikroorganisme pengganggu (Soemirat, 2003 dalam Zulkanain, 2010). Berdasarkan SK Menteri Pertanian RI NO. 24/Permentan/SR.140/4/2011 tentang syarat dan tatacara pendaftaran pestisida menyatakan pestisida merupakan semua zat kimia dan bahan lain serta zat renik dan virus yang dipergunakan untuk:

1. Memberantas atau mencegah hama-hama dan penyakit yang merusak tanaman, bagian-bagian tanaman atau hasil-hasil pertanian;

2. Memberantas rerumputan;
3. Mematikan daun dan mencegah pertumbuhan yang tidak diinginkan;
4. Mengatur atau merangsang pertumbuhan tanaman atau bagian tanaman tidak termasuk pupuk;
5. Memeberantas atau mencegah hama-hama luar pada hewan piaraan dan ternak;
6. Memberantas atau mencegah hama-hama air;
7. Memberantas atau mencegah binatang-binatang dan jasad renik dalam rumah tangga, bangunan dan dalam alat-alat pengangkutan; dan/atau
8. Memberantas atau mencegah binatang-binatang yang dapat menyebabkan penyakit

Pada umumnya pestisida yang diperdagangkan merupakan bentuk murni dari pestisida tersebut melainkan terlebih dahulu oleh pabrik sebelum dapat digunakan atau secara luas. Pembuatan pestisida akan memproses senyawa murni dengan cara mencampurkan bahan pelenyawa, bahan pelarut, atau bahan pembasah tertentu. Proses ini disebut dengan formulasi. Suatu jenis pestisida dapat dibuat dalam beberapa bentuk formulasi yang berbeda, berupa beberapa jenis formulasi pestisida yang umum digunakan diperdagangkan (Sastroutomo, 1992):

1. Emulsi Pekat (*Emulsifiable Concentrate* atau EC)

Bahan ini merupakan formulasi cairan yang bahan aktifnya dapat larut dalam pelarut yang tidak larut dalam air seperti minyak. Oleh karena itu, jika formulasi ini dicampurkan dengan air akan membentuk emulsi pekat. Sehingga untuk mengurainya maka dicampurkan zat penahan emulsi. Selain ditambahkan zat penahan emulsi, pencampuran dosis yang sesuai dapat mempengaruhi terjadinya emulsi. Kestabilan emulsi sangat dipengaruhi oleh pH dan kondisi penyimpanan.

2. Serbuk Basah (*Wettable Powders* atau WP)

Serbuk basah merupakan formulasi pestisida yang bahan aktifnya dengan kandungan bahan aktif yang cukup tinggi. Untuk menggunakan formulasi ini dicampurkan dengan air, maka akan terbentuk

yang terpisah dimana bagian serbuknya akan berada di bagian atas. Untuk menghindari hal ini, formulasi dicampurkan dengan bahan pembasah (*wetting agent*), karena tanpa adanya bahan pembasah serbuk tidak akan dapat bercampur dengan air. Pada umumnya, formulasi serbuk basah mengandung 50-75% tanah liat atau bedak. Untuk menggunakan formulasi ini dapat cepat tenggelam ketika dicampur air. Untuk menghindari mengendap di bagian bawah tangki penyemprot. Apabila akan menggunakan formulasi ini harus diaduk terlebih dahulu.

3. Serbuk Larut Air (*Water Soluble Powders* atau WSP)

Bahan ini sama halnya dengan formulasi serbuk basah, formulasi ini merupakan formulasi kering. Perbedaannya adalah formulasi ini akan membentuk larutan jika dicampur dengan air. Formulasi ini mengandung 50% bahan aktif. Biasanya diperlukan bahan pembasah atau bahan perata jika digunakan untuk menyemprotkan pestisida pada tanaman yang mempunyai permukaan batang atau daun yang licin dan berbulu.

4. Emulsi

Terdapat jenis-jenis pestisida yang dapat terlarut dalam air dan larut dalam larutan minyak. Selain itu ada beberapa jenis pestisida yang tidak larut pada jenis-jenis pelarut organik yang sulit untuk diolah sehingga formulasinya mahal dan sulit diperdagangkan. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka bahan murninya harus dilarutkan terlebih dahulu dengan serbuk tertentu dan sedikit air kemudian terbentuk campuran pestisida dengan serbuk halus yang stabil. Campuran ini dapat bercampur dengan rata jika larutan serbuk tersebut dilarutkan ke dalam air sebelum disemprotkan. Komposisi inilah yang dikenal sebagai emulsi suspensi.

5. Debu (Dust)

Debu merupakan formulasi pestisida yang paling sederhana dan paling banyak dipakai, debu merupakan formulasi kering yang mengandung konsentrasi bahan aktif yang sangat rendah yaitu berkisar 1 - 10%. Untuk menggunakan debu murni dicampurkan dengan bahan liat kemudian dikawatirkan menjadi halus seperti debu. Formulasi ini biasanya digunakan dalam bentuk kering tanpa perlu dicampur dengan air

atau zat pelarut lainnya. Pestisida jenis ini sangat mudah untuk digunakan dikawasan yang sempit. Debu pestisida mudah melekat pada daun yang basah, oleh karena itu sering digunakan pada saat masih pagi.

6. Butiran (*Granules*)

Formulasi ini menyerupai debu tetapi dengan ukuran yang besar dan dapat digunakan langsung tanpa cairan atau dicampur dengan bahan pelarut. Bahan aktif dari formulasi ini pada mulanya berbentuk cair tetapi setelah dicampur dengan butiran, bahan aktifnya akan terserap atau melekat pada butiran. Jumlah bahan aktif yang terdapat pada formulasi ini biasanya berkisar antara 2 - 45%.

7. Aerosol

Penyemprotan nyamuk, penyemprotan wangi-wangian, penyemprot rambut dan lain sebagainya merupakan beberapa contoh aerosol yang sering kita gunakan. Insektisida semprot telah banyak dikembangkan sejak Perang Dunia II. Jenis insektisida tersebut hanya efektif terhadap serangga yang terbang atau merayap dengan pengaruh residu yang sangat rendah. Bahan aktifnya mudah larut dan menguap dengan ukuran butiran kurang dari 10 μ m sehingga mudah terhisap manusia pada saat bernafas, oleh karena itu pada waktu melakukan penyemprotan sebaiknya nafas ditahan.

8. Umpan

Umpan merupakan makanan atau bahan-bahan tertentu yang telah dicampur dengan racun. Bahan ini menjadi daya penarik jasad pengganggu sasaran. Umpan dapat digunakan di rumah, kantor, kebun ataupun sawah dan bisa digunakan pada tikus, lalat, burung ataupun siput. Pestisida dengan formulasi ini sangat mudah untuk digunakan karena kita hanya perlu meletakkannya di tempat-tempat tertentu yang strategis. Jumlah bahan aktif racun di dalam umpan sangat rendah sehingga tidak menimbulkan pengaruh apa-apa terhadap lingkungan.

9. Gas

Fumigan merupakan formulasi dalam bentuk gas atau cairan yang mudah menguap. Gas ini dapat menyerap dikulit. Fumigan sering digunakan untuk mengendalikan hama-hama gudang, hama-hama, dan jamur patogen yang berada di dalam tanah. Fumigan dapat memberikan pengaruh yang total terhadap segala jenis jasad pengganggu termasuk biji-biji gulma di dalam tanah. Gas-gas yang digunakan dalam fumigasi sangat beracun terhadap manusia.

Pestisida dapat dibedakan berdasarkan target sasarannya, cara kerja dan struktur kimia. Berdasarkan kegunaan dan asal katanya pestisida dapat diklasifikasikan antara lain seperti insektisida, fungisida, bakterisida, dan herbisida. Klasifikasi berdasarkan kegunaan dan asal katanya disajikan pada Tabel 7.1.

Tabel 7.1. Klasifikasi pestisida berdasarkan kegunaan dan asal katanya

No.	Klasifikasi Pestisida	Kegunaan (Manfaat)
1	Akarisida (Mitisida)	Akarisida atau yang sering kita kenal dengan mitisida berasal dari kata <i>akari</i> yang berarti kutu atau tungau, mengandung senyawa kimia beracun yang digunakan untuk membunuh kutu, tungau, atau laba-laba.
2	Algisida	Algisida berasal dari kata <i>alga</i> yang berarti ganggang, mengandung senyawa kimia beracun yang biasanya digunakan untuk membunuh ganggang.
3	Avisida	Avisida berasal dari kata <i>avis</i> yang berarti burung. Senyawa avisida biasanya digunakan untuk membunuh atau mengenyahkan burung.
4	Bakterisida	Bakterisida berasal dari kata <i>bacterium</i> yang berarti jasad renik. Bakterisida mengandung senyawa kimia beracun yang dapat digunakan untuk membunuh bakteri.
5	Fungisida	Fungisida berasal dari kata <i>fungus</i> yang berarti jamur yang mengandung senyawa kimia beracun dan bisa digunakan untuk membunuh atau mencegah jamur.
6	Herbisida	Herbisida berasal dari kata <i>herba</i> yang memiliki arti tumbuhan semusim. Herbisida mengandung senyawa kimia beracun yang dapat

		dimanfaatkan untuk membunuh tumbul pengganggu yang sering disebut dengan
7	Insektisida	Insektisida berasal dari kata <i>insectum</i> yang memiliki arti hewan berkuku. Insektisida merupakan suatu bahan yang mengandung senyawa kimia beracun yang dapat memusnahkan segala jenis serangga.
8	Larvasida	Larvasida berasal dari kata <i>lar</i> yang berarti topeng atau hantu. Larvasida merupakan senyawa kimia beracun yang biasanya digunakan untuk membunuh larva.
9	Moluskisida	Moluskisida berasal dari kata <i>molluscum</i> yang berarti tulang kerang lunak atau berkulit lunak. Moluskisida merupakan senyawa kimia yang dapat digunakan untuk membunuh bekicot, kerang atau hewan bertulang lunak lainnya.
10	Nematisida	Nematisida berasal dari kata <i>nematode</i> yang memiliki arti benang. Nematisida merupakan racun yang dapat digunakan untuk mengendalikan hewan dengan jenis nematoda seperti cacing.
11	Ovisida	Ovisida berasal dari kata <i>ovum</i> yang berarti telur. Ovisida merupakan racun yang digunakan untuk membunuh telur.
12	Piscisida	Piscisida berasal dari kata <i>piscis</i> yang berarti ikan. Piscisida merupakan bahan kimia beracun yang digunakan untuk mengendalikan ikan mujair yang biasanya menjadi hama di dalam tambak atau kolam.
13	Predisida	Predisida berasal dari kata <i>praeda</i> yang berarti predator. Predisida sendiri merupakan senyawa kimia beracun yang biasanya digunakan untuk membunuh hewan predator atau pemangsa seperti ular.
14	Rodentisida	Rodentisida berasal dari kata <i>rodent</i> yang berarti hewan pengerat. Rodentisida merupakan senyawa kimia yang dapat digunakan untuk memusnahkan hewan-hewan pengerat seperti tikus.
15	Silvisida	Silvisida berasal dari kata <i>silva</i> yang berarti hutan. Silvisida adalah bahan racun kimia yang biasanya digunakan untuk membunuh pemangsa liar yang terdapat di hutan.
16	Termitisida	Termitisida berasal dari kata <i>termes</i> yang memiliki arti acing perusak kayu. Termitisida merupakan senyawa kimia berbahaya yang

		biasanya digunakan untuk membunuh rayap.
	Antraktans	Antraktans merupakan suatu senyawa kimia yang dapat digunakan untuk memikat serangga.
	Khemosterilan	Khemosterilan merupakan senyawa kimia yang digunakan untuk membuat serangga, burung atau hewan pengerat lainnya menjadi mandul.
	Defolian	Defolian adalah senyawa kimia yang digunakan sebagai peluruh daun.
	Desikan	Desikan adalah senyawa kimia yang dapat digunakan untuk mempercepat pengeringan pada tumbuhan.
	Feromon	Sama halnya seperti atraktans, feromon juga merupakan senyawa yang dapat digunakan untuk memikat serangga atau hewan vertebrata.
	Repelan	Repelan merupakan senyawa kimia yang digunakan untuk mengenyahkan serangga, kutu, tungau, anjing dan lainnya.

Pestisida merupakan senyawa kimia yang memiliki sifat beracun (heracun). Karena memiliki sifat yang beracun, maka penggunaan pestisida selalu mengandung resiko baik bagi pengguna maupun bagi lingkungan. Beberapa risiko penggunaan pestisida yang banyak dalam bidang pertanian adalah sebagai berikut:

Risiko bagi Keselamatan Pengguna

Risiko bagi keselamatan pengguna merupakan kontaminasi pestisida secara langsung, yang dapat menyebabkan keracunan. Keracunan sendiri dapat dibedakan menjadi 3 yaitu keracunan akut, keracunan akut berat dan keracunan kronis. Keracunan yang ringan dapat menimbulkan gejala seperti sakit kepala, mual, muntah dan lainnya. Beberapa pestisida dapat menimbulkan iritasi pada kulit bahkan dapat menyebabkan kebutaan. Keracunan pestisida akut berat dapat menyebabkan penderita tidak sadarkan diri, kejang-kejang, bahkan sampai meninggal dunia. Keracunan pestisida kronis lebih sulit untuk dideteksi karena orang yang mengalaminya cenderung tidak sadar, namun dalam jangka waktu cukup panjang dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Beberapa gangguan kesehatan yang sering dihubungkan dengan penggunaan pestisida diantaranya iritasi mata dan kulit, kanker, gangguan pada bayi, serta gangguan saraf, hati, ginjal dan pernafasan.

2. Risiko bagi Konsumen

Risiko yang dialami oleh konsumen cenderung dikawatirkan oleh keracunan residu (sisa-sisa) pestisida yang terdapat pada produk pertanian. Risiko bagi konsumen dapat berupa keracunan langsung karena mengkonsumsi produk pertanian yang terkontaminasi pestisida atau lewat rantai makanan. Konsumen cenderung mengalami keracunan kronik, karena dampak dari keracunan dapat langsung dirasakan namun dalam jangka waktu yang lama dapat menimbulkan gangguan kesehatan.

3. Risiko bagi Lingkungan

Risiko penggunaan pestisida di lingkungan dapat digolongkan menjadi dua kelompok sebagai berikut:

a. Bagi lingkungan umum, gangguan pestisida dapat menyebabkan beberapa hal sebagai berikut:

- Terbunuhnya organisme non-target akibat terpapar pestisida secara langsung.
- Terbunuhnya organisme non-target dikarenakan merasuki rantai makanan.
- Terjadinya pencemaran lingkungan seperti air, udara, dan tanah.
- Menumpuknya pestisida dalam jaringan tubuh organisme melalui rantai makanan (bioakumulasi).
- Menimbulkan efek negatif terhadap manusia secara langsung melalui rantai makanan.

b. Bagi lingkungan pertanian, penggunaan pestisida dapat menimbulkan beberapa hal sebagai berikut:

- Menurunnya kepekaan hama, penyebab penyakit, dan predator terhadap pestisida tertentu yang berpuncak pada kekebalan (resistensi) hama, penyakit dan gulma terhadap pestisida.
- Dapat terjadinya resurgensi hama, yaitu fenomena meningkatnya serangan hama tertentu sesudah diberikan perlakuan insektisida.
- Timbulnya hama yang biasanya tidak penting atau timbul ledakan hama sekunder.
- Terbunuhnya musuh alami hama.
- Perubahan flora, misalnya penggunaan herbisida secara terus menerus untuk mengendalikan gulma daun lebar akan merangsang perkembangan gulma daun sempit.

Dapat meracuni tanaman apabila salah menggunakannya.

Dampak Bagi Sosial Ekonomi

Penggunaan pestisida juga bisa mempengaruhi sosial ekonomi, di antaranya:

Penggunaan pestisida yang tidak terkendali dapat menyebabkan biaya produksi menjadi lebih tinggi

Timbulnya hambatan perdagangan akibat residu pestisida pada bahan makanan ekspor lebih tinggi

Timbulnya biaya sosial yaitu biaya pengobatan dan hilangnya hari kerja yang diakibatkan oleh keracunan pestisida.

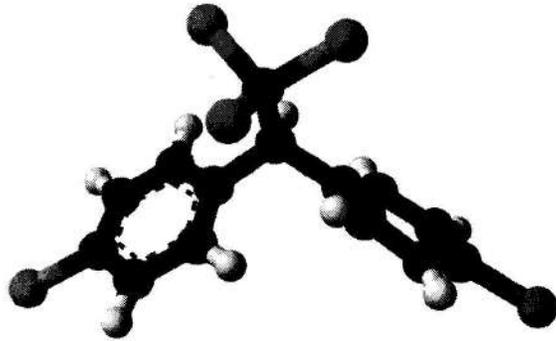
Karena pestisida sintesis banyak menimbulkan efek negatif terhadap manusia (petani sebagai pengguna dan konsumen produk yang mengandung pestisida), hewan bukan sasaran, dan lingkungan, maka penggunaan pestisida sintesis ini dilarang digunakan atau diaplikasikan pada tanaman yang dibudidayakan secara organik (pertanian organik).

Pengendalian Hama dan Penyakit Terpadu

Konsep penanggulangan terpadu mengemuka setelah munculnya buku yang berjudul *The Silent Spring* pada tahun 1962, karangan Rachel Carson. Buku ini menceritakan tentang DDT (*Dichloro Diphenyl Trichloroethane*) dan efeknya terhadap kehidupan makhluk hidup. Rachel mengisahkan senyapnya musim semi yang diruuh oleh kicauan burung lantaran mereka mati akibat pemakaian DDT yang sebenarnya ditujukan untuk memberantas hama.

Suatu itu DDT dianggap zat ajaib yang mampu memberantas hama werangga, mulai dari kecoa dan nyamuk di rumah tangga, kutu dan tungau di ladang gandum. Pada waktu itu, DDT dianggap sebagai alternatif murah dan aman sebagai jenis alternatif bila dibandingkan dengan senyawa insektisida lainnya yang berbasis arsenik dan raksa. Sayangnya, tidak seorangpun yang menyadari kerusakan lingkungan yang meluas akibat pemakaian DDT. Pemakaian DDT semakin meningkat tanpa memperhatikan keseimbangan hayati. Meskipun akhirnya pemakaian DDT tidak lagi dikukuhkan, namun DDT dikukuhkan. Buku *The Silent Spring* menumbuhkan

kesadaran tentang pentingnya pengendalian hama dan penyakit tanaman dengan memperhatikan faktor lingkungan.



Gambar 7.1 Struktur kimia DDT, insektisida dekade 1960-an yang terbukti mencemari rantai makanan (Sumber: <https://id.wikipedia.org/wiki/DDT>)

Pengendalian Hama Terpadu (PHT) adalah suatu konsep atau cara berpikir dalam upaya pengendalian populasi atau tingkat serangan hama dengan menerapkan berbagai teknik pengendalian yang dipadukan dalam satu kesatuan untuk mencegah kerusakan tanaman dan timbulnya kerugian secara ekonomis serta mencegah kerusakan lingkungan dan ekosistem. Dengan kata lain, pengendalian hama terpadu adalah pengendalian hama dan penyakit tanaman dengan pendekatan ekologi yang bersifat multi-disiplin untuk mengelola populasi hama dan penyakit dengan menerapkan berbagai teknik pengendalian yang kompatibel.

Konsep pengendalian hama terpadu (PHT) diperlukan untuk menjamin proses pembangunan pertanian dengan mengedepankan kelestarian lingkungan dan menjamin kesehatan manusia. Sistem pengendalian hama terpadu (PHT) merupakan suatu teknologi pertanian yang lebih bersahabat dengan alam, memantapkan taraf produksi yang telah dicapai dan meningkatkan efisiensi input. Konsep PHT adalah suatu sistem pengendalian hama dan penyakit tanaman yang menggunakan pendekatan ekologi, oleh karena itu diperlukan pemahaman tentang biologi dan ekologi hama dan penyakit.

7.3 Prinsip Dasar Sistem Pengendalian Hama Terpadu (PHT)

Sistem pengendalian hama terpadu (PHT) memiliki 4 prinsip dasar yang mencerminkan konsep pengendalian hama dan penyakit yang berwawasan lingkungan serta mendorong penerapan PHT secara nasional untuk pembangunan pertanian yang berkelanjutan. Empat prinsip dasar dalam penerapan PHT tersebut adalah sebagai berikut:

1) Budidaya Tanaman Sehat

Tanaman yang sehat memiliki daya tahan yang baik terhadap serangan hama dan penyakit. Tanaman sehat juga memiliki kemampuan lebih cepat dalam mengatasi dan memulihkan dirinya sendiri dari kerusakan akibat serangan hama dan penyakit tersebut. Untuk memperoleh tanaman yang sehat perlu memperhatikan varietas yang akan dibudidayakan, penyemaian dengan cara yang benar, serta pemeliharaan tanaman yang tepat.

2) Memanfaatkan Musuh Alami

Musuh alami atau agens hayati terbukti mampu menekan populasi hama dan menurunkan resiko kerusakan tanaman akibat serangan hama dan penyakit. Pengendalian hama dan penyakit dengan memanfaatkan musuh alami yang potensial merupakan tolok ukur dalam sistem PHT. Pemanfaatan musuh alami di dalam agroekosistem diharapkan mampu menjaga keseimbangan antara populasi hama dan populasi musuhnya. Dengan demikian tidak akan terjadi peledakan populasi hama yang melampaui ambang toleransi tanaman.

3) Pengamatan dan Pemantauan Rutin

Dalam sistem pengendalian hama terpadu (PHT), pengamatan dan pemantauan perkembangan populasi hama merupakan bagian terpenting yang harus dilakukan oleh setiap petani. Pengamatan dan pemantauan harus dilakukan secara rutin dan berkala, sehingga perkembangan populasi hama, kondisi tanaman serta perkembangan populasi musuhnya dapat diketahui. Hasil pemantauan dan pengamatan digunakan sebagai dasar tindakan pengendalian yang akan dilakukan.

4) Petani Sebagai Ahli PHT

Sistem pengendalian hama terpadu (PHT) sebaiknya dikembangkan oleh petani sendiri, karena penerapan PHT harus disesuaikan dengan keadaan ekosistem setempat. Setiap wilayah

atau daerah memiliki ekosistem yang berbeda-beda, sehingga suatu sistem PHT yang dikembangkan pada wilayah tertentu belum tentu cocok jika diterapkan pada wilayah lainnya (Gambar 7.2). Agar setiap petani mampu menerapkan PHT diwilayahnya masing-masing, maka setiap petani harus proaktif untuk mempelajari konsep PHT. Dalam hal ini peran aktif instansi seperti Dinas Pertanian dan Penyuluh Pertanian (PPL) terkait dalam memasyarakatkan PHT sangat diperlukan.



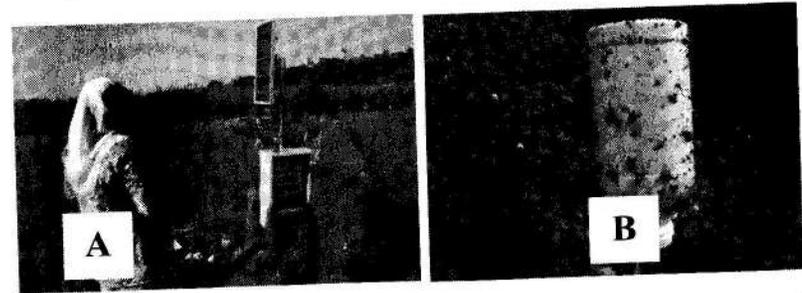
Gambar 7.2 Kegiatan Sekolah Lapang PHT (SLPHT) di Kelompok Tani "Bina Tani" Kecamatan Lenteng, Kabupaten Sumenep Madura

7.4 Ciri-ciri Sistem Pengendalian Hama terpadu (PHT)

Pengendalian hama terpadu merupakan sistem pengendalian hama dan penyakit yang berwawasan lingkungan untuk pembangunan pertanian yang berkelanjutan. Oleh karena itu suatu konsep pengendalian hama dapat dikatakan sebagai sistem PHT jika mencerminkan konsep pengendalian hama dan penyakit yang ramah lingkungan, dengan ciri-ciri sebagai berikut:

- Penerapan sistem pengendalian hama terpadu (PHT) dilakukan secara sistematis, terpadu dan terkoordinasi dengan baik
- Sasarannya adalah produksi dan ekonomi tercapai tanpa merusak lingkungan hidup dan aman bagi kesehatan manusia
- Mempertahankan produksi dan mengedepankan kualitas produk pertanian
- Mempertahankan populasi hama atau tingkat serangan hama dibawah AE/AK/AT
- Mengurangi dan membatasi penggunaan pestisida kimia

- Penggunaan pestisida kimia merupakan alternatif terakhir apabila teknik pengendalian yang ramah lingkungan tidak mampu mengatasi.



Gambar 7.3 Pengendalian hama tanaman ramah lingkungan. (A) pengendalian menggunakan lampu perangkap, (B) pengendalian hama dengan perangkap kuning (*yellow traps*).

7.5 Komponen Penting Pengendalian Hama Terpadu (PHT)

Komponen penting pengendalian hama terpadu antara lain pengendalian secara fisik, pengendalian secara mekanik, dan pengendalian secara kultur teknis. Tujuh (7) komponen dalam penerapan pengendalian hama terpadu (PHT), yakni:

1. Pengendalian Secara Fisik

Pengendalian hama secara fisik merupakan upaya atau usaha dalam memanfaatkan atau mengubah faktor lingkungan fisik sehingga dapat menurunkan populasi hama dan penyakit. Tindakan pengendalian hama secara fisik dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu: pemanasan, pembakaran, pendinginan, pembasahan, pengeringan, lampu perangkap, radiasi sinar infra merah, gelombang suara dan penghalang/pagar/barier.

2. Pengendalian Secara Mekanik

Pengendalian hama dan penyakit secara mekanik yaitu pengendalian yang dilakukan secara manual oleh manusia. Pengendalian secara mekanik dapat dilakukan dengan cara yang sederhana, membutuhkan tenaga kerja yang banyak dan waktu yang lama, efektifitas dan efisiensinya rendah, tetapi tidak berpengaruh negatif terhadap lingkungan. Beberapa contoh tindakan secara mekanik dalam pengendalian hama antara lain sebagai berikut:

- a) Pengumpulan hama dan telurnya menggunakan tangan,
- b) Rogesan, yaitu pemotongan pucuk tebu yang terserang penggerak pucuk tebu (*Schirpophaga nivella*),
- c) Memangkas cabang, ranting atau bagian tanaman lainnya yang terserang hama atau penyakit
- d) Rampasan, yaitu pengumpulan seluruh buah ketika terjadi serangan berat penggerak buah kopi (*Stephanoderes hampei*),
- e) Gropyokan, yaitu perburuan hama tikus disuatu daerah yang luas secara serentak,
- f) Pemasangan perangkap hama,
- g) Pembungkusan buah

3. Pengendalian Kultur Teknik

Pengendalian hama dan penyakit secara kultur teknik yaitu pengendalian hama dan penyakit melalui sistem atau cara dalam bercocok tanam. Beberapa tindakan dalam cara bercocok tanam yang dapat mengurangi atau menekan populasi dan serangan hama antara lain sebagai berikut:

- a) Mengurangi kesesuaian ekosistem hama dengan melakukan sanitasi, modifikasi inang, pengelolaan air, dan pengolahan lahan
- b) Mengganggu kontinuitas penyediaan keperluan hidup hama, yaitu dilakukan dengan cara pergiliran tanaman, pemberoan dan penanaman serempak pada suatu ilayah yang luas
- c) Pengalihan populasi hama menjauhi pertanaman, misalnya dengan menanam tanaman perangkap
- d) Pengurangan dampak kerusakan oleh hama dengan cara mengubah toleransi inang, misalnya dengan menanam varietas yang tahan.

4. Pengendalian dengan Varietas Tahan

Cara ini dilakukan dengan mengurangi atau menekan populasi hama, serangan dan tingkat kerusakan tanaman dengan menanam varietas yang tahan hama ataupun penyakit. Teknik ini sudah sejak lama diterapkan oleh petani. Keuntungan teknik ini adalah tidak membutuhkan biaya yang mahal, efektif dan aman bagi lingkungan. Akan tetapi pengendalian dengan varietas tahan juga memiliki kelemahan dan kekurangan, yaitu harga benih/bibit yang

mahal. Jika ditanam dalam jangka waktu yang panjang, sifat ketahanannya dapat patah.

5) Pengendalian Secara Hayati

Pengendalian secara hayati adalah pengendalian hama atau penyakit dengan memanfaatkan agens hayati (musuh alami) yaitu predator, parasitoid, maupun patogen hama. Contohnya adalah sebagai berikut:

- *Predator* (binatang yang ukuran tubuhnya lebih besar sebagai pemangsa yang memakan binatang yang lebih kecil sebagai mangsa). Contohnya memanfaatkan ular sebagai predator hama tikus atau kumbang Coccinelid sebagai pemangsa kutu daun.
- *Parasitoid* (binatang yang hidup diatas atau didalam tubuh binatang lain yang lebih besar yang merupakan inangnya. Contoh *Trichoderma* sp, sebagai parasit telur penggerak batang padi.
- Patogen hama (mikroorganisme penyebab penyakit organisme hama), organisme tersebut meliputi nematoda, protozoa, rikettsia, bakteri atau virus. Contoh *Paecilomyces* sp. jamur patogen telur nematoda puru akar.

6) Pengendalian dengan Peraturan / Regulasi / Karantina

Pengendalian dengan peraturan perundangan yaitu pencegahan penyebaran/perpindahan dan penularan organisme pengganggu tanaman melalui kebijakan perundangan yang ditetapkan oleh pemerintah. Dasar hukum pencegahan dengan peraturan adalah sebagai berikut:

1. UU No. 16 Th 1992: Karantina Hewan, Ikan dan Tumbuhan
2. PP No. 6 Th 1995: Perlindungan Tanaman
3. PP No. 14 Th 2000: Karantina Tumbuhan

Contoh pengendalian hama dengan peraturan adalah pelarangan pengiriman benih kentang dari Batu, Malang ke daerah lain yang belum terserang Nematoda Sista Kentang (*Globodera rostochiensis*).

7) Pengendalian Secara Kimiawi

Pengendalian hama dan penyakit tanaman secara kimiawi menggunakan pestisida sintetis kimia adalah alternatif terakhir apabila cara-cara pengendalian yang lain tidak mampu mengatasi

peningkatan populasi hama yang telah melampaui ambang kendali. Tujuan penggunaan pestisida merupakan koreksi untuk menurunkan populasi hama atau penyakit sampai pada batas keseimbangan. Penggunaan pestisida juga harus tepat sasaran, tepat dosis dan tepat waktu. Namun demikian, dalam pertanian organik pengendalian hama dan penyakit tanaman secara kimiawi ini tidak diperbolehkan (atau dilarang keras). Dengan demikian, pengendalian yang harus dilakukan adalah dengan pestisida nabati, pestisida hayati atau biopestisida (pestisida berbahan mikroorganisme antagonis yang bermanfaat).

7.6 Biopestisida dalam Pertanian Organik

Dalam pertanian modern, hama dan penyakit tanaman harus dikendalikan secara terpadu. Biopestisida merupakan salah satu komponen dalam pengelolaan hama dan penyakit. Biopestisida didefinisikan sebagai bahan yang berasal dari makhluk hidup (tanaman, hewan atau mikroorganisme) yang berkhasiat menghambat pertumbuhan dan perkembangan atau mematikan hama atau organisme penyebab penyakit.

Schumann & D'Arcy (2012) mendefinisikan biopestisida sebagai senyawa organik dan mikrobial antagonis yang menghambat atau membunuh hama dan penyakit tanaman. Biopestisida memiliki senyawa organik yang mudah terdegradasi di alam. Penggunaan biopestisida kurang disukai petani karena efektivitasnya relatif tidak secepat pestisida kimia. Biopestisida cocok untuk pencegahan sebelum terjadi serangan hama dan penyakit (preventif bukan kuratif) pada tanaman (Gambr 7.4).



Gambar 7.4 Penggunaan biopestisida untuk melindungi tanaman dari serangan hama dan penyakit.

Beberapa tanaman mengandung senyawa tertentu yang dapat dimanfaatkan sebagai antimikrobia, seperti cengkeh, mimba, lengkuas, bawang merah, dan lerak. Beberapa mikroba diketahui berperan antagonistik terhadap patogen seperti *Trichoderma* sp., *Pseudomonas fluorescens* (Gambar 7.5), dan *Bacillus* sp. Efektivitas dari masing-masing bahan nabati dan hayati sebagai biopestisida bergantung kepada jenis penyakit sasaran dan faktor lingkungan (Sumartini, 2016).



Gambar 7.5 Biopestisida berbahan aktif *Pseudomonas fluorescens*

Penelitian bahan nabati di Indonesia dipelopori oleh Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik di Bogor. Pada tahun 1992, para peneliti menemukan bahwa minyak cengkeh dapat menekan perkembangan patogen terbawa tanah, antara lain *Fusarium oxysporum*, dan *Rhizoctonia solani* (Tombe *et al.* 1992). Tepung dan minyak bunga cengkeh dapat menghambat pertumbuhan cendawan *Phytophthora capsici*, *P. palmivora*, *P. lignosus*, dan *Sclerotium rolfsii* (Manohara *et al.* 1993). Efektivitas biopestisida bervariasi, bergantung pada jenis dan dosis. Penggunaan biopestisida diharapkan mempunyai efektivitas lebih dari 50%.

Di India, dari 25 jenis tanaman yang berkhasiat sebagai anticendawan, delapan di antaranya efektif menekan pertumbuhan

cendawan *Aspergillus* spesies *A.candidus*, *A. columnaris*, *A. flavipes*, *A. flavus*, *A.fumigatus*, *A. niger*, *A. ochraceus*, *A. tamarii* . Delapan jenis tanaman tersebut adalah *Acacia mangium*, *Achras zapota*, *Datura stramonium*, *Embllica officinalis*, *Eucalyptus globules*, *Lawsonia inermis*, *Mimusops elengi*, *Peltandra carolinensis*, *Pterocarpum*, *Polyalthia longifolia*, *Prosopis juliflora*, *Punica granatum*, dan *Syggium cumini*. Dilaporkan pula bahwa *A. niger* sangat peka terhadap pelarut ekstrak. Di antara pelarut yang digunakan, metanol lebih efektif sebagai pelarut bahan nabati dibandingkan pada etanol, petrolium eter, benzene, dan kloroform (Satiyamoorthy 2007).

Biji tanaman lerak (Gambar 7.6) banyak digunakan sebagai bahan pencuci pakaian (pakaian baju batik), peralatan dapur, dan hewan peliharaan. Senyawa aktif ini juga berpotensi digunakan sebagai pestisida nabati. Kandungan bahan aktif lerak meliputi senyawa saponin, alkaloid, steroid, dan tripterin masing-masing 12%, 1%, 0,036%, dan 0,029% (Tommy 2009). Ekstrak biji lerak juga berfungsi sebagai surfaktan nabati dan perekat (Chandrasekhar 2012). Menurut Sumartini (2014a), campuran minyak cengkeh dan ekstrak biji mimba dengan perbandingan 60% dan 40% dapat menekan intensitas penyakit karat pada kedelai hingga 45%, meningkatkan isi menyangkit 37%, dan mencegah kehilangan hasil 12%. Campuran minyak cengkeh, ekstrak biji mimba, dan ekstrak lerak dengan perbandingan 50:30:20 hanya mampu menekan intensitas penyakit karat hingga 24% dan menekan kehilangan hasil hingga 12%. Menurut Sumartini (2014a), campuran minyak cengkeh dan ekstrak biji mimba dengan perbandingan 60% dan 40% dapat menekan intensitas penyakit karat pada kedelai hingga 45%, meningkatkan isi menyangkit 37%, dan mencegah kehilangan hasil 20%. Campuran minyak cengkeh, ekstrak biji mimba, dan lerak (10%) dengan perbandingan 50:30:20 hanya mampu menekan intensitas penyakit karat hingga 24% dan menekan kehilangan hasil hingga 12%.



Gambar 7.6 Pohon lerak dan buah lerak (*Sapindus rarak* Dc)
Sumber: <https://id.wikipedia.org/wiki/Lerak>

Ekstrak biji mimba selain digunakan untuk membunuh hama juga sering digunakan sebagai penghambat perkembangan penyakit tanaman, seperti pada sesame untuk menghambat perkembangan penyakit pascapanen yang disebabkan oleh cendawan *Monilia fructicola*, *Penicillium expansum*, *Phothesium roseum*, *Alternaria alternate* (Wang et al. 2010). Ekstrak biji mimba juga dapat menghambat perkembangan cendawan *Aspergillus flavus* penghasil aflatoksin (Krishnamurthy dan Shushikala 2006). Biji kacang tanah dapat terinfeksi oleh *Aspergillus niger* (Porter et al. 1984). Menurut Erturk (2006), *A. niger* merupakan cendawan terbawa benih, pertumbuhan dan perkembangannya dapat dihambat oleh ekstrak *Lauros nobilis*, *Plantus cariofillum*, *Juniperus oxycedrus*, dan *Coluten phorescens*. Daun padi dapat terinfeksi oleh cendawan *Alternaria Dellavella et al. 2011*). Pertumbuhan dan perkembangan cendawan tersebut dapat dihambat dengan ekstrak *Salvia clarea*, *Salvia officinalis*, dan *Rosmerin officinalis*. Pada Tabel 7.2 disajikan nama-nama tanaman, senyawa aktif, patogen atau hama target dan efektivitasnya sebagai pestisida nabati.

Tabel 7.2. Tanaman, bahan aktif, patogen target dan efektivitas penghambatannya terhadap hama dan patogen tanaman aneka kacang dan umbi.

Nama pestisida nabati	Senyawa aktif	Patogen	Tanaman	Penghambat an (%)
Cengkeh (<i>Syzygium aromaticum</i>)	Eugenol	<i>Phakopsora pachyrhizi</i>	Kedelai	60 (Sumartini 2010)
Mimba (<i>Azadirachta indica</i>)	Azadirachtin, salamin, miltiantriol	<i>Erysiphe polygoni</i>	Kacang hijau	70 (Sumartini 2011)
Lengkuas (<i>Alpinia galanga</i>)	Sineol, pipena, kamfor, metal sinamat	<i>Cercospora canescens</i>	Kacang hijau	60 (Sumartini 2012)
Bawang merah (<i>Allium cepa</i>)	Dialil disulfida, alil sistein, metal sistein	<i>Sphaceloma batatas</i>	Ubi jalar	80 (Sumartini 2014)
Biji mimba + biji srikaya (<i>Azadirachta indica</i> + <i>Annona indica</i>)		<i>Riptortus linearis</i>	Kedelai	40 (Wahyuni 2011)

Sumber: Sumartini (2016)

7.7 Efektivitas Biopestisida Hayati

Pengendalian penyakit dengan cendawan antagonis sudah lama diketahui. Elad *et al.* (1980) melaporkan bahwa *Trichoderma harzianum* efektif menekan pertumbuhan cendawan penyebab layu pada medium, rumah kaca, maupun lapangan (*Sclerotium rolfii* dan *Rhizoctonia solani*) pada buncis, tomat, dan kapas. Yanti *et al.* (2013) mendapatkan dua isolat bakteri rizobakteri dari perakaran kedelai (P12Rz2.1 dan P14Rz1.1) dan merupakan isolat terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil kedelai dengan efektivitas 20,62% dan 20,47%. Enam isolat bakteri endofit menunjukkan penghambatan pertumbuhan *Sclerotium* sp. in vitro. Dua isolat potensial LN1 (Gram positif) dan LN2 (Gram negatif) yang digunakan untuk uji lanjut menunjukkan kemampuan yang lebih besar dalam menurunkan rebah kecambah. Kedua isolat tersebut mampu menekan perkembangan serangan *Sclerotium* sp., dan meningkatkan tinggi, jumlah daun, dan bobot kering kecambah.

Hasil penelitian menunjukkan cendawan *B. bassiana* bersilia ovisidal karena toksik dan mampu menginfeksi telur kepik hijau, baik telur yang baru diletakkan maupun telur berumur enam hari. Akibat infeksi tersebut, telur yang tidak menetas mencapai 96%. Semakin muda umur telur kepik hijau, semakin rentan terhadap *B. bassiana*. Telur kepik hijau yang terinfeksi *B. bassiana* menjadi terlambat menetas selama tiga hari. Cendawan *B. bassiana* juga toksik terhadap semua stadia nimfa kepik hijau, terutama nimfa I dan II dengan mortalitas 69-96%. Nimfa III, IV, V dan imago kepik hijau lebih toleran terhadap *B. bassiana* dibandingkan dengan nimfa I dan II. Untuk menekan perkembangan populasi kepik hijau dianjurkan mengaplikasikan cendawan *B. bassiana* pada stadia telur atau nimfa stadia awal (Prayogo 2013).

Biopestisida hayati dan nabati ternyata mampu bersinergi. Hal ini dibuktikan oleh hasil penelitian Prayoga (2011), bahwa kombinasi insektisida nabati serbuk daun pacar cina (*Aglaia odorata*), serbuk biji srikaya (*Annona squamosa*), dan serbuk biji jarak (*Jatropha curcas*) dengan cendawan entomopatogen *Lecanicillium lecanii* meningkatkan efikasi pengendalian telur kepik cokelat dibandingkan dengan aplikasi secara tunggal. Insektisida serbuk biji srikaya (*Annona squamosa*) maupun serbuk biji jarak (*Jatropha curcas*) yang dikombinasikan dengan *L. lecanii* lebih sinergis dibandingkan dengan kombinasi insektisida serbuk daun *Aglaia* dengan *L. lecanii* dalam mengendalikan telur kepik cokelat. Dosis insektisida nabati 50 g/l lebih tepat dikombinasikan dengan *L. lecanii* untuk mengendalikan telur kepik cokelat.

Cara kerja beberapa macam insektisida dalam menghambat atau mematikan hama adalah sebagai berikut: (1) merusak perkembangan telur, larva, dan pupa dari serangga hama; (2) mengganggu komunikasi serangga hama; (3) menyebabkan serangga hama menolak makan; (4) menghambat reproduksi serangga hama betina; (5) mengurangi nafsu makan serangga hama; (6) memblokir kemampuan makan serangga hama; dan (7) mengusir serangga hama (Anonim 2015). Cara kerja fungisida nabati adalah menghancurkan (melisis) dinding sel patogen. Cara kerja fungisida hayati adalah sebagai berikut: (1) kompetisi: patogen tidak mendapatkan ruangan atau makanan; (2) antibiosis: mikroorganisme antagonis mengeluarkan senyawa yang

berfungsi menghambat pertumbuhan atau perkembangan patogen; dan (3) hiperparasit: mikroorganisme antagonis menghisap senyawa yang ada di dalam patogen.

7.8 Biopestisida yang Sudah Digunakan Petani

Petani di Indonesia sebenarnya sudah sejak lama menggunakan biopestisida, sebelum mengenal pestisida sintetik. Namun keterbatasan publikasi maka laporan tentang hal tersebut tidak diketahui. Akhir-akhir ini banyak dipraktekkan pertanian organik oleh beberapa kelompok tani di Indonesia, biopestisida termasuk di dalamnya. Pertanian organik umumnya menggunakan pupuk kompos atau humus dan pestisida nabati atau hayati. Dalam pengendalian hama atau penyakit dengan pestisida nabati, petani biasanya mencampurkan beberapa ekstrak tanaman yang bermanfaat menghambat perkembangan atau mematikan hama atau penyakit, umumnya tidak diketahui efektivitasnya, dan jarang sekali digunakan secara tunggal, misalnya ekstrak biji srikaya saja. Petani bisa mencampur 3-4 macam bahan nabati, bahkan sampai enam macam (Tabel 7.3). Hal ini mungkin dimaksudkan supaya dapat mematikan atau menghambat berbagai macam hama atau penyakit sekaligus. Selain itu, cara ini mungkin disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan petani tentang efektivitas masing-masing ekstrak nabati. Pengendalian hama atau penyakit secara hayati jarang digunakan petani, sehingga tidak diketahui efektivitasnya. Hanya kelompok-kelompok tertentu yang mempunyai isolat murninya, kemudian diperbanyak sendiri oleh petani, dalam hal ini rentan kontaminasi, sehingga efektivitasnya diragukan.

Ketersediaan biopestisida di pasaran (toko pertanian) lebih terbatas, dibandingkan dengan pestisida sintetik. Hal ini berkaitan dengan beberapa kelemahan biopestisida, antara lain memerlukan ruangan yang relatif lebih besar dan tidak tahan disimpan lama. Petani di Indonesia umumnya membuat pestisida nabati sendiri, tidak membeli di toko pertanian, dan bahan-bahan yang digunakan tersedia di lingkungan sekitarnya. Pestisida hayati diperoleh dari institusi pemerintah lingkup Kementerian Pertanian (Dinas Pertanian Kabupaten, Balai Proteksi Tanaman) dalam bentuk larutan siap semprot, atau masih perlu pengenceran.

Tabel 7.3 Beberapa jenis tanaman atau tumbuhan yang memiliki efek sebagai pestisida

No.	Jenis Tanaman atau Tumbuhan	Pengaruhnya terhadap OPT
1.	Tembakau	Mengandung nikotin, air rendaman kedelai sangat pahit dan efektif untuk mengendalikan kutu daun, thrips, tungau, dan beberapa jenis ulat perusak tanaman. Mengandung senyawa aktif metanicotine, neo-nicotine yang merupakan alkaloid dengan aktivitas sebagai insektisida. Selain itu juga mengandung nicablin-A yang bersifat sebagai antifedan serta bersifat nematisida untuk <i>T. brassicae</i> , <i>H. indicus</i> , dan <i>R. reniformis</i> (Prakash & Rao, 1999). Tembakau bersifat sebagai repellent, fungisida, dan akarisida yang bekerja sebagai racun kontak, perut, dan pernapasan serta bersifat sistemik (Kardinan, 1999)
2.	Daun pepaya	Daun pepaya mengandung papain dan rasanya sangat pahit. Air daun pepaya efektif untuk mengendalikan hama pengisap dan beberapa jenis ulat
3.	Bawang putih	Mengandung senyawa aktif 1,3-dyphynyl thio urea dan diallyl-di-sulphide yang bersifat insektisida (Prakash & Rao, 1999). Umbi bawang putih mengandung alkaloid, saponin, dan tannin yang berperan sebagai "anti-insect" untuk <i>S. litura</i> , <i>Trogoderma granarium</i> , dan Aphids (Grainge & Ahmed, 1987)
4.	Daun sirsak	Daun sirsak mengandung annonain dan resin. Senyawa tersebut efektif untuk mengendalikan hama thrips
5.	Biji jarak	Biji jarak mengandung resin dan alkaloid. Senyawa ini efektif untuk mengendalikan ulat dan hama pengisap
6.	Jeringau	Rimpang jeringau mengandung
7.	Pacar cina	Pacar cina mengandung minyak atsiri, alkaloid, saponin, flavonoin, dan tannin yang efektif untuk mengendalikan ulat dan kutu.

8.	Rimpang Jahe	Mengandung senyawa aktif zingiberin yang dapat mengganggu pembentukan hormon adentofik, sehingga terjadi kegagalan pembentukan ekdison (hormon ganti kulit pada serangga). Zingiberin juga menyebabkan paralisis dan lambat laun terjadi perubahan warna larva menjadi kecoklatan dan akhirnya hitam. Mematikan serangga, menurunkan napsu makan, menolak serangga, dan mencegah penyakit tanaman yang disebabkan oleh jamur
9.	Rimpang lengkuas (laos)	Mengandung minyak atsiri sebesar 0,8 – 0,93%, antara lain terdiri atas: kamfer, sineol, metil sinamat, galangal, galagin, dan alpine. Mampu Menolak serangga. Mencegah penyakit tanaman yang disebabkan oleh jamur (fungisida) dan bakteri (bakterisida)
10.	Serai	Mengandung senyawa sitral, sitronela, geraniol, mirsena, nerol, farnesol, metil heptenon, dan dipentena. Daun segar serai mengandung minyak atsiri dengan komposisi kandungan utama berupa sitronelal 25 – 65%, geraniol 20 – 40%, sitronelol 10 – 15% dan geraniol asetat 8%. Beberapa senyawa yang dikandungnya dapat bersifat anti jamur (Grainge & Ahmed, 1987)
11.	Daun sirih	Mengandung senyawa tannin dan minyak atsiri sampai 4,2% (55% fenol yang khas disebut betelfenol atau aseptosol, khavikol dan suatu seskiterpen, diastase 0,8 – 1,8%, zat penyamak, eugenol 40,5% dan karvakrol 4,4% (Kartasapoetra, 1992). Larutan akar dan daun serta tepungnya memperlihatkan aktivitas insektisida untuk kumbang daun kedelai (<i>Cerotoma trifurcata</i>), ulat melon (<i>Diaphania hylinata</i>), dan <i>Dysdercus flavidus</i> (Jacobson, 1975 dalam Prakash & Rao, 1999). Air perasan daun sirih bersifat sebagai fungisida, khususnya untuk mengendalikan penyakit yang disebabkan oleh jamur <i>Phytophthora palmivora</i> dan bakterisida (Novizan, 2002)
12.	Rimpang kencur	Mengandung borneol, kaemferin, sineol, dan p-metoksi sinamat, lakoloid, dan flavonoid (Martha Tilaar Innovation Center, 2002). Memberikan pengaruh buruk terhadap kepik hijau (<i>Nezara viridula</i>) dan lalat buah (<i>Bactrocera cucurbitae</i>) (Martono, 1992). Bersifat menolak serangga (<i>repellent</i>) dan menolak makan serangga (<i>antifeedant</i>) (Grainge & Ahmed, 1987)
13.	Brotowali	Tumbuhan ini kaya kandungan kimia, antara lain

		alkaloid, damar lunak, pati, glikosida pikroretosid, zat pahit pikroretin, harsa, berberin, palmatin, kolumbin (akar), kokulin (pikrotoksin). Efektif digunakan untuk mengendalikan ulat daun kubis, penggerek batang, wereng, belalang. Bagian tanaman yang dapat digunakan yakni daun, batang, dan akar.
14.	Rimpang kunyit	Rimpang kunyit mengandung minyak atsiri sebesar 0,43% dan kurkumin yang bila digunakan dalam dosis berlebih menyebabkan kematian (Nugrohorini & Endang, 1999). Rimpang kunyit mengandung minyak atsiri sebanyak 3 – 5% yang terdiri atas turmeron, simen, dan arturmeron (Martha Tilaar Innovation Center, 2002) Rimpang kunyit bersifat sebagai nematisida dan rodentisida (Novizan, 2002)
15.	Bengkuang	Bengkuang mengandung senyawa racun yang dapat diperoleh dari daun, batang, akar, dan biji. Biji bengkuang mengandung bahan aktif rotenoid yang dikenal sebagai pachyridid atau pakhirizida dan berfungsinya sebagai insektisida .

7.9 Kendala, Keuntungan, dan Peluang Penggunaan Biopestisida

Biopestisida berbentuk ekstrak dari bagian tanaman, bukan sintesis senyawa aktifnya sehingga membutuhkan volume yang besar sehingga kurang praktis dalam transportasi. Efektivitas biofungisida tidak bisa sama dengan fungisida kimia. Keuntungan penggunaan biopestisida adalah ramah lingkungan karena senyawa-senyawa yang terkandung di dalamnya mudah terurai di alam (Schumann and D'Arcy 2012). Biopestisida tidak menimbulkan resistensi atau resurgensi sehingga tidak menimbulkan ras-ras baru pada mikroorganisme penyebab penyakit (Kardinan 2004). Senyawa dalam biopestisida tidak bersifat racun pada manusia, sehingga tidak mengganggu kesehatan pengguna (petani) dan konsumen.

Biopestisida berpeluang dikembangkan di Indonesia karena terdapat beragam tanaman dan mikroorganisme yang dapat digunakan sebagai bahan baku. Supaya biopestisida tersedia dari waktu ke waktu maka penanaman tanaman penghasil bahan nabati sampai menjadi bahan baku harus terus menerus dilakukan, atau pembiakan massal suatu predator, cendawan entomopatogen (*B. bassiana*, atau *L. lecanii*), atau antagonis penyebab penyakit (*Trichoderma* sp.), terutama di sentra produksi tanaman pangan.

Supaya mudah didapatkan petani, maka biopestisida harus tersebar hingga ke desa dan mendapat pengawasan dari pihak yang kompeten.

7.10 Pengembangan Biopestisida di Indonesia

Dalam pengembangan bioinsektisida terdapat 10 faktor yang menjadi pertimbangan, yaitu (1) ketersediaan bahan baku, (2) efektivitas bahan nabati yang memenuhi syarat teknologi aplikasi, (3) industri pestisida nabati, (5) distribusi, (6) transportasi, dan kemasan, (7) sumber daya manusia, (8) kelembagaan, kontribusi dalam PHT, (9) daya saing, sosial, budaya, dan (10) ekonomi. Pengembangan biopestisida hendaknya mengarah pada tiga aspek, yaitu teknologi, kelembagaan, dan agribisnis (Sitepu *et al.* 1999). Faktor pertama dan kedua sudah banyak diketahui dari hasil-hasil penelitian di dalam negeri. Faktor sumber daya manusia dapat diatasi dengan melatih petani atau kelompok tani agar mempunyai keterampilan memperbanyak biopestisida. Faktor kelembagaan harus berasal dari pemerintah. Apabila faktor kelembagaan sudah terbangun, maka faktor-faktor lain akan mengikutinya. Pemerintah hendaknya bisa memberi wadah pengembangan bisnis biopestisida bersama-sama program lain (seperti program PHT yang sudah berjalan) oleh petani dengan pendampingan (Sumartini, 2016). Penerapan biopestisida di tingkat petani belum meluas seperti yang diharapkan, hanya beberapa petani yang telah menggunakan. Sebagai contoh, seorang produsen biopestisida di Kabupaten Pasuruan, pada awalnya hanya memproduksi predator hama wereng, setelah berlangsung 10 tahun dikembangkan beberapa jenis biopestisida, dan akhir-akhir ini mengembangkan pupuk hayati. Pengalaman lainnya, adalah produsen pupuk organik fermentasi di Kota Banjarbaru, Provinsi Kalimantan Selatan yang pada awalnya (tahun 2006) hanya menggunakan decomposer EM4, saat ini sudah menggunakan jamur perombak *Trichoderma koningii* dan *Trichoderma harzianum*. Selain itu, saat ini juga sudah membuat biopestisida plus dengan menggunakan urin sapi yang difermentasi bersama dengan beberapa jenis tanaman yang memiliki khasiat sebagai pestisida nabati. Pengalaman ini dapat dikembangkan lebih secara luas di sentra produksi tanaman pangan di Indonesia.

7.11 Teknik Pembuatan Pestisida Nabati

Pestisida nabati adalah pestisida yang bahan aktifnya berasal dari tumbuhan atau bagian tumbuhan seperti akar, daun, batang atau buah. Bahan-bahan ini diolah menjadi berbagai bentuk, antara lain bahan mentah berbentuk tepung, larutan, ekstrak atau resin yang merupakan hasil pengambilan cairan metabolit sekunder dari bagian tumbuhan atau bagian tumbuhan dibakar untuk diambil abunya dan digunakan sebagai pestisida.

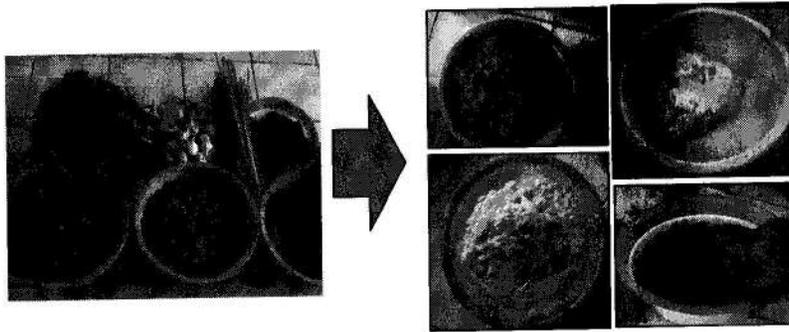
Prinsipnya sederhana pengolahan pestisida nabati adalah dengan mencampur beberapa jenis tanaman dan atau tumbuhan yang secara alami memiliki kandungan zat tertentu yang dapat mengendalikan serangga, jamur, bakteri, atau nematoda pada tanaman (pestisida nabati) dan berperan juga sebagai pupuk cair. Bahan-bahan yang perlu dipersiapkan disajikan pada Tabel 7.4 berikut.

Tabel 7.4 Bahan-bahan yang dipersiapkan untuk pengolahan pestisida nabati sebanyak 10 liter

No.	Nama Bahan	Jumlah
1.	EM-4	1 liter
2.	Gula pasir atau molasses	1 kg
3.	Alkohol 40 atau 50%	0,25 liter
4.	Cuka makan	0,25 liter
5.	Air cucian beras pertama (yang berwarna putih)	1 liter
6.	Bahan-bahan tanaman yang mengandung metabolit sekunder (jahe, lengkuas, kencur, daun sirih, tembakau, serai, daun papaya, dll.)	Antara 20-30% dari 10 liter (sekitar 3 kg)

Langkah-langkah pembuatan pestisida nabati ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan tanaman yang akan digunakan terlebih dahulu dihaluskan (*bisa dengan ditumbuk, diblender, atau diparut*) (Gambar 7.7).



Gambar 7.7 Bahan tanaman dan bahan tanaman yang sudah dihaluskan

2. Siapkan air cucian beras pertama (berwarna putih)
3. Masukkan bahan tanaman yang telah dihaluskan ke dalam tempat fermentasi (*mis: jeregen, drum atau tempat lainnya yang memiliki penutup*)
4. Masukkan bahan lainnya secara berurutan mulai dari: cuka makan, alkohol, gula/molasses, dan cucian beras pertama.
5. Masukkan EM-4 dan kocok campuran sampai merata (bisa juga dengan diaduk sampai merata)
6. Simpan tempat fermentasi dalam ruangan pada suhu kamar (sekitar 30 °C) dalam keadaan tertutup.
7. Lakukan pengocokan setiap pagi dan sore hari. Setelah dikocok keluarkan gas yang terbentuk (dengan membuka tutup jeregen), kemudian tutup kembali tempat fermentasinya.
8. Setelah 15 hari atau gas tidak terbentuk lagi, pengocokan dihentikan (tidak dilakukan lagi)
9. Biarkan (diamkan) larutan selama 7 hari ke depan tanpa dilakukan pengocokan lagi.
10. Pestisida nabati selesai proses pembuatannya dan siap digunakan atau dikemas jika ingin diperjualbelikan.
11. Saring larutan dengan saringan halus jika akan digunakan.

Tujuan dari penyaringan ini adalah agar nozel alat semprot tidak tersumbat.

12. Untuk aplikasi: larutkan 10-30 mL pestisida nabati dalam 1 liter air. Masukkan ke dalam alat semprot.
13. Pestisida nabati ini jika diperlukan dapat juga ditambahkan larutan perata, larutan perekat dan pengemulsi (misalnya: Latron atau AERO 810, atau diterjen).



Gambar 7.8 Pestisida nabati dengan bahan Nimba (A), dan bahan daun Kemangi (B)

Soal Latihan

1. Sebutkan beberapa jenis tanaman yang dapat digunakan sebagai bahan pembuatan pestisida nabati. Mengapa tanaman tersebut dapat digunakan?
2. Sebutkan cara pembuatan pestisida nabati.
3. Mengapa pestisida sintetis dilarang digunakan pada kegiatan budidaya pertanian secara organik?
4. Apa saja resiko dari penggunaan pestisida sintetis? Berikan penjelasan.
5. Apa yang dimaksud dengan pengendalian hama terpadu (PHT)? Mengapa pengendalian hama terpadu sangat dianjurkan dalam pertanian organik?
6. Bagaimana peranan biopestisida dalam kegiatan pertanian organik?

PUSTAKA RUJUKAN

- Manohara, D., D. Wahyuno, and Sukamto. 1993. Pengaruh tepung dan minyak cengkeh terhadap *Phytophthora*, *Rigidoporus*, dan *Sclerotium*. Dalam: Prosiding Seminar Hasil Penelitian dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati
- Satish, S., D.C. Mohana, M.P. Ranhavendra, and K.A. Raveesha, K.A. 2007. Antifungal activity of some plant extracts against important seed borne pathogens of *Aspergillus* sp. *Journal of Agricultural Technology* 3(1): 109-119.
- Sumartini. 2016. Biopestisida untuk Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. *Iptek Tanaman Pangan*. 11(2): 159-165.
- Schumann, G.L. and Gleora J.D' Arcy. 2012. Hungry planet, stories of plantd. The American Phytopathological Society. St Paul, Minnesota. USA.

Tommy. 2009. Lerak/klerak/sapindus rarak, <http://sapinduslerak.wordpress.com>. Diakses tanggal 12 April 2012.

Tombe, M., K. Kobayashi, Ma'mun, Triantoro, dan Sukamto. 1992. Eugenol dan daun cengkeh untuk pengendalian penyakit tanaman industri. Makalah disampaikan pada Seminar Review Hasil penelitian Tanaman Rempah dan Obat. Bogor.

Chandra, I.K., Y.H. Ju, A. Ayucitra, and Ismadji. 2012. Evans blue removal waste water by rarasaponin-e. *International Journal of Environment Science and Technology*. <http://link.springer.com/articel/10.1007/s13762-012-0114-y>. Diakses tanggal 8 April 2014.

BAB VIII

KETERPADUAN DALAM PERTANIAN ORGANIK

Sampai sekarang, konservasi tradisional melalui kegiatan pertanian yang didasari oleh nilai-nilai kearifan lingkungan telah terbukti mampu mempertahankan kehidupan masyarakat tani tradisional selama berabad-abad di lingkungan mereka hidup.



8.1 Pendahuluan

Menurut laporan badan pangan sedunia (FAO), yang dimaksud dengan sistem pertanian terpadu adalah suatu usahatani yang memadukan berbagai praktek pertanian dengan tanaman maupun hewan dalam suatu sistem, sehingga terjadi kesinambungan antara produksi dan pemanfaatan sumberdaya alam. Perpaduan antara berbagai komponen tersebut diwarnai oleh unsur daur ulang limbah organik, dan sedikit atau sama sekali tidak menggunakan bahan kimia, sehingga tidak pernah putus dalam hal pemanfaatan materi organik yang dihasilkan dalam sistem usahataniannya. Dengan diterapkannya sistem biologis tersebut, akan menghemat biaya usahatani dan sumberdaya alam.

Jika kita melihat masa lalu, nenek moyang bangsa kita umumnya menggantungkan kehidupannya pada bercocok tanam, mereka melakukan sistem pertanian tradisional dengan mengandalkan keseimbangan alam sebagai sistem pertanian (*natural system*). Saat itu belum dikenal adanya benih unggul,

pupuk, dan pestisida. Mereka menggunakan benih yang telah ada secara alami dan berkembang secara *in situ*. Mereka tidak menggunakan pupuk, tetapi menggunakan jerami sisa panen untuk dikembalikan ke lahan. Pupuk yang mereka kenal adalah kotoran ternak. Mereka membuat rumah kecil di lahan sebagai tempat pembuangan kotoran keluarga. Hama dan penyakit tanaman sudah mereka kenal, tetapi tidak diberantas. Untuk pengendaliannya hanya diserahkan kepada alam. Hasilnya, kehidupan nenek moyang kita saat itu berkecukupan, bahkan berlimpah.

Konsep pertanian yang tanpa atau sedikit memberikan masukan (input) dari luar lahan dikenal dengan sistem "pertanian input luar rendah" (*low external input agriculture* atau LEIA). Sistem pertanian ini terdapat pada berbagai agro-ekosistem dan sosio-kultural, di Negara-negara Asia, Afrika dan Amerika Latin pada masa lalu, di mana belum dikenal istilah pertanian modern (*modern farming*). Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi abad ke-20 mengarah kepenggunaan teknologi masukan luar tinggi (*high external input technology/ HEIT*), mulai dari ditemukannya varietas unggul yang respon terhadap pupuk tetapi peka serangan hama penyakit. Hal ini menyebabkan penggunaan pupuk buatan pabrik dan pestisida yang berlebihan sehingga mengakibatkan kerusakan lahan dan lingkungan hidup. Di sisi lain, upaya mengoptimalkan sistem ini terasa sulit dilaksanakan meskipun potensi produksi masih jauh untuk dicapai, dikenal dengan istilah "leveling off" pada produksi pertanian. Hal ini berarti bahwa sistem HEIT tidak menjamin hasil pertanian berkelanjutan (*sustainability*).

Bagi masyarakat tradisional kita, usahatani terpadu sebetulnya bukan hal yang baru. Sejak zaman dahulu nenek moyang kita telah menerapkan usahatani berwawasan lingkungan. Praktek bercocok tanam menggunakan pranata-pranata adat yang dimiliki oleh tiap-tiap suku di Indonesia adalah bagian dari sistem pertanian yang menonjolkan kearifan lokal. Seperti yang digambarkan oleh Nababan (1995) bahwa orang Dani di lembah Baliem yang sangat tradisional, sudah menerapkan cara bercocok tanam yang mempertimbangkan aspek konservasi sumber alam, misalnya dalam menggunakan tongkat untuk mengolah tanah di lereng bukit, membakar serasah, menggunakan pupuk dari dasar parit, membuat guludan sebagai media tanam merupakan usaha mempertahankan kesuburan dan produktivitasnya. Suku-suku yang lain seperti suku

Jawa, Sumatera, Kalimantan, atau Bali juga mempunyai budaya kearifan lokal dalam sistem usahatani.

Sampai sekarang, konservasi tradisional melalui kegiatan pertanian yang didasari oleh nilai-nilai kearifan lingkungan telah terbukti mampu mempertahankan kehidupan masyarakat tani tradisional selama berabad-abad di lingkungan mereka hidup. Sebagai contoh, usahatani padi sawah di Jawa, walaupun dilaksanakan pada lahan sawah yang terbatas, petani dapat menghidupi keluarga sampai beberapa generasi tanpa adanya kerusakan lingkungan sawah yang berarti.

Berkaitan dengan pertanian organik ini dikenal adanya berbagai sistem pertanian yaitu: sistemhara tanaman terpadu (*integrated plant nutrient system*), sistem usahatani terpadu (*integrated farming system*), sistem wanatani (*agroforestry*), dan sistem surjan. Berbagai macam sistem pertanian tersebut pada prinsipnya tidak jauh berbeda, hanya ada sedikit penekanan untuk menonjolkan ciri khasnya.

Dalam usaha pertanian yang mengandalkan sistem daur ulang terpadu, maka praktis tidak akan menyisakan bahan-bahan hasil pertanian sebagai limbah, sebab semua digunakan sebagai pupuk untuk menjaga kesuburan dan konservasi tanah. Dalam pertanian sistem hara tanah terpadu, yang dipentingkan adalah dalam hal pemeliharaan kesuburan tanah, peningkatan produktivitas pertanian, dan keuntungan petani secara berkesinambungan. Oleh karena itu, untuk mencapai tujuan tersebut digunakanlah berbagai pupuk, baik pupuk mineral yang sudah terukur, organik, maupun pupuk biologis.

8.2 Pengelolaan Hara Tanaman Secara Terpadu

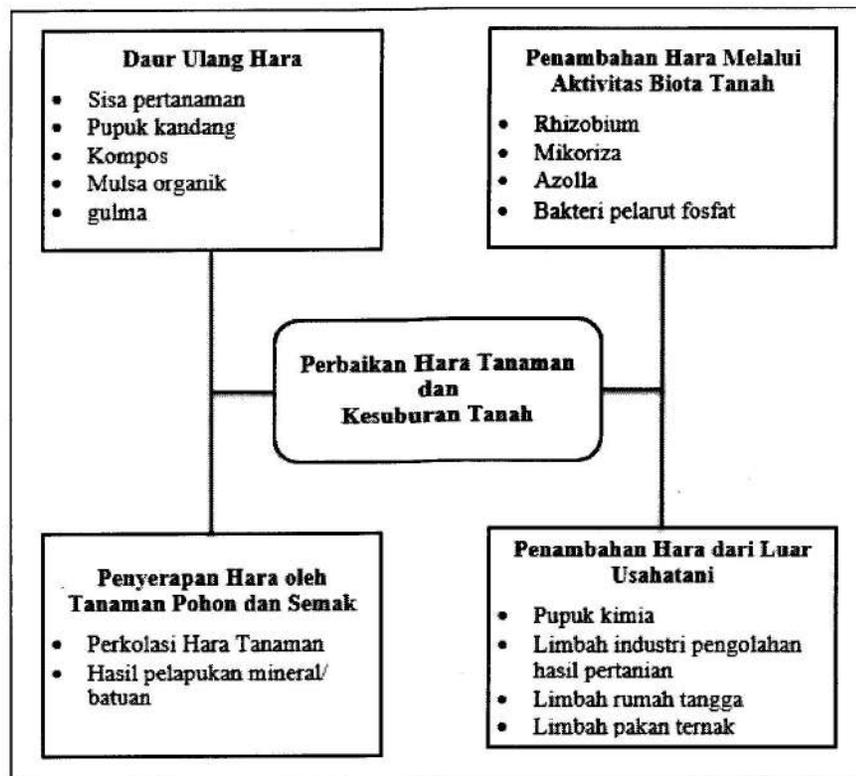
Produktivitas tanah dapat ditingkatkan hanya melalui pengelolaan lahan, tanah, dan tanaman secara terpadu. Dengan demikian, pemahaman secara komprehensif mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas tanah sangat diperlukan petani untuk mengelola produktivitas tanah. Unsur hara yang diserap tanaman diubah menjadi rantai makanan dalam jaringan tanaman, selanjutnya dikembalikan lagi ke dalam tanah tanpa diperlukan lagi penambahan hara dari luar usahatani. Usaha untuk memperbaiki produktivitas tanah dengan memperhatikan semua

faktor yang berpengaruh dikenal sebagai pengelolaan tanah secara terpadu.

Berbagai macam cara untuk membangun kesuburan tanah yang secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Dalam pertanian konvensional, penggunaan pupuk kimia merupakan praktek pengelolaan yang cukup dominan. Masukan lain yang tidak dapat dihindarkan dalam pertanian konvensional adalah penggunaan mesin pertanian, pertanaman monokultur, varietas unggul berproduksi tinggi dengan mengabaikan usaha perbaikan lahan dan pengelolaan bahan organik. Untuk mengembangkan pertanian yang berkelanjutan, maka diperlukan keseimbangan pengelolaan hara yang lebih baik.

Hara tanaman terpadu merupakan pendekatan dengan mengadaptasi kebutuhan hara tanaman pada sistem usahatani spesifik lokasi dengan target produksi tertentu, yang dilatarbelakangi oleh sumberdaya fisik setempat, ketersediaan sumber hara tanaman dengan bentuk organik dan mineral, serta kondisi sosial ekonomi setempat. Tujuannya untuk mendukung pertanian berkelanjutan dan pengembangan masyarakat di daerah pedesaan, dengan memperhatikan aspek lingkungan, menguntungkan secara ekonomi, dapat diterima secara sosial, serta dapat diadaptasi oleh petani.

Pengelolaan hara terpadu bersama-sama dengan daur ulang pupuk organik diharapkan mampu menaggulangi kekurangan hara di dalam tanah. Sumber hara terbarukan seperti bahan organik dan hara dari sumber biologi yang lain banyak membantu menjembatani kekurangan hara. Potensi ketersediaan hara yang berasal dari limbah pertanaman, limbah ternak, pupuk kandang, kompos, vermikompos, dan pupuk hijau perlu diperhatikan kembali dalam hal pengaplikasiannya. Pupuk hayati merupakan komponen utama dalam mendorong pengelolaan hara secara terpadu. Gambar 8.1 menunjukkan komponen pengelolaan hara secara terpadu yang dapat diterapkan dalam melaksanakan perbaikan hara tanaman dan peningkatan kesuburan tanah.



Gambar 8.1. Komponen pengelolaan hara secara terpadu

Penggunaan pupuk kimia yang dipadukan dengan pupuk organik dan pupuk hayati merupakan usaha yang sangat penting dalam meningkatkan dan mempertahankan kesuburan tanah dan produktivitas tanaman. Penggunaan bahan organik saja tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan hara tanaman. Pendekatan secara terpadu bertujuan untuk meningkatkan dan memaksimalkan penggunaan semua sumber unsur hara yang diperlukan tanaman dalam mendukung hasil maksimum dan bernilai ekonomi tinggi.

8.3 Sistem Usahatani Terpadu (*Integrated Farming System*)

Sistem usahatani terpadu (*integrated farming system*) merupakan suatu sistem usahatani yang didasarkan pada konsep daur ulang biologis (*biological recycling*) antara usaha pertanaman, perikanan, dan peternakan. Usahatani berbasis tanaman

memberikan hasil samping berupa pakan bagi usahatani perikanan dan peternakan. Demikian pula sebaliknya, usaha perikanan dan peternakan memberikan hasil samping berupa pupuk bagi usahatani tanaman. Usaha perikanan menghasilkan pakan bagi peternakan, sedangkan usaha peternakan menghasilkan pupuk dan pakan untuk perikanan.

Dalam cakupan lebih luas, sistem usahatani terpadu ini dapat dipandang sebagai bagian dari sistem agroekoteknologi, dimana didalamnya terdapat berbagai komponen lingkungan petani yang saling berkaitan satu sama lain, seperti komponen usaha non-pertanian (*off farm*), komponen bio-fisik alam, serta komponen sosial-ekonomi-politik-budaya. Semua komponen lingkungan dalam sistem agroekoteknologi tersebut, secara bersama-sama berpengaruh terhadap proses pengambilan keputusan serta pilihan teknologi yang dilakukan petani, untuk menentukan bentuk kombinasi usahatani terpadu seperti apa yang paling menguntungkan untuk diusahakan. Cukup banyak contoh-contoh praktek sistem usahatani terpadu dengan berbagai ragam usaha, baik dalam bentuk variasi *on farm* maupun *off farm*, di luar negeri maupun dalam negeri.

Eusebio *et al.*(1976) melaporkan hasil model sistem usahatani terpadu di Filipina pada luasan sekitar 2500 m². Ada lima komponen utama yang berperan dalam sistem daur ulang usahatani tersebut, yaitu: (1) produksi algae (*chorella*), (2) ternak babi, (3) biogas, (4) pertanaman padi dan sayuran, serta (5) kolam ikan. Kelima komponen tersebut bersifat saling mendukung satu sama lain, sehingga mengurangi biaya operasi dari proses produksi pangan dalam skema usahatani terpadu ini. Model sistem usahatani terpadu ini memberikan contoh tentang berbagai proses serta alur yang berbeda, mulai dari pengumpulan limbah ternak, produk antara, sampai dengan digester biogas yang menghasilkan gas metana untuk kepentingan memasak, listrik untuk lampu dan lemari pendingin, serta pengeringan hasil pertanian (pasca panen).

Di Thailand (ORDPB, 1997), keluarga raja sejak tahun 1983 membangun pusat pengembangan sistem usahatani terpadu di setiap propinsi. Disamping sebagai wilayah percontohan, pusat pengembangan ini juga berperan sebagai pusat studi, yang melaksanakan penelitian bersifat kaji tindak (*action research*) bagi kepentingan petani setempat. Setiap keluarga tani mendapatkan

lahan seluas 10 rai (1,6 ha), yang penggunaannya terbagi menjadi 2 rai untuk embung (kolam ikan merangkap sumber air), 2 rai untuk sawah, 5 rai untuk usahatani terpadu berbasis hortikultura dan 1 rai untuk rumah dan halaman. Model usahatani terpadu yang dikembangkan adalah usahatani terpadu dengan penekanan pada produksi berbagai macam tanaman untuk konsumsi, yang digarap secara organik.

Masih banyak model usahatani terpadu yang dikembangkan di negara-negara tetangga seperti VAC (*Voun Ao Chuong*) di Vietnam (Sajise, 1998). Di Indonesia, sistem usahatani terpadu sebenarnya sudah lama dipraktekkan oleh masyarakat tani, sebagai ekspresi dari usaha mereka menghadapi tantangan lingkungan yang ada untuk bertahan hidup (Prajitno, 1986). Hanya saja pengembangannya tidak terintegrasi. Hal ini juga yang menyebabkan mengapa hingga saat ini program pengembangan sistem pertanian berkelanjutan mengalami kemandegan/*stagnant*, hanya sampai di tingkat konsep.

Program usahatani terpadu yang terencana baik melalui pendekatan usahatani daur biologi (*bio-cyclo farming*) adalah program Agro Techno Park (ATP) yang diselenggarakan oleh Kementerian Riset dan Teknologi di berbagai lokasi. Hanya pelaksanaannya mengalami banyak hambatan. Sebagai contoh, di Sumatera Selatan, dari rencana pengembangan 1000 hektar ATP pada tahun 2003, hingga akhir tahun 2008 baru mencapai luasan 70 hektar (kurang dari 10%) (Prajitno, 2009).

Contoh keberhasilan sistem usahatani terpadu lain, dilakukan oleh kelompok tani Subak Guama di Kecamatan Marga, Kabupaten Tabanan, Bali, yang melibatkan 544 petani pada luasan sawah 179 hektar (Prajitno, 2009). Mereka melakukan perbaikan rotasi tanaman dari padi-padi-padi menjadi padi-palawija (tumpangsari)padi. Kelompok ini juga memelihara 700 ekor sapi dan ratusan ekor babi, yang kotorannya, secara kelompok diolah menjadi pupuk organik. Dari usaha ini, penggunaan pupuk urea dapat dikurangi dari 225 kg/ha menjadi 150 kg/ha, sedangkan rata-rata produksi padi mampu ditingkatkan dari 5 ton/ha gkp (gabah kering panen) menjadi 8 ton/ha gkp.

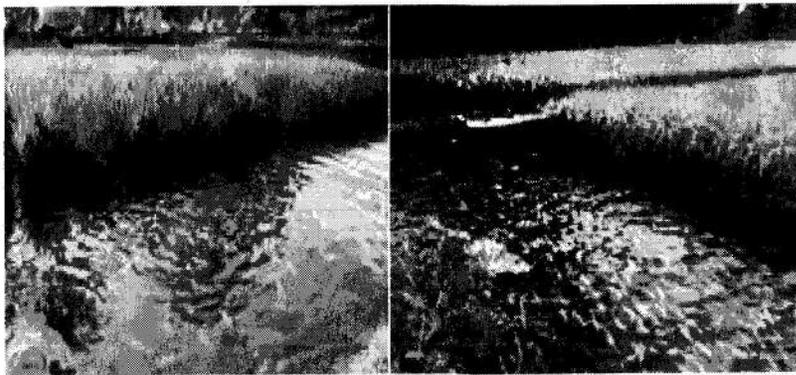
a. Model Integrasi Pertanian dan Perikanan

Di wilayah bawahan yang cukup air, integrasi antara pertanian dengan perikanan dapat dikembangkan secara bersama-sama. Cukup banyak sistem tradisional yang telah berkembang yang memadukan antara pertanian dan perikanan. Mina Padi merupakan salah satu integrasi yang dapat dikembangkan di lahan sawah.

Konsep padi-ikan atau disebut Sistem Mina Padi adalah sistem pemeliharaan ikan yang dilakukan bersama padi di lahan sawah (Tiku, 2008). Sistem ini dilakukan untuk persawahan yang tergenang dengan kombinasi ikan. Di lahan lebak Desa Ampukung Kabupaten Tabalong Kalimantan Selatan, sawah dengan konsep mina padi dapat dilakukan menggunakan jenis ikan lokal yang terdapat di lokasi persawahan (papuyu, haruan, sepat, seluang) atau jenis ikan budidaya seperti ikan mas (*Cyprinus carpio*), nila (*Tilapia nilacita*), dan tawes (*Puntius javanicus*), asalkan sawah terlokalisasi dengan baik (Luthfi *et al.*, 2016). Hal ini agar ikan tidak menyebar terlalu jauh dan hilang saat dilakukan panen padi.

Diodenha (2001) menyatakan bahwa sistem usahatani Mina Padi bukanlah hal yang baru karena telah diterapkan sejak tahun 1950-1960-an, namun keuntungan yang didapat masih tergolong rendah. Hal tersebut mengingat teknik budidaya yang dilakukan masih tradisional. Usaha pemeliharaan ikan di sawah merupakan salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi penggunaan lahan. Menurut Tiku (2008), usaha sistem Mina Padi lebih populer dengan sebutan "Inmindi" atau Intensifikasi Mina Padi, dapat mendatangkan sejumlah keuntungan yang diperoleh petani diantaranya adalah lahan sawah menjadi lebih subur dengan adanya kotoran ikan yang banyak mengandung bermacam unsur hara yang dapat menurunkan penggunaan pupuk. Hal ini akan bermanfaat terhadap penurunan gas metan (CH₄) yang dihasilkan dari sisa pemupukan tersebut (Damayanti, 2011). Disisi lain dinyatakan oleh Tiku (2008), sistem Mina Padi dapat memperkecil resiko kehilangan sumber penghasilan disebabkan petani tidak mengandalkan pada satu sumber penghasilan saja, dengan demikian resiko kegagalan

salah satu jenis usaha dapat ditopang oleh keberlangsungan usaha ikan yang dijalankannya dan sebaliknya.



Gambar 8.2. Mina Padi konsep integrasi padi-ikan di lahan lebak (Sumber : Luthfi *et al.*, 2016)

Berdasarkan lamanya pemeliharaan, sistem mina padi dibagi menjadi tiga kelompok:

1. Pemeliharaan sampai penyiangan pertama
Ikan dipelihara sampai tanaman padi berumur 20-25 hari setelah tanam atau pada penyiangan pertama. Ikan yang dipelihara berukuran 1-3 cm (kebul) sampai ukuran 3-5 cm (belo).
2. Pemeliharaan sampai penyiangan kedua
Ikan dipelihara sampai padi berumur 30-35 hari setelah tanam atau penyiangan kedua. Diharapkan benih yang ditebar menjadi berukuran 5-8 cm (ngaramo).
3. Pemeliharaan sampai Padi Berbunga
Ikan dipelihara sampai tanaman padi berbunga. Pemeliharaan pada tahap ini merupakan pembesaran ikan sehingga ikan yang dihasilkan berupa ikan siap konsumsi.

Manfaat lain melalui penerapan sistem Mina Padi diantaranya adalah pertumbuhan gulma dapat ditekan karena gulma dapat menjadi pakan ikan, termasuk perkembangan populasi OPT (organisme pengganggu tanaman) padi, karena ikan memakan binatang kecil yang merupakan hama padi. Disamping itu, perilaku ikan dalam mencari makanan yang

biasanya dilakukan dengan membolak-balik tanah membantu memperbaiki struktur tanah. Berdasarkan penjelasan tersebut teknologi pertanian Inmindi dinilai sebagai teknologi yang tepat guna. Konsep ini sudah banyak dikembangkan dengan berbagai skala usaha dan jenis ikan dengan tambahan pendapatan selain padi yang mampu memberi peningkatan kesejahteraan bagi petani. Untuk sawah lebak dengan potensi ikan alami yang tersebar di sawah lebak, tidak memerlukan lagi jenis ikan budidaya tinggal mengoptimalkan konsep mina padi dengan ikan yang ada agar lebih bermanfaat memberi peningkatan kesejahteraan.

b. Model Integrasi Pertanian dan Peternakan

Ternak mempunyai peranan yang cukup besar dalam meningkatkan pendapatan petani kecil. Hasil yang dapat dimanfaatkan adalah daging, susu, telur, dll. Disamping itu mempunyai peranan penting hubungannya dengan budaya setempat. Program usahatani, konservasi yang banyak dilaksanakan terutama di daerah aliran sungai kritis lebih banyak memanfaatkan keterpaduan program peternakan dan pertanian. Untuk mengembangkan keanekaragaman hayati, maka jenis-jenis lokal baik tanaman maupun ternak perlu diinventarisasi. Sebetulnya cukup banyak jenis-jenis lokal yang unggul karena sudah mengalami seleksi alam, sehingga mempunyai daya adaptasi yang tinggi dengan lingkungan.

Di kawasan pengembangan peternakan yang berintegrasi dengan subsektor lainnya, pengembangan ternak ruminansia baik ruminansia besar seperti sapi dan kerbau maupun ruminansia kecil seperti kambing dan domba dapat memanfaatkan limbah yang tersedia dari kegiatan di subsektor lainnya seperti tanaman pangan, hortikultura dan perkebunan, maupun kehutanan dan perikanan sebagai pakan ternak. Seperti diketahui biaya operasional terbesar dalam peternakan adalah biaya pakan dan tenaga kerja. Dengan jalan mengintegrasikan kegiatan pemeliharaan ternak dengan kegiatan usahatani lainnya akan dihasilkan efisiensi biaya produksi yang tinggi. Selain itu, ternak ruminansia dapat menghasilkan kotoran ternak dalam jumlah yang cukup banyak. Dengan pengolahan secara sederhana

kotoran tersebut dapat diubah menjadi pupuk organik yang sangat bermanfaat bagi peningkatan kesuburan tanah. Selain digunakan untuk kebutuhan sendiri, pupuk kandang dapat dijual dengan harga yang lumayan, sehingga secara keseluruhan kombinasi kegiatan pemeliharaan ternak ruminansia dan bercocok tanam akan sangat menguntungkan petani dengan jalan pengurangan biaya produksi dan peningkatan penghasilan. Secara terperinci manfaat sistem tanaman dan ternak antara lain: (1) meningkatkan akses terhadap kotoran ternak; (2) meningkatkan nilai tambah dari tanaman atau hasil sampingannya; (3) mempunyai potensi mempertahankan kesehatan dan fungsi ekosistem; dan (4) mempunyai kemandirian yang tinggi dalam penggunaan sumberdaya mengingat nutrisi dan energi saling mengalir antara tanaman dan ternak.

Pakan ternak dari tanaman dapat berupa residu dan hasil sampingan agroindustri yang dapat digunakan untuk ternak ruminansia dan non-ruminansia, meliputi : jerami (padi dan jagung), pucuk tebu, biji-bijian (kacang tanah dan *cowpea*), umbi-umbian (ketela dan ubi jalar), bungkil biji minyak (kelapa sawit, kapas, kopra), dan dedak. Kotoran ternak bermanfaat untuk: (1) memperbaiki struktur tanah; (2) mendorong penyerapan kelembaban yang lebih baik; (3) mengurangi daya serap air; dan (4) mencegah *crusting* permukaan tanah.

Contoh integrasi ternak dan tanaman antara lain: (1) pemeliharaan sapi di bawah pohon kelapa, kelapa sawit, dan pohon mangga; (2) domba di bawah pohon kelapa, karet, kelapa sawit dan durian; (3) kambing di bawah pohon kelapa, karet, dan kelapa sawit; (4) dan ternak ruminansia di areal tanaman hutan (Makka, 2006).



Gambar 8.3. Pemeliharaan sapi di bawah pohon kelapa sawit merupakan konsep integrasi ternak dan tanaman (Sumber : Anonim¹, 2012)

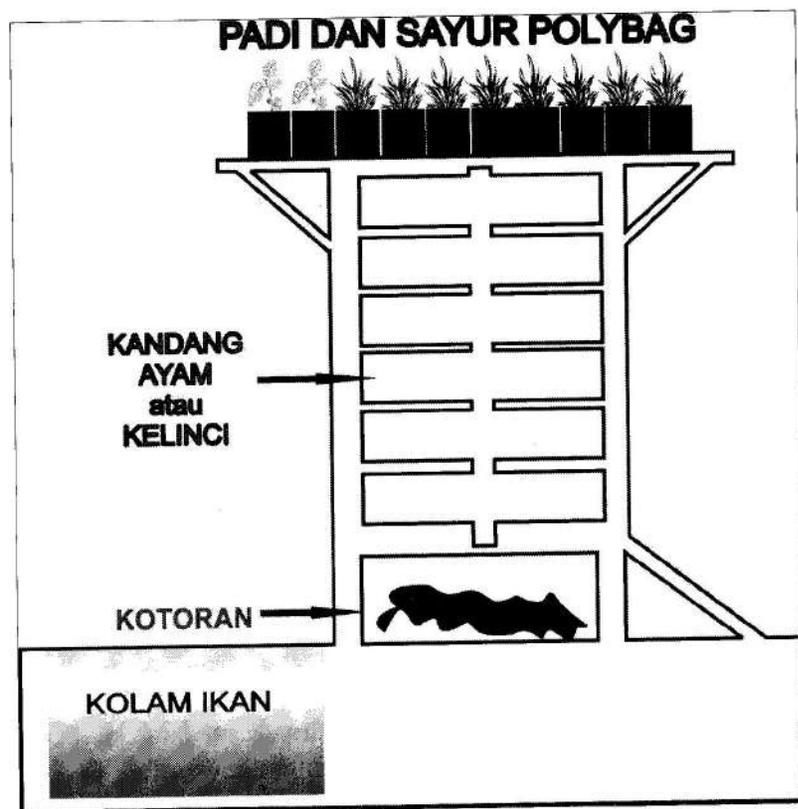
c. Model Integrasi Pertanian, Peternakan, dan Perikanan

Memadukan tanaman, ternak, dan ikan pada sistem usahatani kecil mempunyai kelebihan ditinjau dari gatra ekologi dan ekonomi. Sistem ini secara kondusif dilaksanakannya konservasi sumberdaya alam, karena mendorong stabilitas habitat dan keanekaragaman kehidupan alami di lingkungan pertanian dan sekitarnya. Sistem terpadu ini mengoptimalkan penggunaan sumberdaya yang berasal dari usahatani itu sendiri maupun yang ada disekitarnya, serta mendorong konservasi habitat. Sistem ini bersifat produktif dan menguntungkan karena melaksanakan daur ulang secara intensif. Limbah dari satu kegiatan dapat dimanfaatkan sebagai sumber hara kegiatan yang lain, dan ikan merupakan sumber protein hewani.

Suwarto *et al.*, (2015) melaporkan manfaat integrasi tanaman-ternak dan tanaman-ikan, yaitu: (1) aspek agronomi yaitu peningkatan kapasitas tanah untuk berproduksi; (2) aspek ekonomi yaitu diversifikasi produk, hasil, dan kualitas yang lebih tinggi, serta menurunkan biaya; (3) aspek ekologi yaitu

menurunkan serangan hama dan penggunaan pestisida, dan pengendalian erosi; dan (4) aspek sosial yaitu distribusi pendapatan lebih merata.

Alternatif pola pertanian terpadu yakni kombinasi tanaman-ternak-ikan, jumlahnya bisa sangat banyak. Ketika dihadapkan pada alternatif tersebut perlu ada suatu model perancangan untuk menentukan pilihan pola pertanian terpadu yang optimal secara ekologis dan ekonomis. Perancangan model dengan pendekatan dinamis diharapkan dapat membantu masyarakat menentukan pilihan pertanian terpadu yang akan dikembangkan.



Gambar 8.4. Model integrasi tanaman-ternak-ikan
(Sumber: Anonim², 2016)

8.4 Wanatani (*Agroforestry*)

Sistem wanatani (*Agroforestry*) merupakan sistem penggunaan lahan yang mengintegrasikan tanaman pangan berumur pendek, pepohonan, semak, rumput, dan atau ternak secara terus menerus atau periodik, yang secara sosial dan ekologis layak dikerjakan oleh petani untuk meningkatkan produktivitas lahan dengan tingkat masukan dan teknologi rendah. Contoh teknologi wanatani yang sudah berkembang adalah budidaya lorong, pertanian sejajar kontur, sistem pertanaman sela, intensifikasi pekarangan, tanaman pelindung, pagar hidup, dan sistem usahatani terpadu yang memanfaatkan tanaman multiguna. Berdasarkan definisi tersebut di atas mengimplikasikan bahwa:

1. Terdapat interaksi yang kuat, baik kompetitif maupun komplementer antara komponen pepohonan dan bukan pepohonan;
2. Terdapat perbedaan yang nyata antara masing-masing komponen wanatani dalam dimensi fisik, umur, dan penampilan fisiologi;
3. Wanatani umumnya mengintegrasikan dua atau lebih jenis tanaman (dapat pula tanaman dan ternak), di mana paling tidak salah satunya merupakan tanaman berkayu;
4. Wanatani selalu mempunyai dua atau lebih hasil;
5. Siklus wanatani selalu lebih dari satu tahun;
6. Walaupun dalam bentuk sederhana, secara ekologi dan ekonomi wanatani lebih kompleks dibandingkan dengan usahatani monokultur;
7. Wanatani dapat diterapkan pada lahan-lahan yang berlereng curam, berbatu-batu, berawa, ataupun tanah marginal di mana sistem usahatannya kurang cocok.

Sistem wanatani pada dasarnya merupakan sistem usahatani dimana pepohonan merupakan bagian integral dari usahatani tersebut, sedangkan tanaman pangan tetap ditanam untuk mendukung kebutuhan pangan keluarga. Dengan demikian wanatani merupakan suatu sistem pengelolaan lahan pertanian yang mampu melestarikan sumberdaya lahan dan sekaligus memberikan hasil hutan dan pangan bagi petani.

Adapun kriteria pemilihan jenis pohon berumur panjang yang sesuai untuk pengembangan hutan berskala kecil adalah: (1) sumber kayu untuk bangunan dan peralatan rumah tangga, (2) mudah beradaptasi dengan kondisi lingkungan setempat, (3) pertumbuhannya berkelanjutan, (4) mendatangkan tambahan pendapatan pada petani, (5) awal pertumbuhannya tahan terhadap naungan, dan (6) sesuai dengan selera dan pengalaman petani. Beberapa jenis tanaman pohon berumur panjang dapat dilihat pada Tabel 8.1.

Tabel 8.1. Jenis tanaman pohon berumur panjang

Nama Indonesia	Nama Ilmiah	Pemanfaatan
Mimba	<i>Azadirachta indica</i>	KB, PK, BB, PH, SK
Cemara	<i>Casuarina equisetifolia</i>	KB, BB, SK
Kayu manis	<i>Cinamomum zeylanicum</i>	SP, KB, BB, PH, SK
Johar	<i>Cassia siamea</i>	KB, BB, SK
Sono keling	<i>Dalbergia sisoo</i>	KB, PT, BB, SK
Gmelina	<i>Gmelina arborea</i>	KB, PT, BB, SK
Mindi	<i>Melia azaderach</i>	KB, BB, SK
Sono kembang	<i>Pterocarpus indica</i>	BB, SK
Cendana	<i>Santalum album</i>	BB, SK
Mahoni	<i>Switenia marcophylla</i>	BB, SK
Jati	<i>Tectona grandis</i>	BB, SK

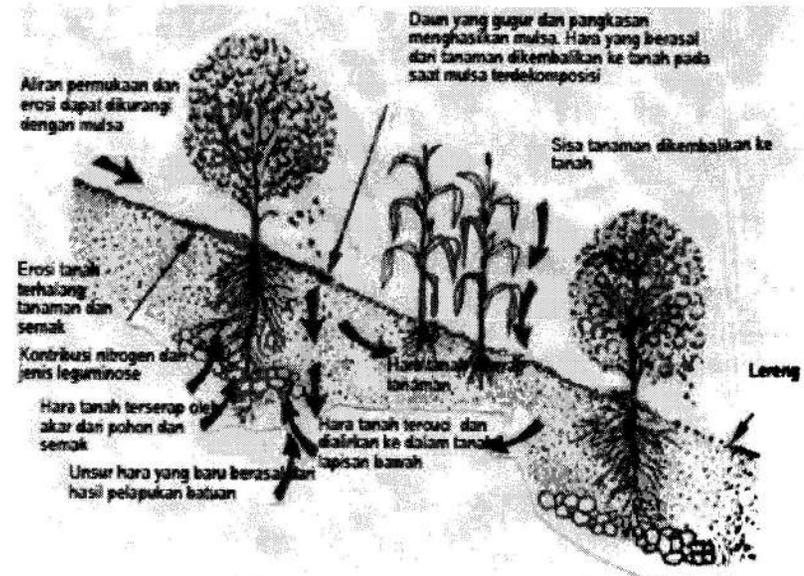
Keterangan : SP = sumber pangan; KB = kayu bakar; PT = pakan ternak; BB = bahan bangunan; PH = pupuk hijau; SK = sumber kayu

Ada empat pertimbangan yang mendorong perkembangan wanatani, yaitu: (1) wanatani tidak mengganggu hutan, terutama fungsi hutan dalam memelihara kelestarian sumberdaya lahan; (2) ancaman kerusakan hutan biasanya lebih ditentukan oleh perilaku petani; (3) sudah dirasakan oleh petani bahwa akan lebih menguntungkan jika hutan alami dirubah menjadi sistem wanatani; dan (4) telah disosialisasikan bahwa sistem hutan alami

memerlukan biaya yang tinggi disebabkan oleh lamanya periode pemeliharaan.

a. Budidaya Lorong (*Alley Cropping*)

Budidaya lorong (*alley cropping*) merupakan sistem pertanaman lorong sebagai salah satu sistem wanatani (*agroforestry*) yang memadukan praktek pengelolaan hutan secara tradisional dan proses daur hara secara alami ke dalam sistem usahatani yang lebih intensif, produktif, dan berkelanjutan. Dalam budidaya lorong, tanaman pangan (semusim) sebagai tanaman utama ditanam pada bidang olah di lorong-lorong (*alleys*) antara barisan-barisan tanaman pagar (*hedgerow crops*) dari semak berkayu atau pohon legum, yang secara berkala dipangkas untuk mengurangi naungan dan sebagai sumber bahan organik. Tanaman semak atau pohon yang ditanam sebagai pagar tersebut tetap memiliki fungsi seperti pada sistem bera dengan semak belukar (*bush-fallow system*), yaitu mendaur ulang unsur hara, sumber mulsa dan pupuk hijau, menekan pertumbuhan gulma dan mengendalikan erosi (Gambar 8.5).



Gambar 8.5. Konsep sistem budidaya lorong (Sumber: Kang *et al.*, 1989)

Di Indonesia, sistem budidaya lorong mulai banyak diterapkan dan hasilnya menunjukkan bahwa sistem ini sangat baik untuk mengendalikan erosi dan aliran permukaan (Suwardjo *et al.*, 1988; Adiningsih dan Mulyadi, 1993; Santoso *et al.*, 1994). Agus (2000) melaporkan bahwa sistem budidaya lorong dapat menekan kehilangan N, P, dan K. Kehilangan hara tersebut dapat ditekan lebih rendah lagi bila diikuti dengan tindakan konservasi tanah yang lain, seperti pemberian mulsa dan olah tanah minimum.

Meskipun sistem budidaya lorong mempunyai berbagai kelebihan, namun sistem ini juga memiliki beberapa kelemahan, yaitu luas bidang olah berkurang, sehingga perlu tambahan tenaga untuk pemeliharaan dan pemangkasan atau panen tanaman pagar, serta adanya sifat *alelopati* dari jenis tanaman pagar tertentu. Selain itu, terjadi persaingan antara tanaman pagar dengan tanaman utama dalam hal serapan hara, cahaya matahari, dan air sering mengurangi dampak positif dari budidaya lorong.

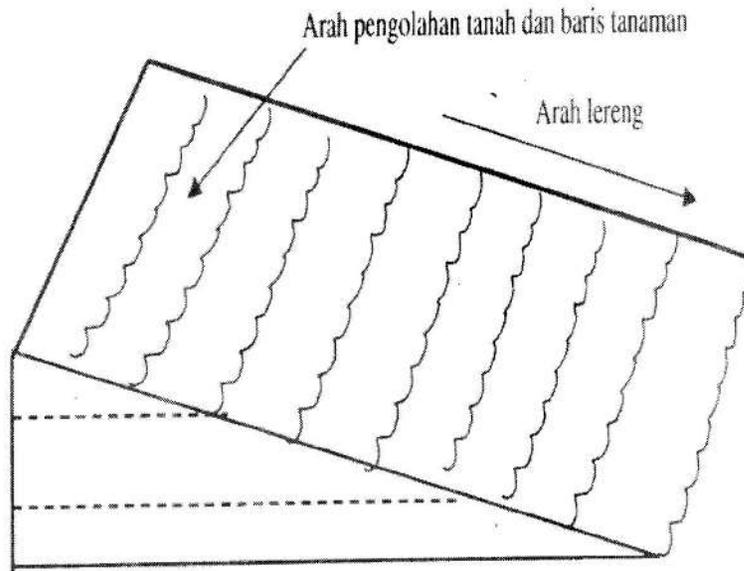
b. Pertanian Sejajar Kontur (*Contour Farming*)

Sistem pertanian sejajar kontur (*contour farming*) merupakan sistem pertanaman yang senada dengan budidaya lorong, tetapi dalam prakteknya lebih banyak dilaksanakan di lahan yang miring yang bertujuan untuk menanggulangi erosi. Sistem ini merupakan salah satu model SALT (*Sloping Agriculture Land Technology*), yaitu mengubah lahan miring yang tidak produktif menjadi produktif.

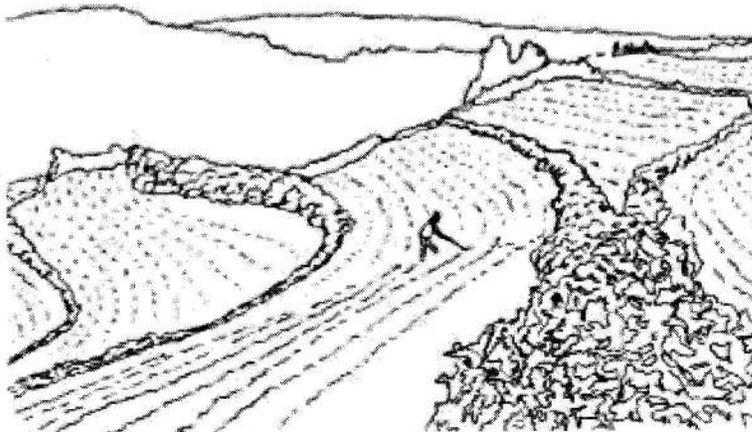
Teknik yang dikembangkan memberikan kesempatan kepada petani untuk melestarikan dan meningkatkan kesuburan tanah, konservasi lengas tanah, menekan hama penyakit tanaman, menekan ketergantungan pada masukan dari luar usahatani. Dalam penerapannya dapat dilengkapi dengan pembuatan saluran kontur, saluran pengendali aliran, perangkap sedimen, cekdam, dan bangunan konservasi lainnya. Dengan teknologi SALT diharapkan pendapatan petani meningkat baik melalui tanaman semusim maupun tanaman keras.

Beberapa tahapan yang harus dilaksanakan dalam menerapkan teknologi SALT, yaitu :

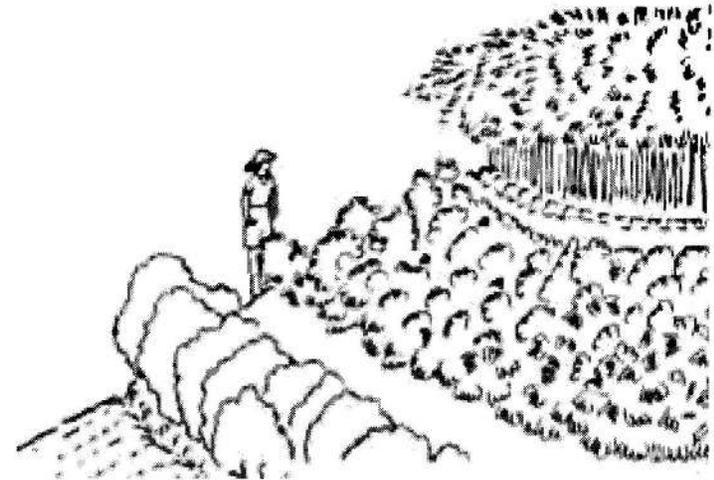
1. Mempersiapkan garis kontur (Gambar 8.6., 8.7., dan 8.8.), kemudian sepanjang garis kontur ditanami dengan tanaman permanen yang disebut sebagai tanaman pagar. Penanaman dilaksanakan pada jarak 4-6 m untuk tanah yang mempunyai tingkat kemiringan >15%, dan 7-10 m untuk tanah yang mempunyai tingkat kemiringan <15% (landai);
2. Penanaman sebanyak dua baris sepanjang garis kontur dengan tanaman jenis legum, semak, dan pohon. Jarak antar baris sepanjang kontur 50 cm;
3. Untuk tiap tiga atau empat larikan ditanami dengan tanaman permanen yang memiliki nilai ekonomi tinggi, seperti kopi, kakao, jeruk, dll;
4. Antar tanaman pagar sebelum tajuk tanaman permanen saling menutup diantaranya dapat ditanami dengan tanaman semusim yang disukai petani;
5. Dipilih jenis tanaman yang berumur pendek atau sedang (padi, jagung, kedelai, nenas, ubi jalar, dll.);
6. Pemotongan/ pemangkasan tanaman pagar sampai ketinggian 1 m dan biomassa pemangkasan digunakan sebagai sumber bahan organik;
7. Diperlukan rotasi tanaman non-permanen untuk mempertahankan, meningkatkan, dan membangun kesuburan tanah;
8. Di bagian bawah tanaman pagar diberi penguat menggunakan tongkat atau batu yang disusun berjajar bertujuan untuk mengikat atau sebagai perangkap sedimen yang mengalir dari bagian atas;
9. Teknik ini dapat divariasikan dengan memanfaatkan tanaman multiguna serta menyesuaikan dengan kondisi spesifik lokasi setempat. Tanaman pagar yang tumbuh seperti rumput dapat dipangkas setiap waktu dan dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak.



Gambar 8.6. S kema pengolahan tanah dan penanaman berdasarkan kontur (Sumber : Arsyad, 2006)



Gambar 8.7. Pertanian sejajar kontur menghemat air dan mencegah erosi tanah di lahan miring (Sumber : USDA NRCS Practice (330))



Gambar 8.8. Memadukan pertanian sejajar kontur dengan praktek konservasi lainnya (Sumber : USDA NRCS Practice (330)).

Sistem Pertanian Sela

Pertanaman sela merupakan cara bercocok tanam *polyculture*/campuran yang dilakukan antara jenis tanaman tahunan dengan tanaman semusim. Sistem cocok tanam sela ini lebih sering ditemui pada tanaman perhutanan atau perkebunan sebagai contoh perkebunan kelapa sawit atau karet. Pada sistem cocok tanam sela ini, tanaman semusim ditanam ketika tanaman tahunan masih kecil atau belum produktif.

Dilihat dari perkembangan tajuk tanaman tahunan, terdapat dua model sistem pertanian sela, yaitu pertanian sela terus-menerus dan pertanian sela sementara/ periodik. Pertanian sela terus-menerus ialah penanaman tanaman pangan semusim atau menahun, palawija, atau rumput pakan di antara tanaman tahunan yang sudah menghasilkan. Pada sistem ini, tajuk tanaman tahunan tidak rapat, sehingga memungkinkan untuk membudidayakan tanaman lainnya yang memiliki tajuk lebih rendah dari tanaman tahunan. Pengaturan tanaman dilakukan sedemikian rupa sehingga interaksi antar tanaman

tidak saling merugikan. Adapun contoh pertanaman sela terus-menerus adalah penanaman coklat, pisang, padi gogo, nenas, atau jagung di antara barisan kelapa.

Sistem pertanaman sela sementara/periodik ialah penanaman tanaman pangan semusim, palawija atau rumput pakan di antara tanaman tahunan yang tajuknya belum menutupi saluran permukaan tanah. Jika tajuk tanaman tahunan sudah menutupi seluruh permukaan tanah, maka tanaman semusim tidak dapat dibudidayakan lagi. Contoh sistem pertanaman sela sementara adalah penanaman padi gogo, jagung, kacang tanah, dan sayuran dataran rendah di antara barisan tanaman karet atau kelapa sawit muda.

Beberapa keuntungan dari sistem pertanaman sela yaitu: (1) memberikan pendapatan dalam waktu singkat kepada petani, (2) mencegah pertumbuhan gulma yang dapat merugikan tanaman tahunan, dan (3) meringankan pemeliharaan tanaman tahunan karena pemberian pupuk dan pengendalian hama penyakit tanaman sela dapat meningkatkan kesuburan tanah dan mengurangi gangguan hama penyakit bagi tanaman tahunan. Selain itu, sistem ini juga memiliki beberapa kekurangan diantaranya: (1) tanaman semusim atau tahunan bertajuk rendah dapat menjadi inang hama penyakit yang menyerang tanaman tahunan, (2) tanaman sela dengan tanaman semusim hanya cocok diterapkan pada lahan dengan kelerengan <30%, karena pada lereng yang curam akan mempercepat erosi, dan (3) memerlukan banyak tenaga dan biaya.



Gambar 8.9. Tanaman padi yang ditanam di sela-sela tanaman jeruk umur muda (Sumber : Anonim³, 2018)

c. Intensifikasi Pekarangan

Pekarangan atau kebun merupakan salah satu sistem wanatani tradisional yang tetap bertahan sesuai dengan budaya dan kondisi ekosistem setempat. Kegiatan ini berupa penanaman tanaman tahunan dan tanaman pangan semusim serta sering pula dikombinasikan dengan pemeliharaan ternak terutama jenis ruminansia dan unggas di sekitar rumah. Intensifikasi pekarangan yang dilaksanakan secara konvensional mempunyai ketergantungan yang tinggi pada masukan dari luar termasuk benih dan bibit, pupuk kimia, pestisida, dan kebutuhan lainnya. Keberhasilan intensifikasi pekarangan konvensional sangat tergantung pada penyediaan masukan dari luar usahatani. Pengembangan pekarangan harus lebih menitikberatkan pada kesediaan sumberdaya dan pengetahuan yang dimiliki petani setempat.

Pendekatan intensifikasi alami sangat berbeda dengan intensifikasi pekarangan konvensional. Intensifikasi alami lebih menitikberatkan pada penyiapan petak pertanaman dengan pengolahan tanah, daur ulang hara, membangun kesuburan tanah, keanekaragaman pertanaman, dan keseimbangan ekosistem secara terpadu. Melalui intensifikasi pekarangan alami, bahan organik didaur ulang dengan cara dikembalikan ke tanah dalam bentuk kompos.

Keberhasilan sistem pekarangan dalam mempertahankan produktivitasnya dapat ditinjau berdasarkan:

1. Mempertahankan dan meningkatkan hasil tanaman secara berkelanjutan;
2. Meningkatkan pasokan energi yang berasal dari sumberdaya lokal, terutama kayu bakar;
3. Menghasilkan beraneka bahan yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari ataupun untuk dijual di pasar;
4. Perlindungan dan sekaligus meningkatkan kualitas lingkungan, terutama tanah, air, flora, dan fauna;
5. Meningkatkan kondisi sosial ekonomi petani yang sesuai dengan budaya setempat.

Dalam melakukan intensifikasi pekarangan, ditempuh beberapa tahapan kegiatan yaitu:

1. Menyiapkan petak pertanaman,
2. Pemberian pupuk organik dan bahan pembenah alami ke petak pertanaman,
3. Melakukan penanaman petak pertanaman secara intensif,
4. Pemberian pupuk cair dari daun tanaman legum,
5. Pengendalian hama dan penyakit tanaman menggunakan pestisida nabati,
6. Penentuan pola tanam,
7. Konservasi sumberdaya genetik dengan cara penggunaan bermacam-macam jenis sayuran dari varietas lokal,
8. Menggunakan bahan-bahan yang tersedia setempat, seperti benih, limbah tanaman dan ternak,
9. Menggunakan tenaga intensif daripada modal intensif.

d. Tanaman Pelindung

Tanaman pelindung adalah tanaman tahunan bertajuk tinggi yang sengaja ditanam dengan tujuan untuk melindungi tanaman utama (tanaman semusim atau tanaman perkebunan bertajuk rendah/tanaman perdu) dari kelebihan intensitas sinar matahari dan pengaruh buruk dari angin. Untuk mengurangi persaingan unsur hara dengan tanaman yang dilindungi, proporsi tanaman pelindung harus lebih sedikit daripada tanaman yang dilindungi dan dipilih tanaman jenis legum berkayu.

Adapun persyaratan tanaman yang dijadikan sebagai tanaman pelindung adalah:

1. Memiliki tajuk yang tinggi;
2. Memiliki perakaran yang dalam, sehingga dapat mendaur ulang hara dari lapisan tanah yang dalam, serta mengurangi persaingan dengan tanaman utama;
3. Termasuk jenis legum berkayu, sehingga dapat memfiksasi nitrogen bebas dari udara untuk tanaman utama;
4. Tidak mudah rebah atau patah, sehingga tanaman utama tidak mengalami kerusakan; dan
5. Mampu mengurangi kerusakan tanaman utama dari pengaruh buruk angin terutama di daerah beriklim kering.



Gambar 8.9 Kebun kopi percontohan di Puslitkoka dengan lamtoro sebagai tanaman pelindung (Sumber : Anonim⁴, 2016)

e. Pagar Hidup

Pagar hidup adalah barisan tanaman tahunan jenis perdu atau pohon yang dibuat sepanjang batas pemilikan lahan yang ditanam dengan jarak tanam rapat, dipangkas pada ketinggian 1,5-2 m, dan mempunyai berbagai fungsi seperti mengamankan lahan dari masuknya ternak, sebagai penahan angin, penahan erosi, sumber kayu bakar dan sumber bahan organik/mulsa. Pagar hidup juga berfungsi sebagai sumber pakan ternak, bahan mulsa penyubur tanah, melindungi tanaman dari angin kencang dan untuk mengurangi kecepatan aliran permukaan bila ditanam dilahan yang berlereng curam.

Persyaratan tanaman yang dijadikan sebagai pagar hidup adalah sebagai berikut:

1. Memiliki akar dalam, sehingga dapat mendaur ulang hara dari lapisan tanah yang dalam, mengurangi persaingan dengan tanaman utama, dan mampu mencegah erosi;

2. Tahan dipangkas secara periodik;
3. Banyak menghasilkan bahan hijau segar untuk pakan ternak atau bahan kayu bakar;
4. Bukan sebagai inang hama penyakit bagi tanaman utama;
5. Untuk daerah beriklim kering, dipilih tanaman yang tahan kering, sehingga tidak mudah mati selama kemarau panjang; dan
6. Diusahakan dari jenis legum perdu karena kualitas pakan ternak akan lebih baik, serta dapat memfiksasi nitrogen bebas dari udara untuk tanaman utama.



Gambar 8.10 Tanaman gamal sebagai pagar hidup dan pakan sapi (Sumber : Anonim⁵, 2016)

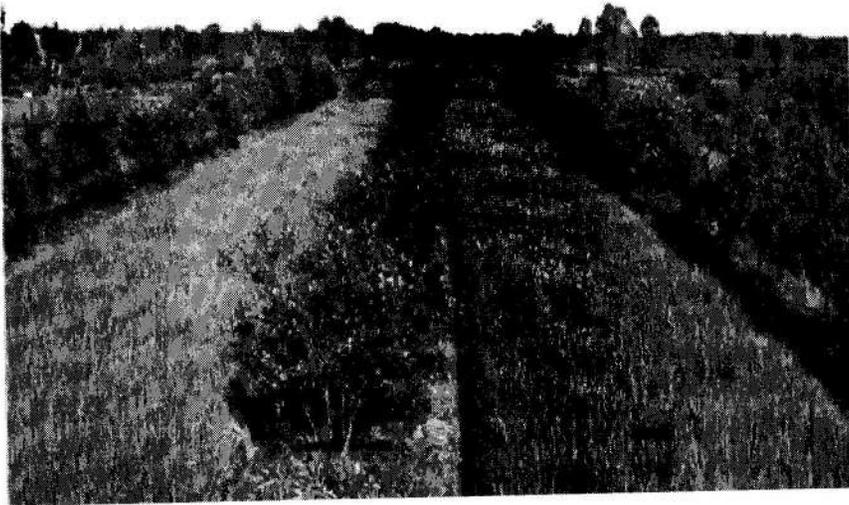
8.5 Sistem Sawah Surjan

Sistem sawah surjan adalah salah satu sistem pertanaman campuran yang dicirikan oleh perbedaan tinggi permukaan bidang tanam pada suatu luasan lahan. Perbedaan ketinggian ini minimal 0,50 m. Bidang tanam ini dibuat memanjang sehingga dari atas akan tampak seperti garis-garis (*strip*) berselang-seling, karena masing-masing bidang tanam yang berbeda tingginya ditanami oleh komoditi tanam yang berbeda. Dari bentuk garis-garis inilah nama "surjan" dipakai, karena mirip dengan pola strip pada pakaian tradisional berbahan lurik dari Yogya, surjan.

Dalam sistem sawah surjan, bidang yang rendah disebut "lembah" dan yang tinggi disebut "bukit". Lembah biasanya ditanami padi pada musim hujan. Pada musim kemarau, lembah ditanami palawija untuk memanfaatkan sisa kelembaban air yang tersisa. Bagian bukit dapat ditanami bermacam-macam komoditi, biasanya palawija atau rumput pakan ternak. Di beberapa daerah di Jawa yang memiliki lahan sawah, bagian bukit ditanami pohon buah-buahan, seperti mangga atau jeruk. Pada tempat-tempat yang sering mengalami surplus air pada musim penghujan, bagian lembah digunakan sebagai pengontrol kelebihan air, menjadi penampung kelebihan air. Tanaman yang tumbuh di bagian bukit akan selamat dari genangan air yang tinggi.

Penataan lahan dengan sistem sawah surjan dianjurkan pada lahan pasang surut, sawah tadah hujan, gambut, dan lebak tipe dangkal dan tengah. Surjan dibuat dengan meninggikan sebagian lahan dengan menggali atau mengeruk tanah disekitarnya. Bagian lahan yang ditinggikan disebut tembokan (*raise beds*), sedangkan wilayah yang digali atau di bawah disebut tabukan (*sunkens beds*). Lebar tembokan dibuat sekitar 2-3 m dan tinggi 0,50-0,75 m, sedangkan tabukan dibuat dengan lebar 8-15 m. Pada sisi kiri dan kanan surjan sebaiknya dibuat saluran dengan lebar 0,50 m dengan kedalaman 0,50 m yang akan berfungsi menjaga kelembaban surjan atau tempat pengambilan air untuk menyiram tanaman di surjan pada saat diperlukan. Setiap hektar lahan dapat dibuat sekitar 6-10 tembokan (sekitar 0,06-0,12 % total lahan) dan 5-9 tabukan. Untuk menyeragamkan tinggi genangan air dan kesuburan tanah di petakan lahan (tabukan), maka perlu dilakukan perataan lahan bersamaan dengan kegiatan pengolahan tanah (Luthfi *et al.*, 2016).

Melalui sistem surjan ini, lingkungan tanah dapat diperbaiki, sehingga produktivitas tanah dapat ditingkatkan. Sistem surjan memenuhi tiga prinsip dasar dalam meningkatkan ketersediaan pangan: (1) memperluas areal yang dapat ditanami tanaman pangan; (2) meningkatkan hasil tanaman persatuan luas; dan (3) meningkatkan jumlah tanaman yang dapat ditanam untuk setiap tahunnya.



Gambar 8.11 Menanam padi dan jagung dengan sistem surjan
(Sumber : Anonim⁶, 2013)

SOAL LATIHAN

1. Dalam pertanian organik, dikenal beberapa sistem pertanian. Jelaskan sistem-sistem pertanian tersebut!
2. Bagaimana sistem sawah surjan dilaksanakan masyarakat di lahan pasang surut? Berikan penjelasan saudara!
3. Bagaimana pertanian organik dapat dilakukan di areal yang memiliki kemiringan tertentu? Jelaskan!

PUSTAKA RUJUKAN

- Anonim¹. 2012. Peran Strategis Integrasi Ternak-Sawit dalam Mensukseskan Swasembada Daging Sapi. Diakses pada <https://bangazul.com/peran-strategis-integrasi-ternak-sawit-dalam-mensukseskan-swasembada-daging-sapi/> tanggal 22 Februari 2018 pukul 16.00 WITA.
- Anonim². 2016. Ternak Kambing dan Pertanian. Diakses pada <http://ternak-kambing-gibas.blogspot.co.id/2013/03/sistem-3-in-1.html> tanggal 18 Februari 2018 pukul 20.00 WITA.
- Anonim³. 2018. Penjelasan Tanaman Tumpangsari (*Polyculture*) Lengkap dengan Kelebihannya. Diakses pada <https://masbidin.net/tanaman-tumpangsari/> tanggal 15 Februari 2018 pukul 21.30 WITA.
- Anonim⁴. 2016. Mencari Pendamping Ideal untuk Pohon Kopi. Diakses pada <https://www.minumkopi.com/mencari-pendamping-ideal-untuk-pohon-kopi/> tanggal 15 Januari 2018 pukul 17.30 WITA.
- Anonim⁵. 2015. Gamal, Pencegah Erosi dan Pakan Sapi. Diakses pada <http://www.jurnalasia.com/bisnis/gamal-pencegah-erosi-dan-pakan-sapi/> tanggal 15 Januari 2018 pukul 18.00 WITA.

Anonim⁶. 2013. DIY Hidupkan Kembali Sistem Surjan. Diakses pada <http://www.republika.co.id/berita/nasional/jawa-tengah-diy-nasional/13/11/22/mwnagu-diy-hidupkan-kembali-sistem-surjantanggal> 15 Januari 2018 pukul 16.00 WITA.

Arsyad, S. 2006. Konservasi Tanah dan Air. IPB Press. Bandung.

Damayanti, Y. 2011. Potensi dan Peluang Pengembangan Sistem Mina Padi sebagai Upaya Penanganan Dampak Perubahan Iklim di Provinsi Jambi. Seminar Nasional Sains dan Teknologi-IV.

Diodenha, A. 2001. Persepsi Lingkungan Petani Desa Purwasari Kecamatan Dramaga Kabupaten Bogor Terhadap Penerapan Teknologi Intensifikasi Mina Padi (INMIDI). Skripsi. Institut Pertanian Bogor.

Eusebio, J.A., B. Robino, and E.C. Eusebio. 1976. Recycling System in Integrated Plant and Animal Farming. UPLB Tech. Bull. Vol I (1). College, Laguna, Philippines. 30p.

Government of India. 2010. Technical Brochure - Organic Farming System-An Integrated Approach for Adoption under Nation Horticulture Mission. National Horticulture Mission. Department of Agriculture and Cooperation Ministry of Agriculture. New Delhis.

Kang, B.T., A.C.B.M. Van Der Kruijs, and D.C. Couper. 1989. Alley cropping for food crop production in the humid and subhumid tropics. p : 16-26. In Kang, B.T. and L. Reynolds (Eds.). Alley Farming in the Humid and Subhumid Tropics. Proc. International Workshop Ibadan. Nigeria. 10-14 March 1986. IITA and ILCA. Addis Ababa. Ethiopia. IDRC Ottawa. Ont. Canada and USAID Washington. D.C. USA.

Luthfi, F. H. Yusran, D. Biyatmoko, Abdussamad, Zairin, T. Heiriyani, dan Y.A. Nazari. 2016. Laporan Penelitian: Pengkajian Potensi, Kendala, dan Alternatif Solusi untuk

Pengembangan Wilayah Lebak di Kabupaten Tabalong dalam Rangka Mendukung Peningkatan Produktivitas dan Perbaikan Kesejahteraan Petani. Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru.

Makka, D. 2006. Prospek Pengembangan Sistem Integrasi Peternakan yang Berdaya Saing. Seminar Nasional Sistem Integrasi Tanaman-Ternak. hal 18-32.

Nababan, A. 1995. Kearifan Tradisional dan Pelestarian Lingkungan Hidup di Indonesia. Analisis CSIS Tahun XXIV No.6, November-Desember 1995. hal. 421-435.

ORDPB. 1997. Huai Sai Royal Development Study Center. Office of the Royal Development Projects Board. Thailand. 16p.

Prajitno, D. 1986. Kajian dinamika sistem pertanian sebagai dasar usaha menuju penganekaragaman pangan. Analisa CSIS. 7 : 601 - 612.

Prajitno, D. 2009. Sistem Usahatani Terpadu sebagai Model Pembangunan Pertanian Berkelanjutan di Tingkat Petani. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar pada Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Sajise, P.E., 1998. Ecological concerns in crop-livestock integration in sloping land. FFTC Ext. Bull. No. 461. 10p.

Santoso, D., J. Purnomo, I.G.P. Wigena dan E. Tuherkih. 2004. Teknologi Konservasi Tanah Vegetatif. hlm. 71-102.

Suwarto, A.T. Aryanto, dan I. Effendi. 2015. Perancangan Model Pertanian Terpadu Tanaman-Ternak dan Tanaman-Ikan di Perkampungan Teknologi Telo, Riau. J. Agron. Indonesia 43 (2): 168 - 177

Tiku, G.V. 2008. Analisis Pendapatan Usahatani Padi Sawah Menurut Sistem Mina Padi dan Sistem Non Mina Padi (Kasus Desa Tapos I dan Desa Taposli, Kecamatan

Tenjolaya, Kabupaten Bogor, Jawa Barat). *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

USDA NRCS Practice (330). Contour Farming for Cropland in the Pacific. University of Hawaii - College of Tropical Agriculture and Human Resources. Ed. University of Hawaii at Manoa.). Web. <http://www.ctahr.hawaii.edu/wq/publications/Final_FactSheets/ContourFarmingCrop330.pdf>.

Yulipriyanto, H. 1997. Penerapan Sistem Pertanian Terpadu dalam Rangka Pelestarian Produksi Menuju Swasembada Pangan Berkelanjutan. *Cakrawala Pendidikan*. 1: 129-139.

BAB IX

STANDARISASI DAN SERTIFIKASI SARANA DAN PRODUK PERTANIAN ORGANIK

Pertanian organik merupakan pertanian yang bekerjasama dengan alam, menghayati dan menghargai prinsip-prinsip yang bekerja di alam yang telah menghidupi segala makhluk hidup berjuta-juta tahun lamanya.



9.1 Pendahuluan

Pada saat ini pandangan pengembangan pertanian organik sebagai salah teknologi alternatif untuk menanggulangi persoalan lingkungan sangat diperlukan. Persoalan besar yang terjadi disebabkan karena pencemaran tanah, air, dan udara, sehingga menyebabkan terjadinya degradasi dan kehilangan sumberdaya alam dan penurunan produktivitas tanah. Pertanian berbasis kimia dalam bentuk ketergantungan yang cukup besar pada pupuk dan pestisida telah mempengaruhi kualitas dan keamanan bahan yang dihasilkan, kesehatan dan kehidupan lainnya. Dengan memperhitungkan generasi mendatang, maka pertanian organik menghasilkan interaksi yang bersifat dinamis antara tanah, tanaman, hewan, manusia, ekosistem, dan lingkungan.

Pada masa yang akan datang dengan makin meningkatnya permintaan bahan pangan akrab lingkungan dan menyehatkan di tingkat nasional maupun global, maka bagaimanapun juga

masalah standarisasi dan sertifikasi produk-produk organik sudah harus mendapat perhatian. Ekspor produk pertanian organik Indonesia hingga saat ini masih belum berjalan mulus. Buruknya standar kualitas produk, menjadi penyebab utama penolakan negara tujuan.

Hal yang perlu digarisbawahi adalah bahwa salah satu faktor paling signifikan yang membedakan pertanian organik dengan konsep pertanian berkelanjutan lainnya adalah adanya standar produk dan prosedur sertifikasi. Standar tersebut telah dikembangkan oleh lembaga swasta, dan memberi hak kepada anggota untuk menggunakan merk organik dari lembaga tersebut serta memberi jaminan label pemasaran produk merek. Setidaknya terdapat 100 standar nasional telah dikembangkan di seluruh dunia. Beberapa negara merumuskan atau telah mengadopsi undang-undang dan peraturan tentang produk dan pengolahan organik dan persyaratan sertifikasi untuk mengendalikan penggunaan label yang menunjukkan asal dari produk organik.

Sertifikasi produk organik merupakan aspek penting yang terus meningkat dalam perdagangan internasional produk organik. Sebagian besar peraturan mensyaratkan produk yang diberi label organik untuk disertifikasi oleh badan independen sehingga memberikan jaminan bahwa barang tersebut memang telah diproduksi sesuai dengan standar produk organik.

Hampir 90% produk organik di Indonesia yang beredar di pasar belum memiliki sertifikat organik, sehingga rawan penipuan yang berujung merugikan konsumen. Hal itu diketahui setelah sejumlah lembaga sertifikasi organik nasional melakukan analisis secara kasat mata dan menemukan sejumlah produk yang diklaim sebagai produk organik ternyata masih menggunakan pupuk kimia. Sertifikasi penting untuk meningkatkan harga produk pertanian terutama yang diekspor. Komoditas untuk perdagangan internasional tersebut antara lain kopi, kakao, kacang mete, dan sebagainya. Selama ini ekspor produk pertanian dari Indonesia sering kali kalah dengan produk dari negara lain karena alasannya belum memenuhi standarisasi negara tujuan ekspor. Adanya sertifikat sebagai produk organik akan membuat komoditas

lebih bisa diterima oleh pasar internasional karena konsumennya lebih peduli pada isu-isu keberlanjutan ataupun isu-isu lingkungan.

9.2 Kendali Mutu dan Standar Baku

Organisasi pertanian organik dunia mempunyai peraturan yang berhubungan dengan proses produksi dan prosedur pengolahan hasil. IFOAM (*International Federation of Organic Agriculture Movements*) telah mengembangkan standar baku pertanian organik yang dapat digunakan sebagai acuan dalam menyusun mutu (*quality control*) dan sertifikasi nasional. Sebab, pertanian organik di Indonesia masih merupakan gerakan yang sangat terbatas, belum sepenuhnya mendapat dukungan, baik dari kalangan petani, peneliti dan pemerintah, maka masalah kendali mutu dan sertifikasi belum mendapatkan perhatian.

Kita harus mulai menyiapkan konsep kendali mutu dan standar baku pertanian organik dengan mengacu pada standar baku IFOAM yang dimodifikasi menyesuaikan dengan kondisi di Indonesia. Dalam standar baku IFOAM terdapat sepuluh aspek pertanian organik yang digunakan sebagai standar-standar dasar yaitu: (1) rekayasa genetik, (2) produksitanaman dan peternakan secara umum, (3) produksi tanaman, (4) peternakan, (5) produksi akuakultur, (6) pengolahan dan penanganan makanan, (7) pengolahan tekstil, (8) pelabelan, (9) kepedulian sosial, dan (10) pengelolaan hutan.

9.3 Tujuan Pertanian Organik dan Pengelolaannya

Pertanian organik bertujuan untuk menghasilkan bahan yang memenuhi standar kualitas yang baik dan mendorong terjadinya daur biologi secara alamiah, dengan memanfaatkan sumberdaya pertanian yang terbarukan serta menerapkan praktek pertanian yang tidak menimbulkan polusi. Untuk melaksanakan tujuan tersebut diperlukan perhatian yang cukup besar khususnya masalah konservasi tanah dan air, perlindungan tanaman, habitat ternak dan hewan liar, mempertahankan dan meningkatkan pengetahuan tradisional mengembangkan benih lokal, varietas tanaman, dan persilangan hewan.

9.4 Manfaat dan Relevansi Pertanian Organik

Kegiatan pertanian organik sangat memperhatikan masalah keseimbangan ekologi secara alamiah dalam menghasilkan produk pertanian melalui pergiliran tanaman, daur ulang residu pertanaman dan menggunakan berbagai macam cara pengendalian hama, penyakit, maupun gulma tanaman, serta meninggalkan penggunaan pupuk kimia dan bahan pertanian lainnya termasuk pestisida. Dalam bidang peternakan, kebutuhan fisiologi dan lingkungan hewan sangat diperhatikan dengan memberi pakan dalam jumlah cukup dan berkualitas, serta tetap mempertahankan sistem sesuai dengan perilaku yang ada disertai dengan perlakuan yang sepadan.

Seperti diketahui bahwa ternak adalah bagian dari pertanian organik karena ikut andil dalam proses daur ulang hara, kesuburan tanah, dan produksi yang tinggi. Daur ulang limbah ternak berperan penting dalam mencegah terjadinya polusi lingkungan yang secara bersamaan juga meningkatkan produksi tanaman. Ternak terutama sapi dan kerbau dapat dimanfaatkan untuk menarik bajak, demikian pula hasil sampingannya dapat dimanfaatkan. Dasar keseimbangan ekologi alamiah tersebut membuat harmoni hubungan antara produksi tanaman dan peternakan yang dapat diperoleh dengan cara mencukupi sendiri kebutuhan pupuk kandang dan pakan ternak dalam petak pertanaman melalui persediaan pakan yang cukup.

Pengolahan produk organik harus mempunyai kualitas yang dapat dipertahankan untuk setiap tahapan pengolahan dengan menerapkan metode yang baik, membatasi penggunaan bahan aditif dengan teknologi yang hemat energi. Menangani produk pertanian organik harus diarahkan untuk menekan degradasi lingkungan melalui pengelolaan limbah yang baik, sistem pengemasan, pengolahan, dan transportasi hemat energi.

Produk yang dihasilkan dan diproses secara tradisional dapat secara langsung disertifikasi sebagai produk pertanian organik. Akan tetapi, tempat pengolahan produk organik tersebut setiap tahunnya harus diawasi, dipantau, dan dievaluasi sesuai dengan standar baku mutu yang berlaku.

9.5 Periode Transisi Menuju Pertanian Organik

Periode transisi merupakan waktu antara saat mulai melaksanakan prinsip pertanian organik dan sertifikasi hasil tanaman dan/atau peternakan. Periode transisi atau periode konversi tidak diperlukan untuk lahan yang masih asli, yaitu belum pernah dilakukan sama sekali pertanian konvensional atau pertanian dengan teknologi tradisional dan memenuhi persyaratan standar baku pertanian organik. Badan yang melaksanakan sertifikasi harus membuat deskripsi periode konversi sesuai dengan peraturan ekspor, apabila produk pertanian organik tersebut akan diekspor.

Petani harus mampu menyusun rencana yang jelas mengenai bagaimana cara melaksanakan konversi. Rencana yang dibuat harus mendeskripsikan sejarah dan situasi pertanaman, pupuk dan pestisida kimia yang digunakan, penjagaan kesehatan ternak, jadwal konversi, dan aspek menuju perubahan, termasuk pergiliran tanaman, pemupukan, dan pengelolaan hama penyakit tanaman. Apabila keseluruhan hamparan tidak dapat dikonversi atau disertifikasi, maka petani harus membuat batas yang tegas, catatan yang jelas dalam mengidentifikasi bahwa tidak terjadi produksi yang paralel antara pertanian organik dan pertanian tradisional/konvensional.

Rekomendasi tidak diberikan pada lahan atau produk peternakan organik yang dilaksanakan ditempat terpisah. Apabila seorang petani melaksanakan dua atau lebih usahatani secara terpisah, maka semua usahatannya harus dikonversi secara terpisah sesuai dengan standar pertanian organik. Menurut peraturan internasional pertanian organik, mengkonversi hutan secara langsung menjadi lahan pertanian termasuk pelanggaran. Lamanya periode konversi didasarkan atas penggunaan lahan masa lalu dengan kondisi ekologi.

9.6 Standarisasi

Standar : Pengembangan dan Penerapan

Pertanian organik tidak hanya sekedar menghasilkan bahan pangan yang aman bagi kesehatan manusia, tetapi juga merupakan suatu pendekatan cakupan luas menuju gaya hidup yang lain. Di tengah masalah pertanian yang cukup rumit, ternyata pertanian organik telah berkembang hampir ke seluruh dunia. Banyak negara yang telah menerima dan melaksanakan aturan pertanian organik menuju pertanian berkelanjutan sekaligus perlindungan terhadap lingkungan.

Standar dasar (*basic standards*), baik yang bersifat internasional, regional, maupun terikat dengan ideologi tertentu, bukan dibuat sebagai acuan menuju produk organik atau mengembangkan usahatani yang berwawasan lingkungan. Disamping itu juga memberikan manfaat karena membantu kita untuk lebih memfokuskan pada prinsip pertanian organik. Terdapat batasan-batasan yang jelas tentang teknologi, pendidikan, dan metode untuk melaksanakan inovasi. Masalah yang mendesak adalah membedakan pertanian organik murni dan konsep “transisi”, termasuk pengelolaan hama penyakit terpadu. Gerakan pertanian organik dapat memadukan peraturan dan hukum yang berlaku untuk melindungi pertanian organik dan produk organik.

Sertifikasi produk organik sangat tergantung pada pasar yang berkembang pada saat ini. Untuk menjawab hal ini maka kita mengambil contoh negara-negara uni Eropa dan Amerika Serikat. Masyarakat Ekonomi Eropa (MEE) dan Negara Amerika Serikat mempunyai andil yang besar dalam mengembangkan pertanian organik, dan merupakan pasar terbesar produk pertanian organik. Kedua pasar tersebut kemudian diatur melalui peraturan “*U.S. Organic Foods Production Act 1990*” dan “*Organic Agriculture 1991*”. Peraturan tersebut diperuntukkan bagi negara-negara anggota MEE. Disamping itu, “*Codex Alimentarius Commission*” yang dikembangkan oleh kelompok kerjasama WHO/FAO, sebagai panduan untuk mengembangkan peraturan pertanian organik dari negara-negara anggota. Model sertifikasi yang sudah berkembang tersebut dapat digunakan sebagai acuan, selanjutnya

dalam mengembangkan model sertifikasi yang sudah ada menyesuaikan dengan kondisi di Indonesia.

IFOAM (*International Federation of Organic Agriculture Movement*) telah menyusun “standar dasar” untuk para anggota organisasi dalam merancang pengembangan pertanian organik dan pengolahan hasil yang diperlukan sesuai dengan kondisi iklim dan kondisi spesifik yang dimiliki masing-masing anggota. Pada dasarnya peraturan yang dikembangkan oleh MEE, Amerika Serikat, dan *Codex Alimentarius Commission* mengacu pada Standar Dasar IFOAM.

Beberapa negara Asia seperti India, Jepang, Korea juga telah menyusun panduan sertifikasi produk organik. Sampai tahun 2000 terdapat beberapa lembaga sertifikasi nasional yang mendapat akreditasi dari IFOAM yaitu: *KRAV* (Swedia), *National Association Sustainable Agriculture Australia* (Australia), *Fram Verified Organic* (USA), *Instituto Biidinamico* (Brazil), *Soil Association Certification Ltd* (Inggris), *Biogricoop* (Italia), *Oregon Tilth* (USA), *Natural Verband* (Jerman), *California Certified Organic Farmers* (USA), *Organic Grower and Buyer Association* (USA), *Argencert* (Argentina), *Bio-Gro* (New Zealand), *Bolicert* (Bolivia), dan *AIAB* (Italia).

a. “Standar Dasar Internasional” IFOAM

IFOAM (*The International Federation of Organic Agriculture Movements*) didirikan pada tahun 1972 sebagai organisasi payung untuk asosiasi pertanian organik nasional. Anggota terdiri dari lembaga sertifikasi, pedagang, dan pengolah. IFOAM telah menetapkan “Standar Dasar Internasional” untuk pertanian organik dan pengolahan pangan, yang menyediakan kerangka kerja untuk berbagai program sertifikasi. Standar IFOAM diperbarui secara berkala oleh Komite Standar IFOAM dan disetujui oleh Dewan Umum IFOAM. IFOAM memiliki status konsultatif dengan Uni Eropa (UE) dan *Codex Alimentarius Commission*, dan status hubungan resmi dengan FAO. IFOAM juga terdaftar di *International Organization for Standardization* (ISO) sebagai badan standarisasi internasional, dan diterima sebagai

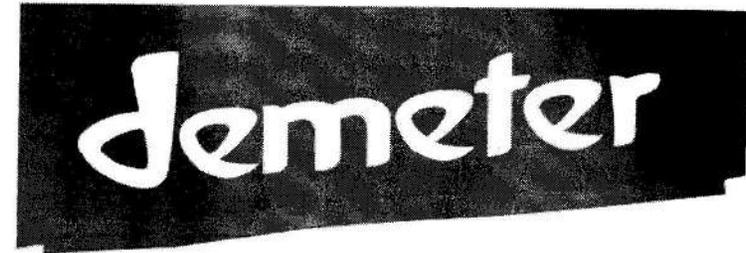
penghubung ke komite penilaian kesesuaian ISO (ISO CASCO).



Gambar 9.1. Logo IFOAM (Sumber : Anonim¹, 2018)

b. Demeter International eV

Demeter International eV adalah jaringan internasional dari 19 lembaga sertifikasi internasional di Afrika, Australia, Eropa, dan Amerika Utara. Demeter International eV menyatakan sekitar 3.000 petani mewakili dari 35 negara, mencakup sekitar 100.000 hektar lahan yang diusahakan dengan sistem biodinamik. Terdaftar lebih dari 50 negara yang diakui secara internasional. Petani organik harus mengikuti prinsip produksi biodinamik yang dapat disertifikasi dengan Standar Demeter, dengan demikian diberi wewenang untuk memberi label produk mereka dengan tanda Demeter (Gambar 9.2). Standar ini disepakati secara internasional, walaupun mungkin ada beberapa perbedaan interpretasi nasional. Standar biodinamik diformulasikan sedemikian rupa untuk mematuhi peraturan internasional tentang pertanian organik. *Demeter International* juga melaksanakan program akreditasi dan membantu pembentukan lembaga sertifikasi.



Gambar 9.2. Logo Demeter International eV (Sumber : Anonim², 2018)

c. Codex Alimentarius Commission

Pada tahun 1962, WHO/FAO membentuk komisi standar pangan untuk menyusun panduan yang sejalan dengan peraturan MEE yang bertujuan untuk melindungi konsumen dari bahaya kesehatan dan penipuan, serta memfasilitasi perdagangan produk pangan internasional. Program ini bekerja melalui badan antar pemerintah yang disebut sebagai *Codex Alimentarius Commission*. Tujuan *Codex Alimentarius Commission* terutama untuk mencegah penggunaan standar internasional sebagai penghalang teknis pada perdagangan produk makanan. Hasil dari tim tersebut telah ditelaah secara menyeluruh dibawah persetujuan berdasarkan persyaratan *World Trade Organization* (WTO) melalui *Sanitary and Phytosanitary Measures* (SPS).

Dua komite *Codex* saat ini mengembangkan standar yang relevan dengan perdagangan internasional produk organik. Yang pertama adalah "Komite Pelabelan Pangan" yang menetapkan pedoman untuk produksi, pengolahan, pelabelan, dan pemasaran makanan yang diproduksi secara organik. Yang kedua adalah "Komite Sistem Pemeriksaan Impor dan Ekspor Pangan" sedang mengembangkan pedoman untuk sistem pemeriksaan dan sertifikasi impor dan ekspor pangan.

Pada tahun 1999, tim mengadopsi pedoman untuk produksi, pengolahan, pelabelan, dan pemasaran makanan

yang diproduksi secara organik, tidak termasuk ternak dan produk ternak. Tahun 2001, Komite pelabelan pangan mengadopsi bagian mengenai ternak dan produk ternak, produk pemeliharaan lebah dan produk lebah untuk dimasukkan dalam pedoman.

Sementara itu, pengembangan pedoman *Codex* ini bukan untuk membuat perbedaan, akan tetapi WTO mengacu pada pedoman tersebut untuk merumuskan pedoman agar mudah dipahami oleh negara-negara yang berpartisipasi untuk mengembangkan pertanian organik. Perumusan pedoman *Codex* sebagian besar didasarkan pada peraturan Uni Eropa mengenai produk makanan organik dan standar IFOAM.



Gambar 9.3. Logo Codex Alimentarius Commission
(Sumber : Anonim³, 2018)

d. World Trade Organization (WTO)

WTO mengatur perdagangan global, termasuk peraturan tentang hambatan teknis untuk kegiatan perdagangan dan penerapan *Sanitary and Phytosanitary Measures (SPS)*. Negara yang mengekspor produk makanan organik, yang menolak akses ke pasar negara pengimpor dengan alasan bahwa standar organik yang diterapkan tidak setara dengan standar negara pengimpor, dapat merujuk pada WTO jika menganggap penolakan tersebut merupakan pelanggaran terhadap perdagangan global, yaitu berdasarkan hambatan teknis untuk berdagang. WTO akan mempertimbangkan terhadap negara pengimpor jika negara pengeksport dinyatakan mematuhi standar internasional untuk produk makanan organik, seperti yang dirumuskan oleh *Codex Alimentarius Commission*, bahkan ketika negara pengeksport

tidak mematuhi persyaratan yang lebih ketat oleh negara pengimpor.

Perlu dicatat bahwa secara umum WTO menentang pembatasan perdagangan berdasarkan metode produksi dan pengolahan dan beberapa ahli mengklaim bahwa pelabelan ekologis berdasarkan kriteria tersebut bertentangan dengan peraturan WTO, khususnya kebijakan perjanjian tentang hambatan teknis perdagangan.



WORLD TRADE
ORGANIZATION

Gambar 9.4. Logo World Trade Organization
(Sumber : Anonim⁴, 2018)

e. International Organization for Standardization (ISO)

ISO didirikan pada tahun 1947, adalah sebuah federasi internasional untuk badan standar nasional dari sekitar 130 negara. ISO mempromosikan pengembangan standarisasi dengan tujuan untuk memfasilitasi pertukaran barang dan jasa internasional, serta kerjasama di bidang intelektual, ilmiah, teknologi, dan ekonomi. Hasil kerja ISO menghasilkan kesepakatan internasional yang diterbitkan sebagai Standar Internasional.

ISO mencakup semua bidang teknis kecuali rekayasa listrik dan elektronik. Namun, belum diterbitkan panduan atau standar yang secara khusus menangani produksi organik.

Rangkaian standar ISO 9000 adalah standar untuk sistem manajemen mutu dan rangkaian ISO 14000 berkaitan dengan berbagai aspek pengelolaan lingkungan, termasuk sistem manajemen lingkungan, pelabelan lingkungan, dan aspek lingkungan dari standar produk. Standar tersebut tidak memiliki implikasi langsung pada metode dan prinsip yang berlaku untuk produksi makanan organik.

Panduan yang paling penting untuk sertifikasi organik saat ini adalah Pedoman ISO/IEC 65:1996, persyaratan umum untuk badan yang mengoperasikan sistem sertifikasi produk, yang menetapkan prinsip-prinsip untuk badan sertifikasi. Tidak ada panduan yang spesifik untuk sertifikasi metode produksi, namun panduan 65 memberikan panduan umum untuk setiap lembaga sertifikasi produk, termasuk sertifikasi produk makanan organik. Kriteria Akreditasi IFOAM untuk badan yang mensertifikasi pertanian dan pengolahan organik didasarkan pada Pedoman ISO/IEC 65 dan berlaku untuk sertifikasi produksi di dalam sektor organik. Badan Akreditasi Demeter juga mengakreditasi organisasi sesuai dengan panduan ini. Panduan penting lainnya adalah Pedoman ISO/IEC 61:1996, yang merupakan persyaratan umum untuk penilaian dan akreditasi lembaga sertifikasi/registrasi, yang menetapkan persyaratan untuk badan akreditasi.



Gambar 9.5. Logo International Organization for Standardization (Sumber : Anonim⁵, 2018)

f. CEN dan CENELEC

Committee for Standardization (CEN) dan *European Committee for Electrotechnical Standardization* (CENELEC) merupakan badan standarisasi tingkat regional di Negara Uni Eropa (UE). Anggotanya adalah badan standar nasional negara anggota UE serta Republik Ceko, Islandia, Norwegia, dan Swiss. Selain merumuskan standar Eropa mereka sendiri, badan-badan ini mengadopsi standar yang dikeluarkan oleh badan standarisasi internasional seperti ISO dan IEC. CEN dan CENELEC telah bersama-sama menerbitkan Standar Eropa (EN) 45011 (1998), kriteria umum untuk badan sertifikasi yang menjalankan sertifikasi produk. EN 45011 (1998) sesuai dengan Pedoman ISO/IEC 65:1996, didasarkan pada Pedoman ISO/IEC 40:1983, persyaratan umum untuk penerimaan lembaga sertifikasi, yang juga merupakan dasar untuk pengembangan Panduan ISO/IEC 65. Sementara itu, EN 45011 tidak secara khusus berlaku untuk sertifikasi metode produksi, hanya berlaku untuk badan sertifikasi yang beroperasi di dalam UE, termasuk badan sertifikasi organik. Pada tanggal 1 Januari 1998, UE mengesahkan bahwa badan inspeksi harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam EN 45011.

EN 45011 termasuk dalam rangkaian standar 45000 yang mencakup pengujian, sertifikasi, dan akreditasi. Standar lain dalam seri ini adalah EN 45010, persyaratan umum untuk penilaian dan akreditasi lembaga sertifikasi/registrasi, yang sesuai dengan Pedoman ISO/IEC 61.



Gambar 9.6. Logo CEN dan CENELEC (Sumber : Anonim⁶, 2018)



Gambar 9.10. Logo organik dari beberapa negara
(Sumber :Yadav, 2010)

9.7 Sertifikasi

Sertifikasi adalah prosedur untuk memverifikasi bahwa produk sesuai dengan standar tertentu. Dalam kasus produk organik, sertifikasi merupakan pengakuan bahwa produk tertentu telah diproduksi sesuai dengan standar produksi organik. Standar ini mungkin merupakan standar asosiasi atau perusahaan swasta, atau lembaga sertifikasi, atau negara bagian.

Sertifikasi organik merupakan proses sertifikasi bagi produsen makanan organik dan produk pertanian organik lainnya. Secara umum, setiap usaha yang terlibat langsung dalam produksi pangan dapat disertifikasi, termasuk pemasok benih, petani, pengolah makanan, pengecer, dan restoran. Persyaratan bervariasi dari satu negara ke negara lain, dan umumnya melibatkan seperangkat standar produksi untuk pertumbuhan, penyimpanan, pengolahan, pengemasan, dan pengiriman yang meliputi:

- menghindari masukan bahan kimia sintetis (misalnya pupuk, pestisida, antibiotik, pengawet makanan, dan lain-lain) dan organisme hasil rekayasa genetika;
- penggunaan lahan pertanian yang telah terbebas dari bahan kimia selama beberapa tahun (tiga tahun atau lebih);
- menyimpan catatan produksi dan penjualan tertulis secara rinci (jejak audit);
- mempertahankan proses pemisahan fisik produk organik secara ketat dari produk yang tidak disertifikasi;
- menjalani pemeriksaan di tempat secara berkala.

Di beberapa negara, sertifikasi diawasi oleh pemerintah, dan penggunaan istilah “organik” secara komersial dibatasi secara legal. Produsen organik bersertifikat juga tunduk pada peraturan pertanian, keamanan pangan, dan peraturan pemerintah lainnya yang berlaku untuk produsen yang tidak bersertifikat.

a. Tujuan Sertifikasi

Sertifikasi organik bertujuan untuk memenuhi permintaan pangan organik di seluruh dunia. Hal ini dimaksudkan untuk menjamin kualitas dan mencegah kecurangan. Bagi produsen

organik, sertifikasi mengidentifikasi pemasok produk yang disetujui untuk digunakan dalam prosedur bersertifikat. Bagi konsumen, "bersertifikat organik" merupakan jaminan produk, seperti "rendah lemak", "gandum utuh 100%", atau "tidak menggunakan pengawet buatan".

Sertifikasi sangat penting tujuannya dalam mengatur dan memfasilitasi penjualan produk organik kepada konsumen. Lembaga individu yang mengeluarkan sertifikasi memiliki penilaian mereka sendiri, yang dapat berperan sebagai merk bagi konsumen. Bagi konsumen, produk yang bersertifikat memiliki nilai lebih dan dapat digunakan oleh produsen untuk pemasaran. Sebagian besar lembaga sertifikasi harus memenuhi standar organik yang memenuhi persyaratan dari pemerintah.

b. Proses Sertifikasi

Dalam rangka mensertifikasi kegiatan pertanian, petani biasanya diminta untuk terlibat dalam sejumlah kegiatan baru dalam menormalisasi kegiatan pertanian yaitu:

- **Mempelajari standar organik**, yang mencakup secara rinci apa yang sebenarnya dan tidak diperbolehkan untuk setiap aspek pertanian, termasuk penyimpanan, transportasi, dan penjualan.
- **Memenuhi-** fasilitas pertanian dan metode produksi harus memenuhi standar, yang melibatkan modifikasi fasilitas, pengadaan sumber, perubahan pemasok, dll.
- **Dokumentasi-** banyak dokumen yang disiapkan, mengetahui sejarah pertanian secara mendetail dan kondisi saat ini, termasuk hasil uji tanah dan air.
- **Perencanaan** - rencana produksi tahunan tertulis harus diserahkan, harus terperinci mulai dari benih sampai penjualan: sumber benih, lokasi lapangan, panen, pemupukan dan pengendalian hama, metode panen, lokasi penyimpanan, dll.
- **Inspeksi** - inspeksi tahunan diperlukan, dengan melihat secara langsung, pemeriksaan catatan, dan wawancara lisan.
- **Biaya** - Biaya yang dikeluarkan oleh petani kepada lembaga sertifikasi untuk pemeriksaan tahunan dan memberi label/merk yang dapat diterima di pasar sebagai simbol kualitas.

- **Penyimpanan berkas** - catatan pemasaran sehari-hari, yang mencakup semua kegiatan, harus tersedia ketika pemeriksaan setiap saat. Selain itu, pemeriksaan singkat atau mendadak dapat dilakukan, dan pengujian khusus (misalnya tanah, air, jaringan tanaman) mungkin diminta. Untuk sertifikasi pertanian pertama kali, tanah harus memenuhi persyaratan dasar untuk bebas dari penggunaan zat terlarang (bahan kimia sintetis, dll) selama beberapa tahun. Pertanian konvensional harus mematuhi standar organik untuk periode ini, setidaknya selama tiga tahun. Hal ini dikenal sebagai masaperalihan. Tanaman peralihan tidak dianggap sepenuhnya organik. Kegiatan pertanian yang dikelola tanpa menggunakan bahan kimia dapat disertifikasi langsung tanpa dilakukan penundaan.

9.8 Akreditasi

Proses sertifikasi harus memenuhi prinsip dan kriteria dasar ketidakberpihakan, transparansi, dan kompetensi. Lembaga sertifikasi dapat dievaluasi sesuai kemampuannya untuk memenuhi kriteria tersebut, serta diperlukan analisis sistem sertifikasi, termasuk penilaian terhadap staf, standar, dan prosedur inspeksi dan sertifikasi lembaga tersebut. Jika lembaga sertifikasi telah memenuhi persyaratan, maka dapat dilakukan proses akreditasi, artinya badan resmi yang memberi pengakuan bahwa lembaga sertifikasi tersebut berkompeten untuk melaksanakan kegiatan sertifikasi.

Tidak ada peraturan internasional mengenai siapa yang boleh atau tidak boleh melakukan akreditasi. Namun, beberapa negara telah menunjuk badan resmi untuk akreditasi lembaga sertifikasi. Forum akreditasi internasional adalah asosiasi akreditasi dunia yang beroperasi di bidang penilaian kesesuaian produk. Salah satu tujuannya adalah untuk menetapkan kesetaraan program akreditasi berdasarkan kesepakatan multilateral dan *mutual recognition agreement* (MRA). Tujuan MRA adalah untuk memastikan bahwa setelah seorang operator disertifikasi oleh lembaga sertifikasi yang terakreditasi, sertifikasi ini akan diterima di seluruh dunia.

Dalam industri organik, IFOAM telah membentuk sebuah program akreditasi internasional yang dirancang khusus untuk

akreditasi lembaga sertifikasi. Program akreditasi ini dioperasikan oleh *international organic accreditation service*(IOAS). IOAS adalah organisasi nirlaba independen IFOAM sebagai satu-satunya anggota. Akreditasi oleh IOAS, yang juga disebut "akreditasi IFOAM", yang didasarkan pada kepatuhan terhadap standar dasar IFOAM dan kriteria akreditasi untuk program yang mensertifikasi pertanian dan pengolahan organik. Pada pertengahan tahun 2002, 18 lembaga sertifikasi telah diakreditasi oleh IOAS, dan 11 lainnya sedang dalam proses akreditasi. Mayoritas badan sertifikasi terakreditasi IOAS menggunakan label "terakreditasi IFOAM", yang menunjukkan bahwamereka diakreditasi oleh IOAS.

9.9 Standar Nasional untuk Produk Organik Tanaman pangan

a. Persyaratan Konversi

Prinsip Umum: Pertanian organik merupakan proses pengembangan agroekosistem yang layak dan berkelanjutan. Waktu saat dimulainya pengelolaan dan sertifikasi organik tanaman pangan dan/atau peternakan dikenal sebagai periode konversi. Seluruh kegiatan pertanian, termasuk ternak, harus dikonversi sesuai standar selama periode tiga tahun.

Rekomendasi: Agar agroekosistem berkelanjutan dapat berfungsi secara optimal, keragaman dalam produksi tanaman pangan dan peternakan harus diatur sedemikian rupa sehingga ada saling keterkaitan antara semua elemen pengelolaan pertanian. Konversi dapat dilakukan dalam jangka waktu tertentu. Kegiatan pertanian dapat dikonversi tahap demi tahap. Keseluruhan produksi tanaman pangan dan semua peternakan harus dikonversi menjadi pengelolaan organik. Harus ada rencana yang jelas tentang bagaimana melanjutkan konversi. Rencana ini harus diperbaharui jika perlu dan harus mencakup semua aspek yang relevan dengan standar ini.

Standar: (1) Persyaratan standar harus dipenuhi selama masa konversi. Semua persyaratan standar harus diterapkan pada aspek yang relevan sejak awal periode konversi tersebut; (2) jika keseluruhan kegiatan pertanian tidak dikonversi, maka

program sertifikasi harus memastikan bahwa produk organik dan konvensional dari pertanian tersebut terpisah dan dapat diperiksa; (3) Sebelum produk dari pertanian dapat disertifikasi sebagai organik, pemeriksaan harus dilakukan selama masa konversi. Awal periode konversi dapat dihitung dari tanggal penerapan program sertifikasi atau sejak tanggal permohonan; (4) konversi organik tidak diizinkan jika tanaman organik atau produk hewani tidak dapat dibedakan secara jelas dengan produk secara konvensional; (5) untuk memastikan pemisahan yang jelas antara produk organik dan konvensional, maka perlu diperhatikan dan diketahui pembedanya. Program sertifikasi harus memastikan bahwa persyaratan telah terpenuhi; (6) periode konversi penuh tidak diperlukan jika persyaratan standar telah dipenuhi selama beberapa tahun di mana dalam hal ini dapat diverifikasi melalui beberapa cara dan sumber. Dalam kasus tersebut pemeriksaan harus dilakukan dalam interval waktu yang wajar sebelum panen pertama.

b. Pemeliharaan Pengelolaan Organik

Standar: Pengelolaan tanah dan hewan yang dikonversi tidak boleh berubah antara pengelolaan organik dan konvensional.

c. Lansekap

Program sertifikasi harus menetapkan standar untuk persentase minimum wilayah pertanian untuk memudahkan keanekaragaman hayati dan konservasi alam.

Standar: Program sertifikasi harus mengembangkan standar lansekap dan keanekaragaman hayati.

Produksi Tanaman

a. Pemilihan Tanaman dan Varietas

Standar: (1) Harus menggunakan benih dan bahan tanaman organik jika tersedia. Program sertifikasi menetapkan batas waktu untuk persyaratan benih organik bersertifikat dan bahan tanaman lainnya; (2) harus menggunakan bahan tanaman konvensional yang tidak diolah secara kimia jika benih dan bahan tanaman organik bersertifikat tidak tersedia; (3) tidak

diperbolehkan menggunakan benih rekayasa genetika, serbuk sari, tanaman, atau bahan tanaman transgenik.

b. Durasi Periode Konversi

Standar: (1) Produk tanaman yang dihasilkan dapat disertifikasi secara organik bila persyaratan standar nasional telah dipenuhi selama masa konversi, paling sedikit dua tahun sebelum ditanam atau dalam kasus tanaman tahunan selain padang rumput, setidaknya tiga tahun (36 bulan) sebelum panen pertama. Lembaga pemeriksa dan sertifikasi yang terakreditasi dapat memutuskan pada kasus tertentu (seperti lahan yang terlantar selama dua tahun atau lebih) untuk memperpanjang atau mengurangi periode konversi berdasarkan status lahan sebelumnya, namun jangka waktunya harus sama atau melebihi dua belas bulan; (2) Periode konversi dapat diperpanjang oleh program sertifikasi tergantung pada penggunaan lahan dan kondisi lingkungan sebelumnya; (3) program sertifikasi mengizinkan produk tanaman dijual sebagai "hasil pertanian organik dalam proses konversi" atau deskripsi yang serupa selama masa konversi pertanian; (4) perhitungan masukan untuk pakan yang dihasilkan di unit pertanian selama tahun pertama pengelolaan organik, dapat diklasifikasikan sebagai organik.

c. Keanekaragaman dalam Produksi Tanaman

Standar: (1) Program sertifikasi memerlukan perhitungan serangan dari serangga, gulma, hama dan penyakit lainnya pada waktu dan tempat tertentu, akan tetapi tetap mempertahankan atau meningkatkan kualitas tanah, bahan organik, kesuburan, aktivitas mikroba, dan kesehatan tanah secara umum.

d. Ketentuan Pemupukan

Standar: (1) Bahan yang mudah dirombak oleh mikroba, tanaman dan hewan harus menjadi bahan dasar dari program pemupukan; (2) Program sertifikasi harus menetapkan batasan jumlah total bahan mudah dirombak oleh mikroba, tumbuhan atau hewan yang dibawa ke unit pertanian, dengan mempertimbangkan kondisi lokal dan sifat spesifik dari hasil panen; (3) Program sertifikasi membuat tanaman pertanian mudah dijual sebagai "suatu produk konversi ke produk

organik"; (4) Tidak boleh menggunakan kotoran yang bersumber dari manusia (kotoran dan air seni); (5) Pupuk mineral hanya digunakan sebagai pendukung untuk bahan berbasis karbon. Izin penggunaannya hanya akan diberikan bila praktek pengelolaan kesuburan lainnya telah dioptimalkan; (6) Pupuk mineral harus diaplikasikan dalam komposisi alami dan tidak dianggap lebih mudah larut dibandingkan perlakuan kimia; (7) Program sertifikasi harus memberlakukan pembatasan penggunaan input seperti potasium mineral, pupuk magnesium, pupuk kandang dengan kandungan logam berat yang cukup tinggi dan/atau zat-zat yang tidak diinginkan lainnya, misalnya rock fosfat dan lumpur limbah; (8) Tidak diperbolehkan menggunakan nitrat dan semua pupuk nitrogen sintesis, termasuk urea.

e. Pengelolaan Hama, Penyakit, Gulma dan Pengatur Tumbuh

Standar: (1) Produk yang digunakan untuk pengelolaan hama, penyakit, dan gulma, disiapkan di lahan menggunakan tanaman lokal, hewan dan mikroorganisme yang diperbolehkan. Jika kualitas produk organik cenderung terancam, maka prosedur evaluasi untuk input yang masuk ke pertanian organik harus digunakan untuk menilai apakah produk tersebut dapat diterima. Produk bermerek harus selalu dievaluasi; (2) Semua peralatan dari sistem pertanian konvensional harus dibersihkan dengan benar dan bebas dari residu sebelum digunakan di area yang dikelola secara organik; (3) Penggunaan herbisida sintesis, fungisida, insektisida, dan pestisida lainnya dilarang; (4) Penggunaan zat pengatur tumbuh sintesis dan pewarna sintesis dilarang; (5) Penggunaan organisme hasil rekayasa genetika dilarang; (6) Program sertifikasi terakreditasi harus memastikan tindakan pencegahan penularan hama, parasit, dan agen infeksi.

f. Kontrol Kontaminasi

Standar: Jika diduga terjadi kontaminasi, program sertifikasi harus memastikan bahwa analisis terhadap produk yang relevan untuk mendeteksi kemungkinan sumber pencemaran (tanah dan air), harus dilakukan untuk menentukan tingkat kontaminasi.

g. Konservasi Tanah dan Air

Standar: (1) Pembukaan lahan dengan cara membakar bahan organik, misalnya pembakaran jerami, harus dibatasi seminimal mungkin; (2) Pembersihan hutan primer dilarang; (3) Tindakan yang relevan harus dilakukan untuk mencegah erosi; (4) Eksploitasi sumber daya air yang berlebihan tidak boleh dilakukan.

SOAL LATIHAN

1. Apa yang dimaksud dengan sertifikasi pertanian organik? Jelaskan!
2. Apa yang dimaksud dengan standarisasi pertanian organik? Jelaskan!
3. Mengapa produk pertanian organik harus memperoleh sertifikasi?
4. Produk pertanian organik Indonesia yang beredar di pasaran hampir 90% belum memiliki sertifikat produk organik. Mengapa demikian? Berikan penjelasan!

PUSTAKA RUJUKAN

- Anonim¹. 2018. Ifoam Organics International-Cultivating Change. Diakses pada <https://www.ifoam.bio/en>. Diakses tanggal 2 Januari 2018 pukul 13.00 WITA.
- Anonim². 2018. Diakses pada <https://www.demeter.de/>. Diakses tanggal 2 Januari 2018 pukul 13.00 WITA.
- Anonim³. 2018. Diakses pada <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/home/en/> Diakses tanggal 2 Januari 2018 pukul 14.00 WITA.
- Anonim⁴. 2018. Diakses pada <https://www.wto.org/>. Diakses tanggal 2 Januari 2018 pukul 16.00 WITA.

Anonim⁵. 2018. Diakses pada <https://www.iso.org/home.html>. Diakses tanggal 2 Januari 2018 pukul 16.30 WITA.

Anonim⁶. 2018. Diakses pada <https://www.cencenelec.eu/Pages/default.aspx>. Diakses tanggal 3 Januari 2018 pukul 10.30 WITA.

Dittrich, P. 2012. Organic Agriculture-Rural Development, Food Security, and Nutrition. European Commission. Swiss.

IFOAM. 2006. The IFOAM Basic Standards for Organic Production and Processing Version 2005. IFOAM. Germany.

Jacobsen, B.T. 2002. Organic Farming and Certification. International Trade Centre.

Nurhidayati, I. Pujiwati, A. Solichah, Djuhari, dan A. Basit. 2008. Pertanian Organik-Suatu Kajian Sistem Pertanian Terpadu dan Berkelanjutan. Program Studi Agroteknologi, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Malang. Malang.

Sutanto, R. 1999. Pertanian Organik-Menuju Teknologi Pertanian Alternatif Berkelanjutan. Inventarisasi Teknologi Pertanian Alternatif. Yogyakarta.

Sutanto, R. 1999. Pertanian Organik-Penerapan, Pemasyarakatan, dan Pengembangannya. Inventarisasi Teknologi Pertanian Alternatif. Yogyakarta.

Yadav, A.K. 2010. Training Manual-Certification and Inspection Systems in Organic Farming in India. Government of India, Ministry of Agriculture, Department of Agriculture and Cooperation, National Centre of Organic Farming. India.