

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/365848277>

Pertanian Terpadu

Book · November 2022

CITATIONS

0

READS

17,032

1 author:



Rivandi Pranandita Putra

41 PUBLICATIONS 101 CITATIONS

SEE PROFILE

PERTANIAN TERPADU



PENULIS :

- Yudia Azmi
- Agus Yulistiyono
- Tungga Bhimadi Karya
- Rivandi Pranandita Putra
- Suriyanti Haji Salama
- Nining Triani Thamrin
- Dudi Septiadi
- Gallyndra Fatkhu Dinata
- Sri Jumiyati
- Fathan Hadyan Rizki

Pertanian Terpadu

Yudia Azmi

Agus Yulistiyono

Tungga Bhimadi Karyasa

Rivandi Pranandita Putra

Suriyanti Haji Salama

Nining Triani Thamrin

Dudi Septiadi

Gallyndra Fatkhu Dinata

Sri Jumiyati

Fathan Hadyan Rizki



PT. GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI

Pertanian Terpadu

Penulis :

Yudia Azmi
Agus Yulistiyono
Tungga Bhimadi Karyasa
Rivandi Pranandita Putra
Suriyanti Haji Salama
Nining Triani Thamrin
Dudi Septiadi
Gallyndra Fatkhu Dinata
Sri Jumiati
Fathan Hadyan Rizki

ISBN : 978-623-8051-25-0

Editor : apt. Wafi Nisrin Ramadhani, S.Farm

Salsabila Syafni Aulia, Amd.Kes

Penyunting : Salsabila Syafna Aulia, S.Ked

Desain Sampul dan Tata Letak : Handri Maika Saputra, S.ST

Penerbit : PT. GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :

Jl. Pasir Sebelah No. 30 RT 002 RW 001
Kelurahan Pasie Nan Tigo Kecamatan Koto Tengah
Padang Sumatera Barat
Website : www.globaleksekutifteknologi.co.id
Email : globaleksekutifteknologi@gmail.com

Cetakan pertama, November 2022

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk
dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan buku yang berjudul Pertanian Terpadu.

Buku ini diharapkan dapat membantu pembaca memahami teori Pertanian, sehingga pembaca dapat mengaplikasikan ilmunya. Semoga buku ini dapat memberikan sumbangsih bagi kepastakaan di Indonesia dan bermanfaat bagi kita semua.

Penulis, November 2022

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
BAB 1. PENGERTIAN PERTANIAN	
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Pertanian menurut beberapa ahli	1
1.3 Pertanian arti luas.....	2
1.4 Pertanian arti sempit.....	3
1.5 Sejarah pertanian	3
1.6 Faktor yang mempengaruhi dalam pertanian.....	5
1.7 Bentuk Pertanian.....	6
BAB 2. MASALAH DALAM AGROEKOSISTEM	
2.1 Pendahuluan	10
2.2 Rekomendasi Kebijakan.....	12
2.3 Agroekosistem Padi Sawah Yang Fragil Terhadap Ledakan Hama Dan Penyakit	13
2.4 PHT Biointensif Padi.....	14
2.5 Tantangan Eksosistem Pertanian di Indonesia.....	16
2.6 Kendala Pertanian Lahan Kering dan Solusinya.....	16
BAB 3. PERMASALAHAN DALAM EKOSISTEM PERTANIAN	
3.1 Pendahuluan	33
3.2 Organisme Pengganggu Tumbuhan.....	34
3.3 Kerusakan Ekologi.....	38
3.4 Pengrusakan Lingkungan dan Akibatnya untuk Ekosistem Pertanian.....	39
3.5 Gangguan Sektor Sosial Ekonomi.....	43
3.6 Konversi Tanah Pertanian.....	45
BAB 4. PERTANIAN KOTA	
4.1 Pengertian Pertanian Kota	51
4.2 Kelebihan dan Kelemahan Pertanian Kota.....	52
4.3 Beberapa Metode Pertanian Kota	59
BAB 5. PENGEMBANGAN PERTANIAN PERKOTAAN	
5.1 Latar Belakang.....	77
5.2 Pertanian Perkotaan	78
5.3 Urgensi Pengembangan Pertanian Perkotaan.....	81

5.4 Peranan Pertanian Perkotaan.....	82
5.5 Dampak Positif Pertanian Perkotaan	86
5.6 Praktik Terbaik Pertanian Perkotaan Di Dunia	88
5.7 Praktik Pertanian Perkotaan Di Indonesia.....	92
5.8 Kesimpulan	96
BAB 6. BUDIDAYA TANAMAN PERTANIAN KOTA	
6.1 Pendahuluan	102
6.2 Vertikultur.....	103
6.3 Hidroponik.....	106
6.4 Akuaponik.....	110
BAB 7. SAMPAH ORGANIK SEBAGAI PUPUK	
7.1 Pendahuluan	114
7.2 Sampah dalam Perspektif Ekonomi	118
7.3 Kompos dan Pengomposan.....	120
7.4 Urgensi Pupuk Organik.....	122
7.5 Karakteristik, Jenis, dan Manfaat Pupuk Organik	125
7.6 Pembuatan Pupuk Organik Cair.....	128
7.7 Pembuatan Pupuk Organik Padat.....	130
BAB 8. PROSES PENGOMPOSAN	
8.1 Pendahuluan	137
8.2 Kompos.....	137
8.3 Bahan Green dan Bahan Brown.....	138
8.4 Proses Pengomposan.....	140
8.5 Ciri-ciri Kompos yang Matang.....	141
8.6 Faktor yang Mempengaruhi Pengomposan	142
8.7 Strategi dalam Membuat Kompos.....	144
8.8 Prosedur Teknik Pengomposan.....	145
BAB 9. BIOMASSA TUMBUHAN/ TANAMAN HUTAN KOTA	
9.1 Peran Hutan Kota dalam Peningkatan Biomassa Tanaman....	150
9.2 Simpanan Karbon dalam Biomassa Tanaman.....	152
9.3 Pemilihan Jenis Tanaman	156
9.4 Komposisi Jenis Tanaman.....	157
9.5 Kerapatan dan Biomassa Tanaman.....	159
BAB 9. PENGENDALIAN HAMA TERPADU	
10.1 Pendahuluan.....	161
10.2 Posisi PHT dalam Pertanian Terpadu	163

10.3 Definisi dan Prinsip-Prinsip Dasar PHT	165
10.4 Contoh Penerapan PHT dengan Model Manajemen Tanaman Sehat.....	169
10.5 Potensi Keberhasilan PHT dalam Sistem Pertanian Terpadu	170

BIODATA PENULIS

BAB I

PENGERTIAN PERTANIAN

Oleh Yudia Azmi

1.1 Pendahuluan

Pertanian merupakan salah satu kegiatan masyarakat dalam upaya memanfaatkan lahan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari dan juga sebagai penyedia bahan baku kebutuhan industri, sehingga kegiatan pertanian ini bisa menunjang kebutuhan hidup masyarakat. Kegiatan ini dikenal sebagai kegiatan bercocok tanam atau budidaya tanaman. Perkembangan pertanian di masa kini sudah dikenal masyarakat tidak hanya bercocok tanam tapi mencakup olahan rumahan seperti tempe, tahu dan keju terutama masa awal pandemi yang banyak aspek seperti aspek pariwisata dan perkantoran yang tidak berjalan. Namun bidang pertanian tetap berjalan lancar dan berkembang.

Pertanian mempunyai beberapa pengertian baik dari ahli maupun peraturan atau undang-undang. Tujuan pengertian pertanian ini adalah memahami dasar pengertian dan pertanian secara menyeluruh. Selain itu pengertian pertanian ini memberikan gambaran pertanian bagi yang baru mengenal dunia pertanian.

1.2 Pertanian menurut beberapa ahli

Pertanian adalah segala usaha untuk menyediakan bahan makanan bagi manusia. Pertanian adalah serangkaian aktivitas yang mengubah lingkungan untuk menghasilkan produk hewani dan nabati yang bermanfaat bagi manusia. Menurut Mosher (1966) menyatakan bahwa pertanian adalah sejenis proses produksi yang khas, yang didasarkan atas proses pertumbuhan tanaman atau hewan. Pelaku pertanian disebut petani. Petani menurut Badan Pusat Statistik Kabupaten Pelalawan (2022) adalah orang yang mengusahakan usaha pertanian (tanaman bahan makanan dan

tanaman perkebunan rakyat) atas resiko sendiri dengan tujuan untuk dijual, baik sebagai petani pemilik maupun petani penggarap (sewa/kontrak/bagi hasil). Menurut Undang-undang No 19 tahun 2013, pertanian adalah kegiatan mengelola sumber daya alam hayati dengan bantuan teknologi, modal, tenaga kerja dan manajemen untuk menghasilkan komoditas pertanian yang mencakup tanaman pangan, hortikultura, perkebunan, dan/atau peternakan dalam suatu agroekosistem.

Menurut Simatupang dan Dermoredjo (2003), pertanian tidak hanya aktivitas ekonomi untuk menghasilkan pendapatan bagi petani tetapi cara hidup sebagian besar petani. Pertanian juga dapat diartikan sebagai kegiatan manusia dalam membuka lahan dan menanaminya dengan berbagai jenis tanaman, baik tanaman semusim maupun tanaman tahunan, tanaman pangan maupun tanaman non-pangan, serta digunakan untuk memelihara ternak maupun ikan (Suratiah, 2015).

Pertanian merupakan hal penting dalam penyedia kebutuhan pangan hingga penyedia lapangan pekerjaan. Pertanian juga merupakan suatu usaha yang sangat bergantung pada pengolahan tanah sehingga dapat menghasilkan tanaman yang memenuhi standar dalam pemenuhan kebutuhan masyarakat sehari-hari dan meningkatkan ekonomi di masa mendatang. Selain tanaman pangan, dapat pula tanaman perkebunan, tanaman hortikultura bahkan tanaman hias.

Pengertian pertanian dapat dibedakan menjadi dua makna yaitu makna yang memiliki arti luas dan makna yang memiliki arti sempit.

1.3 Pertanian arti luas

Pertanian yang memiliki arti secara luas adalah kegiatan pertanian yang mencakup berbagai aspek pertanian seperti perkebunan rakyat yang menyediakan bahan pangan dan bahan

baku industri, pengolahan hutan, kegiatan peternakan hewan, perikanan (pemeliharaan ikan atau nelayan yang mencari ikan di sungai dan laut) dengan tujuan menghasilkan bahan baku dan bahan olahan untuk memenuhi kebutuhan kehidupan masyarakat luas.

1.4 Pertanian arti sempit

Pertanian diartikan sebagai kegiatan bercocok tanam atau pertanian rakyat yang meliputi perkebunan rakyat dan perkebunan besar yang menghasilkan suatu produk. Pertanian dalam arti sempit, banyak masyarakat yang mengartikan bahwa kegiatan pertanian adalah kegiatan dalam pengolahan lahan yang menghasilkan kebutuhan pokok seperti beras, jagung, jagung, kacang-kacangan dan berbagai jenis umbi-umbian dan sayur, serta berbagai jenis rempah-rempah.

1.5 Sejarah pertanian

Awal mula adanya pertanian tidak diketahui kapan pastinya. Awalnya manusia dapat memenuhi kebutuhan hidupnya karena banyak tersedia di alam dan dalam skala sederhana. Ada pula yang mengatakan bahwa pertanian dimulai pada zaman neolitikum. Ketika beberapa biji-bijian terbuang tumbuh menjadi tanaman menghasilkan dan hewan yang diburu berkembang biak menjadi sebuah peternakan.

Penemu kegiatan pertanian yaitu Kaisar Cina Shen Nung yang melihat rakyatnya gemar memakan daging sapi dan ayam hasil perburuan, serta mengumpulkan buah-buahan, biji-bijian dan kacang-kacangan. Namun seiring bertambahnya jumlah rakyatnya dan lingkungan tidak dapat memberikan hasil yang memadai untuk kebutuhan sehari-hari, maka ia mencetuskan sebuah gagasan untuk membuat suatu alat pengolah tanah dari sebilah kayu yang ditajamkan dan ditempelkan pada suatu tongkat kemudian dikenal bajak pertama untuk mengolah tanam (Kusmiadi, 2019).

Sedangkan kegiatan pertanian di Indonesia sudah dimulai sekitar sebelum masehi. Hal ini dapat dilihat dari sejarah Indonesia.

Sejarah ini dapat dilihat pada relief pada dinding candi seperti candi Borobudur dan prambanan yang menggambarkan padi dan terdapat kegiatan pertanian lainnya. Pada abad ke 16 bangsa portugis adalah salah satu bangsa yang pertama kali datang ke Indonesia untuk mencari rempah rempah seperti pala dan cengkeh. Pada masa itu portugis juga memonopoli perdagangan rempah-rempah Indonesia melalui VOC dan kemudian banyak negara-negara di eropa banyak datang ke Indonesia untuk mencari rempah-rempah di Indonesia dan mulai menjalin hubungan baik antar padagang Indonesia

Sedangkan untuk pertanian di bidang perkebunan itu di awali pada masa penjajahan kolonial belanda karena pada masa tersebut VOC bangkrut dan portugis kembali sehingga digantikan oleh bangsa belanda, dan bangsa belanda mulai menguasai pertanian Indonesia. Hal tersebut disebabkan karena pertanian di dan perkebunan salah satu hal penting yang yang menentukan berbagai realita ekonomi dan sosial masyarakat di berbagai wilayah Indonesia. Dalam masa penjajahan hasil pertanian masyarakat dijadikan pajak tanah oleh bangsa kolonial. Kemudian pada tahun 1830-1870 masyarakat Indonesia mengenal bercocok tanam di perkebunan luas melalui tanam paksa yang dilakukan oleh para penjajah untuk tujuan keuntungan pribadi atau mensejahterahkan para penjajah.

Pada tahun 1942 kekaisaran jepang masuk ke Indonesiadan menguasai pertanian Indonesia dan hal tersebut mengakibatkan seluruh hasil pertanian dikuasai oleh kekaisaran jepan dan menyebabkan banyak masyarakat Indonesia yang mengalami kelaparan,sehingga hal tersebut memobilisasi tenaga kerja dari kalangan bawah lebih banyak untuk memperluas pertanian padi dan kapas agar tidak terjadi kelaparan dan kekurangan bahan pakaian.

Pada masa orde baru 1965-1998, Indonesia bergerak di bidang kelapa sawit dan menjadi komoditas utama. Pada masa itu Indonesia menjadi produsen kelapa sawit terbesar di dunia dan selain dari kelapa sawit Indonesia juga menjadi salah satu produsen utama kopi, karet, dan kakao. Indonesia masih terus melakukan pengembangan di bidang pertanian, tapi Indonesia pada masa orde baru masyarakat di pulau jawa kekurangan lahan pertanian, sehingga pemerintah orde baru melakukan program transmigrasi untuk menciptakan lumbung ekonomi Indonesia yang lebih luas. Program ini bertujuan untuk merelokasi para petani yang tidak memiliki tanah di pulau jawa dan dipindahkan ke daerah yang tidak terlalu padat seperti Sumatera, Kalimantan, dan Sulawesi. Petani diberikan lahan pertanian, sehingga pertanian Indonesia lebih luas di Indonesia.

Perkembangan tanaman dapat dicapai dengan dua cara yang berbeda yaitu penjinakan (domestikasi), yaitu dengan membawa beberapa spesies liar ke dalam budidaya atau pengelolaan, dan seleksi yaitu penangkaran yang berbeda-beda dari spesies tersebut (Adjid, 2001).

1.6 Faktor yang mempengaruhi dalam pertanian

Faktor yang sangat berpengaruh terhadap pertanian menurut Soetriono dan Suwandari (2016) antara lain :

- a. Pengolahan lahan pertanian
- b. Pemilihan bibit varietas unggul
- c. Pemupukan yang tepat
- d. Sistem pengairan
- e. Pengendalian terhadap hama dan gangguan lain, dan
- f. Pengaturan jarak tanam

Pengolahan lahan pertanian adalah kegiatan dalam penyesuaian lahan pertanian terhadap tanaman yang akan kita tanam. Salah satu kegiatan dalam pengolahan lahan seperti penggemburan tanah, membuat bedengan untuk tempat tanam

serta hal yang penting adalah pengukuran pH terhadap tanah, karena faktor utama penentu baik dan buruknya hasil tanaman salah satunya tergantung oleh pH tanah dan teknik pengolahan tanah.

Varietas unggul ialah varietas tanaman yang sudah teruji di lahan marjinal atau kurang subur maupun lahan yang subur. Di zaman sekarang sudah banyak varietas unggul di Indonesia dan dijual secara online. Kemudian memupuk yang tepat baik tepat dosis, tepat waktu, tepat sasaran, tepat jenis, dan tepat sasaran (5T). Selain itu membutuhkan pengairan yang baik yaitu yang mencukupi kebutuhan tanaman, tidak terlalu kurang atau tidak terlalu kelebihan.

Pertanian juga memerlukan pemeliharaan yang rutin sehingga gangguan hama, penyakit bahkan virus dapat dicegah atau dihilangkan sehingga tanaman dapat tumbuh baik. Selain itu kita juga harus mengatur jarak tanam agar tidak terlalu rapat sehingga tanaman tumbuh lebih optimal. Jarak tanam tanaman berbeda antara satu dengan lainnya. Jarak tanam yang baik bila mengikuti panduan budidaya tanaman tersebut.

Sasaran pertanian ada dua yaitu sasaran sebelum panen atau sasaran pra panen dan sasaran sesudah panen yaitu sasaran pasca panen. Sasaran pra panen ialah hasil pertanian yang setinggi-tingginya. Sasaran kedua yaitu sasaran ekonomi atau pendapatan atau keuntungan yang sebanyak-banyaknya tiap satuan luas lahan yang diusahakan. Pertanian yang baik ialah pertanian yang dapat memberikan keuntungan atau pendapatan atau produk lebih baik dibandingkan apabila tanaman, ternak atau ikan tersebut dibiarkan hidup secara alami.

1.7 Bentuk Pertanian

Di dalam pertanian ada 2 bentuk pertanian, antara lain:

1. Bentuk pertanian Tradisional

a. Sawah

Di Indonesia bentuk pertanian yang paling sering kita jumpai adalah sawah karena masyarakat Indonesia mempunyai kebutuhan pokok yaitu beras sebagai bahan makanan utama. Jadi untuk memenuhi kebutuhan tersebut masyarakat Indonesia banyak memilih menjadi petani padi. Sawah merupakan bentuk pertanian yang dilakukan pada lahan basah dan membutuhkan banyak air. Komoditas khas sawah adalah padi. Umumnya pertumbuhan padi pada lahan yang tergenang. Namun seiring berkembangnya teknologi dan ilmu pengetahuan tanaman padi dapat pula ditanam di lahan kering seperti padi gogo. Sawah di Indonesia terdiri dari beberapa jenis yaitu sawah lebak, sawah pasang surut, sawah tadah hujan dan sawah irigasi.

b. Tegalan

Tegalan adalah jenis pertanian pada lahan yang tidak mempunyai sistem pengairan yang baik seperti irigasi atau aliran sungai tetapi lahan ini bergantung pada curah hujan pada lahan tersebut. Jenis pertanian ini biasanya terdapat di kawasan dekat dengan pemukiman penduduk yang tidak sulit untuk dibuat saluran irigasi karena permukaan lahan yang tidak rata, atau daerah dataran tinggi yang tidak memiliki aliran sungai. Hal ini bergantung pada pengairan air hujan yang biasanya ditanami tanaman musiman dari lingkungan sekitar rumah atau pemukiman. Jadi jenis pertanian tegalan ini hanya bisa ditanami ketika musim hujan karena pada saat musim kemarau tanah tersebut menjadi kering dan keras sehingga sulit untuk diolah dan ditanami tanaman pertanian.

c. Ladang Berpindah

Ladang berpindah adalah jenis pertanian yang yang tidak menetap di suatu lahan atau sering berpindah tempat bercocok tanam. Hal ini disebabkan karena tingkat kesuburan

tanah yang semakin lama semakin berkurang. Hal ini membuat para petani berpindah tempat untuk mencari lahan yang lebih subur sehingga dapat menghasilkan panen yang lebih banyak.

2. Bentuk pertanian modern

a. Hortikultura

Hortikultura dalam Bahasa latin yaitu hortus dan cultura yang dapat diartikan sebagai pembudidayaan tanaman kebun. Namun seiring perjalanan waktu tanaman hortikultura tidak hanya berfokus pada tanaman kebun. Hortikultura adalah salah satu cabang ilmu dalam pertanian yang berfokus pada tanaman buah-buahan, sayur-sayuran, tanaman obat dan tanaman bunga/tanaman hias. Hortikultura mempunyai karakteristik yang mudah busuk atau mudah rusak karna tanaman hortikultura memiliki kandungan air yang tinggi, jadi hasil tanaman hortikultura harus di konsumsi se segera mungkin.

b. Hidroponik

Hidroponik adalah salah satu cara pertanian modern yang memakai metode atau cara budidaya tanaman menggunakan air dan tidak menggunakan tanah. Tanaman hidroponik ini sangat cocok untuk pertanian modern atau pertanian perkotaan karena bisa memanfaatkan lahan sempit untuk budidaya tanaman dan bisa memenuhi kebutuhan sayuran segar pada masyarakat.

Daftar Pustaka

- Adjid, D.A. (2001) *Penyuluhan Pertanian*. Jakarta : Yayasan Pembangunan Sinar Tani.
- Badan pusat statistik Kabupaten Pelalawan (2022) *Arti Petani*. (Diakses 21 Juni 2022).
- Kusmiadi, E. (2019) *Pengantar Ilmu Pertanian*. (Diakses 25 Mei 2022).
- Mosher, A.T. (1966) *Menggerakkan dan Membangun Pertanian*. Jakarta : C.V. Yasaguna.
- Simatupang, P dan Dermoredjo. S. K. (2003) *Produksi Domestik Bruto, Harga, dan Kemiskinan, dalam Media Ekonomi dan Keuangan Indonesia*.
- Soetriono dan Suwandari, A. (2016) *Pengantar Ilmu Pertanian Agraris Agribisnis Industri*. Malang : Intimedia.
- Suratiyah, K (2015) *Ilmu Usahatan edisi revisi*. Jakarta : Penebar Swadaya. 156 Hal.
- Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2013 (2013) *Perlindungan dan Pemberdayaan Petani*.

BAB II

MASALAH DALAM AGROEKOSISTEM

Oleh Agus Yulistiyono

2.1 Pendahuluan

Serangan hama dapat terjadi pada umur tanaman yang berbeda, yang dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman. Kerusakan tanaman pada tahap vegetatif sangat mempengaruhi hasil panen petani. Kerusakan pada sebagian besar tanaman dapat menyebabkan gagal panen. Hal ini karena pembentukan daun baru untuk menggantikan daun yang rusak mengakibatkan pembentukan buah/umbi yang lebih kecil dan lebih sedikit.

Selama ini, petani di mana-mana berjuang untuk mengendalikan hama melalui cara kimia. Cara aplikasinya adalah dengan menyemprotkan berbagai jenis pestisida dengan dosis tertentu, menyemprot sebelum hama muncul, dan menyemprot secara rutin setiap 2-3 hari sekali. Jika serangannya parah, semprotkan setiap hari. Salah satu faktor utama yang mendorong penerapan terjadwal adalah asumsi bahwa pestisida adalah "jaminan" keberhasilan produksi. Meski sering disemprot, pestisida yang digunakan justru kurang efektif. Alasan tingginya frekuensi penggunaan pestisida adalah karena petani pada umumnya tidak peduli atau sangat peduli dengan status populasi hama itu sendiri di lapangan.

Melihat kecenderungan penggunaan pestisida untuk meningkatkan hasil sayuran, perlu diwaspadai beberapa dampak negatif yang tidak diinginkan, seperti munculnya atau bangkitnya kembali resistensi hama, perubahan status bukan hama, menjadi

hama penting, membunuh hama musuh alami, merugikan manusia. keracunan makhluk dan ternak dan residu bahaya, hasil panen dan lingkungan. Kebangkitan ini terjadi karena musuh alami hama juga ikut terbunuh ketika pestisida diterapkan. Harahap (1994) menyatakan bahwa musuh alami umumnya lebih rentan terhadap pestisida daripada hama. Jika populasi OPT meningkat lagi pada generasi berikutnya atau muncul kembali dari lokasi lain, maka tidak akan ada lagi musuh alami untuk mengendalikan OPT tersebut, sehingga akan terjadi ledakan populasi.

Untuk menghindari penggunaan pestisida untuk pengendalian hama, perlu diterapkan sistem pengendalian hama terpadu (HPT) berbasis pendekatan ekologi. Membutuhkan informasi ekologi tentang hama, musuh alami, tingkat kerugian ekonomi dan pertumbuhan tanaman

Agroekosistem adalah kesatuan komunitas tumbuhan dan hewan serta lingkungan kimia dan fisiknya yang telah dimodifikasi oleh manusia untuk menghasilkan: pangan, bahan bakar, dan produk lain untuk konsumsi bagi kesejahteraan manusia. Selanjutnya, agroekosistem adalah komunitas tumbuhan dan hewan yang terkait dengan lingkungannya (secara fisik dan kimia) yang telah dimodifikasi oleh manusia untuk menghasilkan makanan, pakan, serat, dan produk lainnya. Pengertian lain dari agroekosistem adalah bahwa agroekosistem adalah suatu bentuk ekosistem buatan manusia yang dirancang untuk menghasilkan produk pertanian untuk memenuhi kebutuhan manusia. Konsep agroekosistem adalah ekosistem yang terdapat di dalam lingkungan pertanian, biasanya sistem alami yang muncul setelah pembentukan manusia.

Penggunaan pestisida (insektisida, fungisida, herbisida dan fungisida) pada tanaman sangat tinggi. Hal ini telah melemahkan ketahanan ekosistem padi akibat matinya musuh alami, rusaknya keanekaragaman hayati mikroflora dan mesofauna, serta terganggunya jaring-jaring makanan yang kompleks di lahan sawah

dan kebun. Bahan organik berupa jerami dan pupuk kandang yang digunakan di lahan sawah juga jarang mendukung agroekosistem yang rapuh. Bahan organik pada padi sawah berperan penting dalam menjaga kompleksitas jaring-jaring pangan sawah, bukan sebagai sumber hara mikro dan makro.

Bio-intensif PHT adalah teknik untuk meningkatkan ketahanan ekosistem dan ketahanan tanaman yang telah terbukti dapat mengendalikan dan meminimalkan wabah hama dan penyakit tanaman.

2.2 Rekomendasi Kebijakan

Pengendalian hama dan penyakit pada tanaman padi sawah dapat dilakukan dengan penerapan PHT biologis yang ditingkatkan dengan komponen sebagai berikut:

- a. Kembalikan jerami ke lahan dengan menambahkan sedikit pupuk (2 kuintal/ha) untuk meningkatkan pakan alternatif bagi predator, memperkaya mikroorganisme yang bermanfaat, memperbaiki sifat fisikokimia tanah dan sumber K, Si dan unsur hara mikro
- b. Atur air agar tidak menggenang, biarkan jaring makanan di tanah hidup
- c. Meningkatkan ketahanan tanaman padi terhadap hama dan penyakit dengan PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) dan Perlakuan Endofit
- d. Optimalisasi pemupukan nitrogen, fosfor, dan kalium berdasarkan rekomendasi lokal
- e. Tidak menggunakan pestisida sama sekali (insektisida, fungisida, herbisida) karena dapat melemahkan agroekosistem.

2.3. Agroekosistem Padi Sawah Yang Fragil Terhadap Ledakan Hama Dan Penyakit

Padi dataran rendah menggunakan pestisida (insektisida, fungisida, herbisida dan fungisida yang sangat tinggi), rata-rata 11 aplikasi per musim di Karawang dan 12 aplikasi per musim di Klaten. Hal ini melemahkan ketahanan ekosistem padi karena kematian serangga musuh alami, kematian mikroorganisme endofit, penghancuran flora mikroba dan keanekaragaman hayati mesozoikum, dan terganggunya jaring makanan kompleks di sawah (Settle et al 1996; Park and Li, 2009).

Selain itu, terdapat metode perlakuan petani padi yaitu biomassa padi berupa jerami sebagian besar sudah meninggalkan lahan karena jerami tidak dikembalikan ke lahan. Hal ini mengakibatkan berkurangnya bahan organik tanah dan berkurangnya serangga dan mikroba pengurai, yang merupakan pakan alternatif bagi predator (Settle et al., 1996). Jika jerami tidak dikembalikan ke lahan, hal itu akan menyebabkan hilangnya unsur hara N, P, K, Ca, Mg, Si dan *trace element* yang berharga bagi tanaman. Sebagian besar petani padi di pulau Jawa hanya menggunakan pupuk nitrogen dan fosfor. Pupuk kalium hanya diberikan dalam bentuk pupuk majemuk NPK, sehingga jumlah yang diberikan sangat sedikit. Kalium dan silikat sangat ditekankan, kedua elemen ini habis dan keseimbangannya negatif, karena kerugian dari panen padi dan pelepasan jerami tidak dikompensasikan dengan pemupukan (Husnain et al., 2010). Kalium dan silikat berperan sangat penting dalam ketahanan tanaman padi terhadap hama dan penyakit (Azis et al., 1992; Sarwar, 2012).

WBC merupakan salah satu hama paling serius pada padi budidaya karena sangat merusak kualitas dan hasil padi. Telah dilaporkan bahwa tingkat kerusakan pada tanaman padi meningkat seiring dengan kepadatan populasi hama. Karena wereng coklat dapat menghasilkan telur dalam waktu kurang dari 30 menit,

tindakan pengendalian harus dilakukan segera setelah mereka menyerang tanaman. Penyemprotan pestisida pada tahap awal dapat membunuh serangga dewasa secara efektif, tetapi perlakuan ini akan menyebabkan kerugian ekonomi yang serius karena rendahnya ketersediaan tanaman sasaran. Selain itu, residu pestisida mungkin berbahaya bagi kesehatan manusia. Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan metode baru yang efektif dalam mengendalikan serangga ini.

2.4. PHT Biointensif Padi

Pada tahun 2011, teknik budidaya padi biointensif pertama kali diterapkan secara besar-besaran di lahan persawahan di Kabupaten Bogor dan Tangerang oleh Direktorat Jenderal Pertanian Republik Indonesia (DJRI), sedangkan pelatihan PHT Padi Biointensif dilakukan untuk petani oleh Klinik Tanaman FAPERTA IPB di bawah proyek yang didukung oleh DJRI dan Kementerian Pertanian (Kementan). Berdasarkan pengalaman yang diperoleh selama dua uji lapangan tersebut, PHT Padi Bio-Intensif dipromosikan lebih lanjut pada tahun 2015 oleh Klinik Tanaman, telah mengadakan Kursus Pelatihan PHT Padi Bio-Intensif untuk petani dari berbagai daerah di Jawa untuk membantu mereka memanfaatkan ini dengan lebih baik dengan teknik pertanian yang berkelanjutan. Biosekuriti adalah suatu sistem yang komprehensif untuk meminimalkan atau mencegah masuknya serangga ke dalam sawah oleh serangga vektor atau hewan lain dengan patogen tanaman yang dapat menular yang dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan dalam produksi padi dan tanaman terkait.

Komponen Teknologi PHT Bio-Intensif Padi adalah sebagai berikut :

- a. Menambahkan sedikit pupuk kandang (2 kwintal/ha) dan mengembalikan jerami ke lahan sawah, untuk meningkatkan makanan alternatif predator, mikroorganisme menguntungkan- kan yang melimpah, sifat fisikokimia tanah dan sumber unsur hara K, Si dan meningkatkan unsur mikro.

- b. Mengatur air agar tidak menggenang agar jaring-jaring makanan tetap hidup.
- c. Peningkatan ketahanan padi terhadap hama dan penyakit dengan PGPR (*Rhizobacteria Promoting Plant Growth*) dan perlakuan *endofit*.
- d. Dengan mengoptimalkan pemupukan dengan pupuk NPK berdasarkan rekomendasi setempat.
- e. Jangan menggunakan pestisida (insektisida, fungisida, herbisida) sama sekali karena dapat melemahkan agroekosistem.

Hama wereng coklat mengancam budidaya padi di sawah di pantai utara Jawa (Pantura). Meskipun varietas tahan menjadi pilihan utama untuk mengatasi serangan, wereng memiliki keterbatasan karena dapat beradaptasi membentuk biotipe baru. Pengelolaan hama terpadu (PHT) tradisional menanggapi epidemi hama dan seringkali masih bergantung pada pestisida. Bio-Intensif PHT adalah konsep tindakan pencegahan dan pengelolaan berdasarkan pemahaman ekologi, seperti penanaman serentak, waktu pembibitan/penanaman berdasarkan hasil pemantauan hama dengan menggunakan perangkat cahaya, dan penyesuaian pola rotasi tanaman. Penanaman serentak dan semai/penanaman pada waktu yang tepat dapat secara efektif mengurangi jumlah hama pada awal penanaman. Penggunaan pestisida sebagai langkah terakhir dalam pengendalian wereng harus rasional dan mengikuti rekomendasi berdasarkan hasil pengamatan intensif. Pengendalian wereng dapat diselesaikan tidak hanya dengan teknologi, tetapi juga dengan peran aktif petani sebagai pengguna teknologi dan dukungan dari pemerintah.

PHT Bio-Intensif padi telah diuji di puluhan lokasi di pulau Jawa dan saat ini diterapkan dalam skala kelompok tani di berbagai wilayah nusantara. Penerapan PHT Bio-Intensif di 11 lokasi di Jawa menunjukkan bahwa penerapan PHT Bio-Intensif meningkatkan produktivitas padi dari 5,71 Ton GKP/ha menjadi 7,25 Ton GKP/ha, atau 27%. Di sisi lain, hama yang hampir selalu ada di mana-mana,

yaitu, wereng coklat ditekan pada tingkat penekanan 60%. Selain mengendalikan hama dan penyakit dan meningkatkan produktivitas sebesar 27%, manfaat penggunaan aplikasi Bio-Intensif adalah dapat mengurangi biaya penggunaan pestisida hingga 100% dan meningkatkan pendapatan bersih sebesar 35% juga mengurangi biaya produksi.

2.5. Tantangan Eksosistem Pertanian di Indonesia

Agroekosistem yang tergusur dari konversi lahan pertanian menjadi perumahan, hotel dan kawasan industri, kurangnya regenerasi petani, hingga penggunaan teknologi mutakhir yang tidak diterapkan dengan benar. Menurut Dedi Ruswandi, guru besar Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran (Fapet Unpad), ada beberapa tujuan yang bisa dicapai untuk mendukung agroekosistem dalam meningkatkan ketahanan pangan. Perlindungan hak kekayaan intelektual dalam ekosistem, tanaman, sistem pertanian dan keanekaragaman. Dan penguatan SDM pertanian dari hulu hingga ke hilir yang tidak hanya akrab dengan teknologi tetapi juga mampu beradaptasi dengan perubahan. Perlu ditekankan perlunya penguatan agroekosistem melalui pemanfaatan teknologi mutakhir dari hulu hingga ke hilir dan digitalisasi pemasaran dan penjualan makanan dan produk makanan. Selain itu, kita harus melindungi agroekosistem tradisional. Namun, agroekosistem modern juga perlu ditingkatkan untuk meningkatkan ketahanan pangan domestik dan global.

Salah satu contoh ekosistem pertanian yang sukses di Indonesia meliputi Sistem Pertanian Subak di Bali, Kebun Teh Lanca Bali di Kabupaten Bandung, Sistem Padi Lahan Basah di Kalimantan, dan padi lahan di Baduy Banten.

2.6. Kendala Pertanian Lahan Kering dan Solusinya

Pertanian lahan kering adalah kegiatan budidaya pertanian (budidaya tanaman pangan, perkebunan, perikanan, peternakan,

kehutanan) yang berlangsung di lahan kering. Tanah gersang terbagi menjadi empat kategori yaitu:

- a. Hiperkering: Indeks kekeringan (rasio curah hujan terhadap evapotranspirasi potensial) 0,03, tidak ada vegetasi kecuali tasok berumput di daerah lembah, ternak penggembalaan berfluktuasi, curah hujan tahunan rendah (100 mm /tahun), hujan tidak teratur dan ada tidak ada hujan sesekali sepanjang tahun. Daerah ini dikenal sebagai “Gurun”, “Empty Quarter” atau Empty Quarter di Arab Saudi.
- b. Kekeringan: Indeks kekeringan 0,03 sampai 0,20, ditunjukkan dengan adanya peternakan, kegiatan pertanian dilakukan dengan irigasi tetes dan irigasi *sprinkler*, tanaman semusim dan tahunan ditempatkan secara terpisah, curah hujan tahunan 100 hingga 300 mm. Ini ditemukan di Jeddah, Arab Saudi dan semua negara Timur Tengah.
- c. Semi-kering: Indeks kekeringan 0,2-0,5 dicirikan oleh aktivitas pertanian yang bergantung pada air hujan, dengan produktivitas rendah tetapi ternak komunal dan curah hujan tahunan 300-800 mm. Biasanya di perbatasan antara daerah tropis dan subtropis.
- d. Subbasah: Indeks kekeringan 0,5-0,75. Lahan basah juga memiliki karakteristik yang sebenarnya dekat dengan lahan basah, tetapi dihitung sebagai bagian dari lahan kering. Di Indonesia Timur terdapat *subwetness* sehingga terdapat beberapa kendala dalam budidaya pertanian di daerah ini.

Karena curah hujan yang sangat rendah di daerah kering ini, ketersediaan air sangat terbatas, suhu tinggi dan kelembaban rendah. Lahan gersang biasa terjadi di daerah dengan kondisi antisiklon permanen, seperti di daerah dengan kecenderungan antisiklon. Daerah-daerah ini biasanya dicirikan oleh angin berlawanan arah jarum jam ke utara khatulistiwa dan angin searah jarum jam ke selatan khatulistiwa. Ada tiga jenis iklim di daerah kering yang meliputi :

- a) Iklim Mediterania: hujan di musim gugur dan musim dingin

b) Iklim Tropis: hujan di musim panas

c) Iklim Kontinental: hujan merata sepanjang tahun

Karena tanah yang kering, sulit untuk menanam berbagai produk pertanian. Faktor terpenting yang dibutuhkan tanaman untuk tumbuh adalah media tanam, air, cahaya, angin, dan nutrisi tanaman. Semua faktor yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan yang baik terhambat oleh iklim ekstrim dan kondisi lahan kering. Tabel di bawah ini menjelaskan pengelompokan faktor-faktor yang diperlukan agar tanaman dapat tumbuh dengan baik, keterbatasan yang dihadapi di lingkungan kering, dan cara mengatasinya.

Tabel 1.

Hubungan faktor pertumbuhan dan Permasalahan serta solusi pertanian di lahan kering

No	Faktor Pertumbuhan	Permasalahan	Solusi
1.	Media Tanam	Tanah Pasir : Infiltrasi tinggi. Tanah Lempung : tanpa cukup air, rekahan besar, infiltrasi tinggi	Perbaikan tanah dengan pemberian pupuk organik, kapur, gipsum
2.	Air	Terbatas, karena curah hujan rendah	Perbaikan tanah, mulsa, sistem irigasi tempat guna
3.	Cahaya	Radiasi tinggi, suhu cenderung tinggi	Penghijauan atau kegiatan pertanian

4.	Angin	Minimnya vegetasi mengakibatkan kecepatan angin tinggi	Penanaman organik terpadu
5.	Nutrisi	Kombinasi tinggi evaporasi dan infiltrasi mengakibatkan tanah salin (kadar garam tinggi), sehingga nutrisi rendah	Pemupukan organik terpadu

1. Media Tanam

Tanah berpasir yang ditemukan di sebagian besar daerah kering di Timur Tengah merupakan hambatan utama bagi pertumbuhan tanaman. Pembatasan ini disebabkan oleh fakta bahwa pori-pori tanah terlalu besar untuk menahan air serta memiliki kadar garam yang tinggi sebagai dampak dari kombinasi tingginya evapotranspirasi pada suhu yang tinggi.



Gambar 1 : Lahan Kering (Tanah Pasir)

Di sisi lain, tanah lempung yang terdapat di lahan gersang juga dibatasi oleh sifatnya yang labil. Tekstur tanah lempung, kurang air, retak-retak (Nelo: Jawa) dan menghambat pertumbuhan tanaman secara optimal. Tanah sebagai media tanam harus menahan air dari resapan dan penguapan, menyuburkan tanaman, dan memiliki pori-pori yang sebanding dengan sirkulasi udara (O_2 dan CO_2). Untuk mengatasinya diperlukan perbaikan tanah dengan cara memberikan pupuk organik untuk meningkatkan kesuburan tanah, kapur untuk meningkatkan pH tanah, atau gypsum untuk menurunkan pH tanah.



Gambar 2 : Lahan kering

2. Air



Gambar 3 : Springkler Irrigation

Ketersediaan air irigasi sangat terbatas karena karakteristik curah hujan yang rendah di lahan kering. Mengatasi hal ini memerlukan *soil amendment* atau pengatur tanah untuk meningkatkan kapasitas retensi tanah, mulsa untuk mengurangi

evapotranspirasi, dan penggunaan sistem irigasi yang tepat seperti

irigasi tetes dan irigasi sprinkler tergantung pada topografi lahan. Irigasi tetes dapat digunakan jika tanahnya datar, dan sistem irigasi sprinkler cocok jika tanahnya bergelombang. Kombinasi soil amendment atau pengatur tanah, mulsa dan sistem irigasi yang efektif bertujuan untuk mengurangi penggunaan air dan meningkatkan efektivitas dan efisiensi distribusi hara tanaman.

3. Cahaya

Tingginya radiasi cahaya matahari yang tinggi di lahan kering mengakibatkan evapotranspirasi tinggi, oksigenasi (O_2) rendah, dan salinasi / penggaraman di tanah. Mengatasi kendala tersebut melalui penghijauan terpadu dan kegiatan pertanian dan perkebunan terpadu di lahan kering dapat mengurangi efek radiasi matahari yang tinggi.

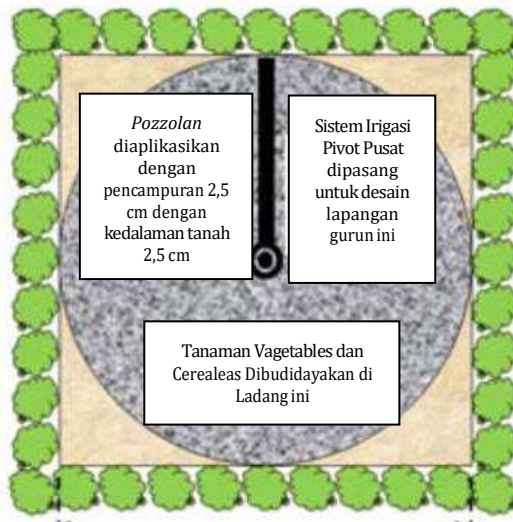
4. Angin

Karena kurangnya vegetasi di lahan kering, maka termodinamika perpindahan panas terjadi secara monoton/ searah. Hal ini menyebabkan angin bergerak lebih cepat karena merupakan aksi udara yang didorong oleh perbedaan suhu. Salah satu dampak tersebut adalah terjadinya badai gurun (badai pasir atau orang Arab menyebutnya haboob) yang membawa material pasir dalam jumlah besar ke daerah pemukiman maupun pertanian. Tentu saja hal ini sangat menghambat pelaksanaan kegiatan pertanian. Salah satu alternatif untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan memanfaatkan pohon sebagai penahan angin. Penerapan penghijauan sebagai penahan angin pada areal pertanian yang gersang biasanya ditanam di sekitar areal pertanian.



Gambar 4 : Drip irrigation

Berikut ini adalah contoh desain lahan pertanian gersang yang ditemukan di negara-negara Timur Tengah.



Gambar 5 : Desain lahan pertanian lahan kering

5. Nutrisi

Menurut analogi manusia, nutrisi tanaman sebagai makanan dibandingkan dengan keberadaan karbohidrat, lemak, protein dan vitamin manusia. Namun tanaman membutuhkan unsur hara makro (N, P, K, Ca, Mg, S) dan mikro (Fe, Mn, B, Mo, Cu, Zn, Cl). Salinitas tinggi di tanah pertanian kering berarti bahwa nutrisi yang dibutuhkan untuk tanaman ini tidak tersedia dalam jumlah yang cukup karena mereka mengurangi unsur makro dan membuat unsur mikro beracun atau fitotoksik. Untuk mengatasi hal tersebut, maka dibutuhkan pemupukan organik terpadu yang menyediakan unsur hara tanaman dari bahan-bahan alam untuk mereduksi kandungan unsur logam dari pupuk-pupuk kimia serta

memberikan unsur mikro tanaman dalam bentuk organik (*chillate*) yang tidak beracun bagi tanaman di daerah dengan kadar garam yang tinggi.

Contoh kegiatan pertanian lahan kering Arab Saudi

Berikut ini adalah contoh pertanian lahan kering di Hada Arsham, Jeddah, Arab Saudi. Aruasa adalah oasis tradisional di timur Arab Saudi, yang namanya digunakan oleh provinsi Aruasa. Di sana, masyarakat memanfaatkan lokasi geografisnya yang relatif hijau untuk kegiatan pertanian. Laguna Al Hasa (di mana air terletak di antara gurun) terletak di dekat kota Hofuf dan Abqaiq di provinsi timur dan mencakup area seluas sekitar 7.500 hektar.



Gambar 6: Proses penanaman padi di kota Al-Ahsa, Arab Saudi

1. Pengolahan Tanah dan Pemberian Pozzolan

Pengolahan tanah dilakukan menggunakan bajak traktor yang bertujuan buat menggemburkan tanah, agar aliran udara baik. Pozzolan adalah pengkondisi tanah (*soil amendment*) yang sedang dikembangkan buat diterapkan pada bidang pertanian. Keuntungan dari pozzolan bila diaplikasikan menjadi *soil amendment* merupakan sifat porositasnya (lantaran dari batuan vulkanik & jenis basalt rock) yang bisa menahan air pada jumlah yang banyak dan umur ekonomisnya yang lama, yakni diperkirakan mencapai 20 tahunan mampu berfungsi baik pada tanah.



Traktor Pembajak tanah



Pemberian
Lahan



Pozzolan di Pozzolan Teraplikasi

1. Pemasangan Sistem Irigasi Tetes

Penggunaan sistem irigasi tetes / *drip irrigation* sangat cocok diterapkan pada lahan yang terdapat sedikit air atau lahan kering yang dengan menggunakan topografi yang relatif datar.



Instalasi Sistem Irigasi Tetes



Bak Air dan Tempat
melakukan Fertigasi



Tanaman Tumbuh Bagus
di Atas Pozzolan

2. Pemupukan dengan Sistem *Fertigation* **(*Fertilizing and Irrigation*)**

Pemupukan adalah sistem pemupukan yang dilakukan bersamaan dengan kegiatan pengairan sebagai larutan nutrisi. Jumlah air dan nutrisi terus berubah seiring bertambahnya usia dan pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, pada akhirnya, kebutuhan nutrisi tanaman terus meningkat dari pembibitan hingga produksi tanaman. Sistem ini efektif dan efisien bila diterapkan pada sistem irigasi tetes atau *sprinkler*. Rahasiannya adalah dengan mencampurkan dan mengaduk pupuk yang ingin Anda tambahkan ke air dan siap untuk penyiraman tanaman. Paling tidak, harus dipahami bahwa sistem ini cocok untuk aplikasi pertanian karena dapat diterapkan di lahan kecil dan dapat mengurangi degradasi tanah. Namun sistem aplikasi pemupukan ini membutuhkan alat yang dapat mengontrol dan mendeteksi konsentrasi pupuk minimal di lahan, sehingga untuk kualitas yang lebih optimal diperlukan pupuk dengan nutrisi yang lengkap dan seimbang

Keuntungan dari sistem pemupukan *Fertigation* adalah:

- a. Nutrisi lengkap dapat dikendalikan untuk pertumbuhan pohon.
- b. Menjaga kebersihan dan mencegah penyakit
- c. Memecahkan masalah tanah
- d. Meningkatkan produksi
- e. Masalah rumput sangat rendah
- f. Meningkatkan kualitas hasil
- g. Penggunaan pupuk yang efisien
- h. Mengurangi penggunaan racun dan hasil yang lebih tinggi

3. Hasil Panen

Penerapan Posolana sebagai pembenah tanah terbukti efektif dalam menghemat air irigasi dan meningkatkan produktivitas tanaman.

Daftar Pustaka

- Alam, S.N. and M.B. Cohen. 1998. *Detection and analysis of QTLs for resistance to the brown planthopper, Nilaparvata lugens, in a doubled haploid rice population*. Theor. Appl. Genet. 97:1370-1379.
- Altieri, M.A., C.I. Nicholls, and M.A. Fritz. 2005. *Manage insects on your farm*. Sustainable Agric. Network, Beltsville, MD. 130pp.
- Azis, S.A., Rumawas, F., Admysh S. Sastraatmadja, A.H. 1992. *Pengaruh pemberian silikat dalam bentuk sekam dan kalium terhadap penyakit blas (Pyricularia oryzae) dan produksi padi gogo (Oryza satura)*. Bulletin Agronomi 20 (2): 6-13.
- Baehaki, S.E., D. Djunaedi, dan A. Kartohardjono. 2007. *Sistem integrasi tanaman padi dan palawija sebagai alternatif pengendalian hama secara terpadu*. Risalah Seminar 2006. Bogor, 2 Maret 2016. Puslitbangtan. Bogor. p.25-40.
- Baehaki, S.E., A. Kartohardjono, dan D. Munawar. 2011. *Peran varietas tahan dalam menurunkan populasi wereng cokelat biotipe 4 pada tanaman padi*. J. Pen.Pert. Tan. Pangan 30(3):145-153.
- Baehaki, S.E. dan D. Djunaedi. 2011. *Sistem integrasi palawija-padi sebagai teknologi pengendalian hama terpadu*. Pros. Sem. Nas. Inovasi teknologi Berbasis Ketahanan Pangan Berkelanjutan. Buku 2. Bogor, 14 Agustus 2009. Puslitbangtan. Bogor. p.188-202.
- Baehaki, S.E. 2011a. *Perubahan pengendalian hama terpadu (PHT) konvensional menuju PHT biointensif*. Pros. Sem. Nas. Inovasi Teknologi Berbasis Ketahanan Pangan Berkelanjutan. Buku 2. Bogor, 14 Agustus 2009. Puslitbangtan. Bogor. p.203-214.
- Baehaki, S.E., D. Munawar, dan E.H. Iswanto. 2013. *Resistensi wereng cokelat terhadap insektisida yang beredar di areal sentra produksi padi*. Laporan hasil penelitian 2012. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi.

- Baehaki, S.E. 2014. *Budi daya tanam padi berjamaah suatu upaya meredam ledakan hama dan penyakit dalam rangka swasembada beras berkelanjutan*. Edisi 2. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Subang. 209p.
- BB Padi. 2015. *Deskripsi varietas unggul baru padi*. Badan Litbang Pertanian. Jakarta. 82 p.
- BB Padi. 2014. *Uji kelayakan lampu perangkap hama sollar cell dan elektrik. Laporan Hasil Penelitian 2013*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Badan Litbang, Kementerian Pertanian.
- BPS. 2013. *Statistik Indonesia*. Badan Pusat Statistik Indonesia.
- Brar, D.S., P.S. Virk, K.K. Jena, and G.S. Khush. 2009. *Breeding for resistance for planthoppers in rice*. In : K.L. Heong and B. Hardy (Eds). *Planthoppers: new threats to the sustainability of intensive rice production systems in Asia*. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines. p.401-428.
- Cabauatan, P.Q., R.C Cabunagan, and I.R. Choi. 2009. *Rice viruses transmitted by the brown planthopper Nilaparvata lugens Stal*. In : K.L. Heong and B. Hardy (Eds). *Planthoppers: new threats to the sustainability of intensive rice production systems in Asia*. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines. p. 357-368.
- Chen, Y.H., C.C. Bernal, J. Tan, F.G. Horgan, and F.A. Fitzgerald. 2011. *Planthopper 'adaptation' to resistance rice varieties: Changes in amino acid composition over time*. Journal of Insect Physiology 57:1375-1384.
- Cruz, A.P., A. Arrida, K.L. Heong, and F.G. Horgan. 2011. *Aspect of brown planthopper adaptation to resistant rice variety with the Bph3 gene*. Entomologia Experimentalis et Applicata 141(3):245-257.
- Direktorat Perlindungan Tanaman. 2010. *Luas serangan OPT utama pada tanaman padi*. Dirjen Tanaman Pangan, Kementerian Pertanian.

- Flor, R.J., G. Singleton, M. Casimero, Z. Abidin, N. Razak, H. Maat, and C. Leeuwis. 2016. *Farmers, institutions and technology in agricultural change processes: outcomes from adaptive research on rice production in Sulawesi, Indonesia*. International Journal of Agricultural Sustainability 14(2): 166-186.
- Frensen, C. J.H. 1930. *De Levenswijze En Bestrijding Van Den Sjalottennil (Laphygma exigua Hbn) of Java Meedeelagen Van Het*. Institut voor Planten Zekten N0 77: 1-25.
- Fujita, D., A. Kohli, and F.G. Horgan. 2013. *Rice resistance for planthoppers and leafhoppers*. Critical Reviews in Plant Science 32(3):162-191.
- Ghobadifar, F., W. Aimrun, and M.N. Jebur. 2015. *Development of early warning system for brown planthopper (BPH) (Nilaparvata lugens) in rice farming using multispectral remote sensing*. Precision Agriculture 17:1-15.
- Gurr, G.M. 2009. *Prospect for ecological engineering for planthoppers and other arthropod pests in rice*. In :K.L. Heong and B. Hardy (Eds). *Planthoppers : new threats to the sustainability of intensive rice production systems in Asia*. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines. p.371-388.
- Heong, K.L. 2011. *Ecological engineering- a strategy to restore biodiversity and ecosystem services for pest management in rice production*. [http://ricehoppers.net/wp-content/uploads/2011/12/SP-IPM TechnicalInnovation-Brief-15.pdf](http://ricehoppers.net/wp-content/uploads/2011/12/SP-IPM_TechnicalInnovation-Brief-15.pdf).
- Hermanto, A., G. Mudjiono, dan A. Afandhi. 2014. *Penerapan PHT berbasis rekayasa ekologi terhadap wereng batang cokelat Nilaparvata lugens Stal (Homoptera; Delphacidae) dan musuh alami pada pertanaman padi*. Jurnal Hama Penyakit Tumbuhan 2(2):79-86.
- Husnain, Masunaga T, Wakatsuki T. 2010. *Field assessment of nutrient balance under intensive rice-farming systems, and its*

- effects on the sustainability of rice production in Java Island, Indonesia*. Journal of Agriculture Food and Environment 4(1):1-11. 120
- Iswanto, E.H., U. Susanto, dan A. Jamil. 2015. *Perkembangan dan tantangan perakitan varietas tahan dalam pengendalian wereng cokelat di Indonesia*. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian 34(4):187-193.
- Iswanto, E.H., Baehaki, SE, A. Kartohardjono, dan D. Munawar. 2014. *Efikasi formulasi Metarhizium anisopliae (Metarion 10 WP) terhadap wereng cokelat di pertanaman*. Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Padi Adaptif Perubahan Iklim Global Mendukung Surplus 10 Juta Ton Beras. Subang 4-5 Juli 2013. Badan Litbang, Kementerian Pertanian. Jakarta. p. 949-959.
- Kardinan, A. 2011. *Penggunaan pestisida nabati sebagai kearifan lokal dalam pengendalian hama tanaman menuju sistem pertanian organik*. Pengembangan Inovasi Pertanian 4(4):262-278.
- Kartohardjono, A. 2011. *Penggunaan musuh alami sebagai komponen pengendalian hama padi berbasis ekologi*. Pengembangan Inovasi Pertanian 4(1):29-46.
- Lu, Z.X., Kong-Luen Heong, Xiao-Ping Yu, and Cui Hu. 2004. *Effects of Plant Nitrogen on Ecological Fitness of the Brown Planthopper, Nilaparvata lugens Stal. in Rice*. Journal of Asia-Pacific Entomology 7(1):97-104.
- Lu, Z.X., Kong-Luen Heong, Xiao-Ping Yu, and Cui Hu. 2005. *Effects of nitrogen on the tolerance of brown planthopper, Nilaparvata lugens, to adverse environmental factors*. Insect Science 12(2):121-128.
- Lu Zhongxian and K.L Heong. 2009. *Effects of nitrogen enriched rice plants on ecological fitness of planthoppers*. In : K.L. Heong and B. Hardy (Eds). *Planthoppers: new threats to the sustainability of intensive rice production systems in Asia*.

- International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines. p. 247-256.
- Magunmder, S.K.G., M.P. Ali, T.R. Choudhury, and S.A. Rahin. 2013. *Effect of variety and transplanting date on the insidance of insect pests and their natural enemies*. World Journal of Agricultural Science 1(5):158-167.
- Matsumura, M., H. Takeuchi, M. Satoh, S.S. Morimura, A.Otuka, T. Watanabe, and D.V. Thanh. 2009. *Current status of insecticide resistance in rice planthoppers in Asia*. In : K.L. Heong and B. Hardy (Eds). *Planthoppers: new threats to the sustainability of intensive rice production systems in Asia*. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines. p.233-244.
- Myint, K.K.M., D. Fujita, M. Matsumura, T. Sonoda, A. Yoshimura, and H. Yasui. 2012. *Mapping and pyramiding of two major genes for resistance to the brown planthopper (Nilaparvata lugens Stal) in rice cultivar ADR52*. Theor. Appl. Genet. 124:495-504.
- Narliansyah, L. 1991. *Pengaruh kerusakan oleh larva S. exigua Hbn (Lepidoptera: Noctuide) terhadap Umbi Bawang Merah (Allium ascolonicum L.)*. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian IPB. Skripsi S1.
- Norton, G.A., K.L. Heong, and J. Cheng. 2015. *Future planthoppers management: Increasing the resilience of rice system*. In K.L. Heong, J. Cheng and M.M. Escalada (Eds). *Rice planthoppers: Ecology, management, sosio economics and policy*. Springer.Netherlands. p.209-225.
- Nurdin, F. dan Ali, M. 1997. *Pemakaian Pestisida Pada tanaman Bawang, Kentang dan Kubis di Alahan Panjang*. Proseding Seminar BPTP Sukarami.
- Nurmaranti Alim. dkk 2022. *Pengelolaan Lahan Kering*. Yayasan Kita Menulis.
- Panda, N. and G.S. Kush. 1995. *Host plant resistance to insect*. CAB International. 431p.

- Park, Hong-Hyun., Joon-Ho Lee. 2009. *Impact of Pesticide Treatment on an Arthropod Community in the Korean Rice Ecosystem*. Journal of Ecology and Field Biology 32 (1): 19-25.
- Ravi, R. 2013. *Pest management principles and practices*. Anmol Publication Pvt, Ltd. 248p.
- Reddy, P. Parvatha. 2013. *Bio-Intensive integrated pest mangement in Recent advances in crop protection*. Springer. India. p.223-244.
- Santosa, E. dan Baehaki S.E. 2005. *Optimalisasi pemanfaatan musuh alami dalam pengendalian hama utama padi pada budidaya padi intensif untuk sistem pertanian berkelanjutan*. Dalam: *Inovasi Teknologi Padi Menuju Swasembada Beras Berkelanjutan*. Buku Satu Puslitbangtan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor. p.165-181.
- Sastra siswojo, S. 1992. *Prospek penerapan dan Pengembangan Pengendalian hama Terpadu Pada Tanaman Sayuran*. Seminar Nasional dan Forum Komunikasi. Himpunan Mahasiswa HPT Fak. Pertanian Univ. Padjadjaran Bandung.
- Sarwar, M. 2012. *Effect of potassium fertilization on population build up of rice stem borer an rice yield*. Journal of Cereals and oil seeds 3 (1): 6-9.
- Savary, S., F. Horgan, L. Willocquet, and K.L. Heong. 2012. *A review of principles for sustainable pest management in rice*. Crop Protection (32):54-63.
- Settle, W.H., H. Ariawan, E.T. Astuti, W. Cahyana, A.L. Hakim, D. Hindayana, and A.S. Lestari. 1996. *Managing tropical rice pests through conservation of generalist natural enemies and alternative prey*. Ecology 77(7):1975-1988.
- Settle WH, Ariawan H, Tri Astuti E, Cahyana W, Sri Lestari A, Pajarningsih, Hakim AL , Hindayana D, Sartanto. 1996. *Managing Tropical Rice Pests Through Conservation of Generalist Natural Enemies and Alternative Prey*. Ecology,

77(7): 1975- 1988.

- Smith C. Michael. 1989. *Plant resistance to insect: A Fundamental Approach*. A Wiley-Interscience Publication. 286p.
- Winarto, Y.T., R. Ariefiansyah, and J. Fox. 2013. *Indonesia experiments with sesame in ecological engineering in Indramayu regency, west java*. <http://ricehoppers.net/2013/08/indonesia-experiments-with-sesame-in-ecological-engineering-in-indramayu-regency-westjava/>.
- Wulansari, A. 1996. *Perkembangan Serangan Spodoptera exigua Hubner (Lepidoptera: Noctudae) Pada Tanaman Bawang Merah*. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Skripsi S-1.
- Yao, F.L., M.S. You, L. Vasseur, G. Yang, and Y.K. Zheng. 2012. *Polycultural manipulation for better regulation of planthopper populations in irrigated rice-based ecosystem*. Crop Protection 34:104-111.
- Zang, X., X. Liu, F. Zhu, J. Li, H. You, and P. Lu. 2014. *Field evolution of insecticide resistance in the brown planthopper (Nilaparvata lugens) in China*. Crop Protection 58:61-66.
- Zhu, P., G.M. Gurr, Z. Lu, K.L. Heong, G. Chen, X. Zheng, H. Xu, and Y. Yang. 2013. *Laboratory screening supports the selection of the Sesame (Sesamum indicum) to enhance Annagrus spp. Parasitoids (Hymenoptera: Mymaridae) of rice planthoppers*. Biological Control 64:83-89.

BAB III

PERMASALAHAN DALAM EKOSISTEM PERTANIAN

Oleh Tungga Bhimadi Karyasa

3.1 Pendahuluan

Bahasan Ekosistem Pertanian diawali dari **peran** makhluk hidup terutama campur tangan sengaja oleh manusia terhadap makhluk hidup lain yaitu: hewan dan tumbuhan. Selain manusia, makhluk hidup lain berdasarkan ukurannya digolongkan dalam 2(dua) kelompok besar yaitu: makroorganisme dan mikroorganisme. Peran makhluk hidup ini memunculkan *interaksi* yang tidak terpisahkan antar makhluk hidup maupun antara makhluk hidup dengan lingkungan dalam sebuah sistem ekologi. **Sistem ekologi** ini dibentuk akibat hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungan sekitarnya.

Sistem Ekologi tersebut merupakan tatanan utuh dan menyeluruh yang terjadi sebagai suatu lingkungan hidup secara keseluruhan dimana makhluk hidup dan lingkungan saling mempengaruhi. Hal ini disebut **Ekosistem**. Ekosistem dibagi dalam 2(dua) kelompok, yaitu ekosistem: konvensional dan modern. Ekosistem Pertanian untuk pembahasan dalam bab ini, merupakan bagian dari Ekosistem Konvensional.

Manusia sebagai makhluk ciptaan Allah paling sempurna, mempunyai kemampuan untuk mengelola sumber daya alam hayati sebagai kegiatan untuk bekal kehidupan. Hal ini dilakukan dengan bantuan antara lain: teknologi, dana, kerjasama sebagai tenaga kerja, dan manajemen. Rekayasa yang diterapkan manusia dalam pengolahan lahan, dilakukan sesuai peruntukannya, misalnya lahan untuk kegiatan: industri, pendidikan, penunjang laboratorium penelitian, dan pertanian. Salah satu peruntukan

lahan yang dibahas disini adalah lahan pertanian. **Tujuan utama** penerapan kegiatan rekayasa pada lahan pertanian ini, antara lain adalah untuk menghasilkan komoditi sebagai *support* hidup misalnya mencakup: tanaman pangan, tanaman budidaya misalnya rumput laut dan bakau, tanaman untuk makanan hewan, hortikultura, dan perkebunan. Manusia dapat membuat kegiatan rekayasa terhadap penggunaan bioma dengan lingkungan pada daerah tertentu. Hal ini dilakukan dengan pola perlakuan yang terencana, yang disebut kegiatan **Agro Ekosistem**. Sebutan istilah Agro Ekosistem lebih populer sebagai **Ekosistem Pertanian**.

Permasalahan dalam Ekosistem Pertanian selalu timbul dengan berjalannya waktu tanpa henti. Permasalahan muncul dari kegiatan pertanian yang dilakukan dengan mengacu pada hasil bahasan sebelumnya, terutama apabila sebelumnya berdampak buruk, antara lain: muncul *organisme pengganggu tumbuhan* atau OPT berupa **hama** (misalnya ulat dan wereng), **gulma** dan **patogen** (misalnya virus bakteri serta jamur), *kerusakan ekologi, pengrusakan lingkungan, mengganggu kondisi sosial ekonomi petani, konversi tanah pertanian, kerusakan kualitas tanah, dan degradasi lahan*. Yang termasuk dalam Ekosistem Pertanian adalah sektor: budidaya tanaman pangan, hortikultural, perikanan, kehutanan, peternakan, dan perkebunan.

3.2. Organisme Pengganggu Tumbuhan

Dengan berjalannya waktu meskipun sudah dilakukan pembasmian, Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) tersebut dapat bermutasi atau melakukan regenerasi menjadi mutan baru. Mutasi tersebut apabila tidak segera diatasi akan *mengganggu Ekosistem Pertanian* setempat pada **semua sektor** sesuai lingkup daerah kejadiannya, bahkan dalam skala yang luas. Sejarah perkembangan dalam upaya perlindungan tanaman, perlu dipelajari seksama untuk tindakan pembasmian OPT yang efisien dan efektif berikutnya. Pembasmian ini disesuaikan dengan

permasalahan yang ada.

Setelah pemahaman dan hasil upaya pelaksanaan solusi sebelumnya sesuai *sejarah perkembangan* perlindungan tanaman diperoleh, pembahasan OPT untuk pembasmian dan pencegahan sebagai solusi permasalahan ekosistem pertanian, perlu dengan seksama dilakukan. OPT ditinjau penyebabnya, antara lain dari (Deddy Wahyudi at all, 2021), yaitu:

a. *Permasalahan Perlindungan Tanaman*

Perlindungan Tanaman merupakan upaya terus menerus yang diberikan pada tanaman untuk tujuan: mencegah, menghindarkan, dan menyehatkan, tanaman kembali terhadap serangan organisme pengganggu agar pertumbuhan dan produksi tanaman menjadi normal. Tujuan perlindungan tanaman yang utama adalah mendapatkan **rendemen ekonomi** yang optimal untuk upaya menjaga kerusakan lingkungan yang minimal. *Permasalahan perlindungan tanaman*, akibat serangan OPT, menimbulkan antara lain: perubahan fisik tanaman kearah kerusakan (misalnya: batang mengeras, daun mengering, dan bunga berguguran), pengaruh faktor biotik (misalnya: serangan, benalu dan ulat, akibat virus, bakteri, dan jamur), dan pengaruh faktor abiotik (misalnya: tersambar petir, kekurangan atau kelebihan supply air, dan tanaman kepanasan).

b. *Penggunaan Teknologi*

Teknologi pertanian dapat diterapkan dalam upaya mengatasi Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) untuk memenuhi kondisi optimal dari kualitas dan kuantitas produk yang dihasilkan. Penggunaan teknologi untuk mengatasi OPT pada **pertanian modern** dalam skala besar dan dikelola profesional oleh perusahaan, hampir tidak berdampak pada Ekosistem Pertanian. Ditambah lagi apabila. pemasaran produk, dilakukan jauh diluar daerah pemasaran **pertanian konvensional**. Apabila daerah pemasaran dan aturan profesionalisme perusahaan

dilanggar dan tidak memperhatikan kelangsungan Ekosistem Pertanian oleh perusahaan, maka berdampak terhadap gangguan bahkan cenderung kerusakan ekosistem pertanian setempat. Kesurakan setempat ini, mengakibatkan keresahan bagi buruh tani, dan pemilik lahan pertanian konvensional, Hal ini menyebabkan gangguan sosial-ekonomi pertanian konvensional tersebut, karena mereka mengalami pengurangan pendapatan.

c. *Pengendalian Hama Pengganggu Tanaman*

Pengendalian hama pengganggu tanaman ini, dilakukan antara lain secara: fisik (misalnya: perlakuan panas, lampu perangkap, dan penghalang), mekanis (misalnya dengan: diambil, digropyok, dipasang perangkap, dan diusir), kultur teknis (misalnya: pengelolaan air, pengolahan tanah, menanam dengan dirotasi, tumpang sari, menanam varietas unggul, dan mengatur jarak tanam), biologis (misalnya: pemberian hama parasit dan predator), pemberian zat kimia, dan dalam skala nasional dengan undang-undang atau peraturan daerah. Dalam praktek dilapangan, pengendalian hama tanaman dilakukan secara terpadu dan bersifat spesifik sesuai lokasi dan kondisi lingkungan tertentu.

d. *Penyakit Tanaman Akibat Serangan Biotik*

Penyakit ini antara lain dilakukan oleh: makhluk hidup termasuk manusia, hama, gulma, dan patogen. Kerugian oleh serangan ini dapat terjadi secara kuantitatif atau berkurangnya hasil panen, dan kerugian secara kualitatif antara lain oleh menurunnya mutu produk karena: perubahan rasa, perubahan warna, ada bintik hitam atau bercak, dan tanaman rusak. Akibat serangan biotik dalam skala besar cenderung sebagai perusak Ekosistem Pertanian, Sebagai contoh, hama merusak dengan memakan: daun, bunga dan buah, biji-bijian, umbi atau akar, batang dan ranting. Serangan biotik ini yang paling berbahaya adalah sebagai penular penyakit. 2 (dua) faktor yang berpengaruh dalam perkembangbiakan hama adalah dari: **faktor dalam** (antara lain:

kemampuan berkembang biak, sifat mempertahankan diri, dan lama umur sampai hama dewasa), dan **faktor luar** (antara lain: akibat iklim, kondisi tanah, dan tanaman benalu). Solusi untuk mengatasi faktor luar, dilakukan dengan mengutamakan pembudidayaan hewan predator, misalnya: ular untuk memakan tikus, dan burung untuk memakan belalang, dan penggunaan pestisida / zat kimia yang bersifat membunuh dilakukan dengan kehati-hatian. Sedang untuk **solusi faktor dalam** umum dilakukan dengan pemanfaatan hasil penelitian tanpa lelah, demi mendapatkan varitas unggul.

e. Penyakit Tanaman Dari Abiotik

Penyakit abiotik adalah penyakit tanaman bukan dari makhluk hidup atau pathogen dengan ciri-ciri gejala khusus yang tidak mudah untuk dikenali, apalagi penyakit ini muncul bersamaan dengan penyakit abiotik lain. Hal ini dapat menyebabkan gangguan Ekosistem Pertanian dengan serius. 5(lma) penyebab penyakit abiotik yang juga dapat bergabung dengan penyakit biotik, antara lain adalah kejadian besar akibat dari: hujan asam, suhu lingkungan mendadak naik tinggi atau mendadak turun rendah, pencemaran udara, ketidak seimbangan kandungan unsur hara dalam tanah, dan **lengas rendah**.

f. Pengendalian Hama Terpadu (PHT)

Satu-satunya solusi masalah OPT dilakukan dengan menerapkan *Pengendalian Hama Terpadu (PHT)*, yang umumnya dilakukan sebagai berikut ini:

1. Memperbaiki teknik budidaya tanaman
2. Melestarikan dan mendayagunakan musuh alami
3. Pengamatan berkala, misalnya mingguan.
4. Melakukan pengendalian fisik dan mekanis dengan terencana.
5. Tetap mendasarkan perhitungan ambang batas ekonomi dari harga panen.

6. Melakukan kerjasama kelompok, mengendalikan dan memberantas hama.
7. Mematuhi sesuai langkah-langkah dalam melakukan penyemprotan hama.

3.3 Kerusakan Ekologi

Kerusakan ekologi disebabkan oleh 2(dua) kelompok kejadian, berdasar akibat yang ditimbulkan yaitu kerusakan akibat ulah manusia: secara langsung dan secara tidak langsung. Kerusakan Ekologi berdampak menjadi permasalahan dalam Ekosistem Pertanian sektor ***budidaya tanaman pangan*** dan ***sektor hortikultura***. Kerusakan Ekologi terjadi akibat ulah manusia ***secara langsung*** umumnya berasal dari alih fungsi lahan yang apabila tidak tertangani dengan benar, justru dapat memiskinkan petani.

Kerusakan Ekologi akibat ulah manusia secara langsung antara lain adalah akibat: dari (Hendrawan Kosim Widaya, 2020):

- a. Biaya produksi yang jauh lebih besar dari penjualan,
- b. Gagal panen,
- c. Pengrusakan ekologi,
- d. Kerugian petani akibat penjualan lahan untuk konsumtif,
- e. Hilangnya kawasan budidaya pertanian,
- f. Belum ada perda atau penerapan perda perlindungan lahan yang belum berhasil,
- g. Melakukan pembiaran atau tidak menjadikan daerah kerusakan ekologi sebagai kawasan pertanian berkelanjutan.

Solusi kerusakan ini yang disarankan, dari (Hendrawan Kosim Widaya, 2020)

- a. Menjalankan perda perlindungan alam dan kawasan pertanian berkelanjutan,
- b. Pemberdayaan petani,
- c. Mengupayakan ketersediaan pangan desa,
- d. Menggalakkan perkebunan,
- e. Budidaya pertanian,
- f. Moratorium tanaman tertentu,
- g. Pertanian lahan kering,
- h. Menggalakkan tumpangsari.

Kerusakan ekologi ulah manusia secara ***tidak langsung*** adalah antara lain, (Yani Chaerina, 2016): pengrusakan lingkungan, kerusakan ekosistem pertanian, kerusakan ekosistem hewan, pencemaran air, dan pencemaran udara, Penyebabnya antara lain adalah dari:

- a. Ulah manusia secara tidak langsung (milalnya: keserakahan, egoisme, kurang tanggung jawab, dan kurang kepedulian),
- b. Akibat pengrusaan alam (yang menyebabkan: penguraan kesuburan tanah, pembiaran tanah tandus, kekeringan atau langka air, longsor, pemanasan global,, penerapan teknologi serampangan, pembangunan, kegiatan ekonomi (penjualan hewan liar atau dilindungi),
- c. Kurang pengetahuan,
- d. Tingkah laku buruk,
- e. Eksploitasi SDA.

3.4 Pengrusakaan Lingkungan dan Akibatnya untuk Ekosistem Pertanian

Secara umum terdapat 10 (sepuluh) permasalahan yang umum terjadi pada gangguan terhadap lingkungan hidup yang mempengaruhi Ekosistem Pertanian sektor tertentu di Indonesia, sebagai berikut ini:

a. *Pencemaran sungai,*

Pada lebih dari 64 sungai kondisi kritis dari 470 sungai di Indonesia. Hal ini disebabkan oleh pembuangan limbah antara lain limbah: industri yang mengandung berbagai zat kimia, domestik dari kebiasaan buang ke sungai, dan dapat *mematikan tanaman pertanian*, Sehingga Ekosistem Pertanian **sektor perikanan** sepanjang sungai rusak atau terganggu. Untuk mengatasi hal ini, pemerintah wajib membuat aturan agar: industri maupun masyarakat tidak membuang limbah ke sungai, dan masyarakat sadar pentingnya air sungai bagi kehidupan.

b. *Kerusakan hutan,*

Terjadi akibat: penebangan liar, penggundulan hutan, pembakaran hutan, dan dengan sengaja merusak Ekosistem Pertanian **sektor kehutanan** yang ada. Kerusakan hutan akibat pengrusakan lingkungan ini, memerlukan tindakan: penegakan hukum, penanaman kembali, dan menambah kesulitan dalam *pembangunan kembali Ekosistem Pertanian* pada lingkungan yang tidak jauh dari kerusakan hutan.

c. *Banjir,*

Terjadi akibat pembuatan sistem pembuangan air yang salah darimuara sampai ke laut. Tidak jarang banjir merusak Ekosistem Pertanian **sektor perikanan** dan **sektor budidaya tanaman pangan**, misalnya *merendam tanaman* dan memporak-porandakan hasil perikanan. Untuk mengatasi hal ini, pentingnya pemerintah mengelola semua saluran pembuangan air tersebut sampai tidak menjadi masalah, dan peran aktif serta kesadaran masyarakat mengenai pentingnya menjaga lingkungan sangat dibutuhkan.

d. *Abrasi,*

Akibat pengikisan gelombang laut pada pantai dan pengambilan liar atau skala besar terhadap misalnya: pasir pantai, terumbu karang, dan pengrusakan hutan bakau. Hal ini menyebabkan ga gangguan pada: Ekosistem Pertanian **sektor perikanan** pesisir bahkan dapat rusak, budidaya pertanian (misalnya: rumput laut, terumbu karang, dan mutiara), perikanan, dan kelestarian tepian laut-pantai. Untuk mengatasi hal ini, 3(tiga) contoh antara lain untuk solusi yang wajib diterapkan oleh pemerintah yaitu: membangun tanggul pencegah abrasi, menerapkan aturan ketat mengenai pengambilan pasir serta karang dan bakau, dan melakukan sosialisasi yang mendidik kepada masyarakat yang bertempat tinggal di tepi pantai.

e. *Pencemaran udara,*

Akibat transportasi dan kegiatan industri. Hal ini merusak Ekosistem Pertanian sektor **tanaman pangan** dan **hortikultura** dengan menghambat pasokan udara bersih untuk *tanaman pertanian*. Tindakan untuk mengatasi ini antara lain, hanya dapat dilakukan dengan aturan dan atas kontrol pemerintah dengan ketat, misalnya: menggalakkan penanaman pohon teduh, desain cerobong pabrik sampai mengeluarkan asap yang aman bagi lingkungan, dan tindakan dengan denda yang memberi efek jera (misalnya ,mengganti setiap kerugian yang diderita pihak lain akibat ulahnya dengan denda berlipat ganda) terhadap pembakaran liar yang menghasilkan pencemaran udara serius.

f. *Pengambilan flora dan fauna ilegal,*

Tindakan pengambilan ini umumnya dilakukan sebagai pencurian terhadap produk tumpang sari kawasan hutan produktif, dan dilakukan besar-besaran akibat terutama kemalasan bekerja yang didukung tuntutan ekonomi dan harga jual hasil curian yang tinggi. Hal ini mengganggu bahkan sampai merusak Ekosistem Pertanian pada **sektor kehutanan**, terutama menurunnya

keanekaragaman hayati. Kasus di negara kita adalah pencurian besar-besaran yang menyebabkan jumlah flora dan fauna berkurang drastis bahkan punah. Lagi-lagi solusinya adalah kerja keras dan bareng aparat pemerintah dengan masyarakat sekitar kawasan hutan antara lain untuk mengadakan kegiatan: program penangkaran satwa liar, peningkatan kemampuan SDM sebagai pelaku untuk mendukung Ekosistem Pertanian, penyuluhan mengenai pemeliharaan flora dan fauna produktif secara intensif, membentuk dan memperluas habitat flora dan fauna dengan batas yang jelas dan dilindungi peraturan, dan mendirikan ***konservasi in-situ dan konservasi ex-situ***.

g. *Pengrusakan Ekosistem Pertanian,*

Pengrusakan ini disengaja terjadi, akibat ulang manusia umumnya dengan sengaja merusak kualitas tanah, misalnya dengan tindakan berlebihan dalam: pembuangan sampah, pengambilan hasil tambang, dan pembuatan bata merah. Untuk mengatasi hal ini perlu dilakukan antara lain adalah: peraturan tata guna lahan untuk *Pelestarian Ekosistem Pertanian*, penerapan aturan **Tebang Pilih Tanaman Indonesia** atau TPTI, reboisasi, dan pengolahansampah.

h. *Perlakuan Tempat Sampah Akhir yang salah,*

Sebagai penyebab gangguan ekosistem pertanian sekitar lokasi tersebut. Sejalan dengan perkembangan teknologi, solusi satu-satunya adalah membangun pabrik pengolahan sampah terpadu sehingga menghasilkan antara lain kompos, setelah sebelumnya jenis sampah (misalnya sampah: organik, anorganik, logam, dan kaleng) sudah dipilah-pilah.

i. *Kelangkaan air,*

Terjadi akibat kondisi air tanah dengan ketersediaannya pada lahan yang tidak merata. Hal ini menyebabkan gangguan *ekosistem pertanian dalam hal* upaya menjamin kebutuhan nutrisi tanaman yang cukup untuk kebutuhan lahan pertanian tersebut.

Pelaksanaan peraturan setempat tentang Pengaturan *supply* air dari irigasi dan sumber untuk peruntukan pertanian, harus dijalankan dengan ketat dan adil sebagai satu-satunya solusi.

j. *Bangunan-bangunan liar dan lingkungan kumuh,*

Hal ini tidak hanya terjadi di kota, tetapi juga terjadi di desa atau kota daerah dekat lahan pertanian. Akibat lain adalah berkurangnya daerah resapan air. Hal ini tentu saja *mengganggu Ekosistem Pertanian*. Satu-satunya solusi permasalahan ini adalah upaya pemerintah dalam mengatur pemukiman dan lingkungannya untuk menjamin kelangsungan Ekosistem Pertanian agar *tetap* menghasilkan produk yang menguntungkan, serta menjamin lingkungan dan pemukinannya dengan tidak mengganggu resapan air lahan pertanian..

3.5 Gangguan Sektor Sosial Ekonomi

Keadaan sosial ekonomi masyarakat adalah suatu kedudukan yang terjadi secara rasional terhadap seseorang atau keluarga tertentu dengan posisi tertentu dalam masyarakat disertai atribut seperangkat hak dan kewajiban yang harus dimainkan oleh pembawa status (seseorang maupun keluarga) tersebut sesuai ciri-ciri, dari (Mariatul Habtiah at all, 2021), antara lain sebagai berikut:

- a. Lebih berpendidikan,
- b. Tingkat kehidupan dan kesehatan menonjol,
- c. Pekerjaan mapan dan spesifik,
- d. Kemampuan pengenalan diri,
- e. Mempunyai tingkat mobilitas tinggi dan berkomunikasi dengan baik,
- f. Mempunyai ladang luas,
- g. Lebih berorientasi pada ekonomi komersial produk,
- h. Menghindari permasalahan kredit.

Faktor ekonomi alih fungsi lahan pertanian sehingga menimbulkan gangguan ekosistem pertanian bahkan ekosistem lenyap, dari Sumaryanto et al (1996), disebabkan antara lain adalah:

- a. Harga lahan melonjak.
- b. Skala usaha pemanfaatan lahan kurang efisien bahkan merugi.
- c. Keinginan untuk mendapatkan barang mewah.
- d. Pajak lahan pertanian yang membebani petani.
- e. Kecenderungan untuk tidak lagi menekuni bidang pertanian.

Permasalahan dalam ekosistem pertanian akibat gangguan sektor sosial ekonomi, disebabkan oleh: *degradasi sumberdaya alam*, dan *pengrusakan lingkungan daerah sekitar* sektor sosial ekonomi dimana masyarakat tersebut tinggal, dari (Affendi Anwar dan Ernan Rustandi, 2000), dengan solusi antara lain melakukan:

- a. *Analisa konprehensif penerapan intensifikasi*
- b. *Analisa konprehensif ekstensifikasi pertanian,*
- c. *Kebijakan yang mengarah perbaikan sumberdaya alam Pembangunan ekosistem pertanian berkelanjutan,*
- d. *Pengembangan wilayah pertanian berdimensi sosial ekonomi*
- e. *Otoritas pengelolaan sumberdaya alam,*
- f. *Pengukuhan hak masyarakat lokal terhadap pengelolaan ekosistem pertanian,*

3.6 Konversi Tanah Pertanian

Penggunaan teknologi yang berlebihan dapat mengakibatkan pengrusakan terhadap lahan pertanian. Pengrusakan tersebut berujung umumnya diakibatkan 2(dua) hal, yaitu: *konversi tanah pertanian* misalnya menjadi pemukiman, dan ***pengrusakan kualitas tanah*** milanya melakukan mekanisasi berlebihan dan penggunaan bahan kimia. Sawah sebagai penghasil makanan pokok, seharusnya dilestarikan untuk sebesar-besarnya kesejahteraan masyarakat. Kenyataan dari tahun 1981-1998 di Indonesia, terjadi terjadi konversi sawah tepatnya 1.627.514 ha. Sekitar 1 juta ha terjadi di pulau jawa, dari Irawan (2001). Bahkan sampai tahun 2019, luas sawah total saat panen 10.68 juta ha dan menjadi 10.66 juta ha tahun 2020. Konversi lahan sawah yang terjadi, adalah 0.02 juta ha dalam satu tahun atau 20.000 juta ha, dari data BPS (2021). Hal ini terjadi dalam kondisi pertambahan penduduk. Sehingga jika swasembada pangan diinginkan tercapai, maka konversi sawah tidak boleh terjadi, Bahkan perhitungan matang untuk menambah lahan sawah baru harus dilakukan sampai mencapai negara tersebut tidak lagi import beras, bahkan dappat eksport.

Pertambahan jumlah penduduk, berarti kebutuhan pangan bertambah. Sebagian besar penduduk Indonesia, bermata pencaharian dalam bidang pertanian. Konversi lahan pertanian merupakan hal yang wajar terjadi. Namun pada kenyataannya, konversi lahan menjadi masalah karena ***terjadi dilahan pertanian yang produktif*** sehingga mengurangi ketersediaan pangan, Ita Rustiati Ridwan (2009).

Proses alih fungsi lahan pertanian ke penggunaan non pertanian, Ita Rustiati Ridwan (2009). disebabkan oleh:

a.Faktor eksternal antara lain,

Dinamika pertumbuhan perkotaan, aktifitas penduduk, dan peningkatan ekonomi masyarakat.

b.Faktor Internal antara lain.

Kondisi sosial ekonomi rumah tangga, dan penambahan pengguna lahan untuk kepentingan lain.

c. Faktor Kebijakan antara lain,

Aspek regulasi, dan perubahan fungsi lahan.

Dampak konversi lahan sawah misalnya, Ita Rustiati Ridwan (2009), antara lain adalah:

- a. Menurunnya produksi padi secara nasional.
- b. Kerugian investasi akibat mencetak sawah pengganti.
- c. Tambahan biaya membangun waduk dan irigasi.
- d. Menurunnya kesempatan kerja dalam bidang pertanian.
- e. Degradasi Lingkungan.

Upaya pencegahan konversi lahan sawah misalnya, dapat dilakukan hanya dengan pengendalian yang bertitik tolak pada faktor-faktor penyebab konversi terjadi, yaitu faktor: sosial, ekonomi, perangkat hukum, keridakakuratan pemetaan, pendataan penggunaan lahan, penerapan teknologi tepat dan memadai (misalnya: Teknologi informasi pertanian, Teknik budidaya pertanian, Teknologi tepat guna mesin pertanian, dan Teknologi industri untuk hasil pertanian), Ita Rustiati Ridwan (2009). Detail data penunjang dapat ditelusur dari rujukan ini.

Konversi tanah pertanian dengan kondisi akhir lahan menjadi lahan kering, menimbulkan **degradasi lahan**. Degradasi lahan disebabkan oleh pembiaran dalam jangka waktu yang lama setelah dilakukan aktifitas tebang habis. Akibat degradasi lahan antara lain adalah: deforestasi, hilangnya nutrisi tanah permanen, praktek pertanian yang buruk, dan dampak umum dari pertumbuhan penduduk. Solusi degradasi lahan hanya dapat dilakukan dengan

penerapan **Pertanian Berkelanjutan**.

Sihalolo (2004) membagi konversi lahan menjadi 7(tujuh) pola tipologi, yaitu:

1. Konversi **gradual** berpola sporadis, dipengaruhi oleh: lahan kurang atau tidak produktif, dan keterdesakan ekonomi pelakukonversi.
2. Konversi **sistematik** berpola *enclave*, disebabkan perlakuan konversi lahan yang dilakukan serempak, slaka besar-besaran terhadap sembarang kondisi tanah, tujuan tertentu.
3. Konversi **hunian** berpola khusus penyediaan lahan untuk perumahan, disebabkan kebutuhan tempat tinggal misalnya dari keluarga baru.
4. Konversi **sosial** berpola perusakan lahan akibat desakan kebutuhan ekonomi, dan perubahan kesejahteraan.
5. Konversi **tanpa beban**, berpola dari suatu keinginan untuk hidup lebih baik atau akibat hijrah, dengan tidakan pemanfaatan lahan dari semula untuk pertanian menjadi sesuai keinginan.
6. Konversi **agraris**, berpola keinginan bersama dari masyarakat untuk kembali meningkatkan hasil pertanian.
7. Konversi **multi**, berpola dari perubahan lahan pertanian menjadikawasan multi fungsi seperti: perkantoran, sekolah, dan pusat perdagangan.

Datar Pustaka

- Anwar, A, dan Ernan R. (2020). *Masalah Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Kebijaksanaan Ekonomi Bagi Pengendalian Terhadap Kerusakannya*, Makalah yang disampaikan pada Lokakarya Nasional Pemberdayaan Masyarakat Berbasis Pengelolaan Sumber Daya Alam. Jakarta 17 Oktober 2000;43
- Chaerina, Y. (2016). *Korespondensi antara Kerusakan Ekologi dan Faktor Penyebabnya*. Prosiding Temu Ilmiah IPLBI. Halaman F017 sd. F022
- Dianniar, U. (2015). *Bersahabat dengan Lingkungan Melalui Pertanian Berkelanjutan*. Pontianak. Penerbit Dinas Pangan, Pertanian dan Perikanan
- Habtiah, M., Fahriansah, dan Khairatun H. (2021). *Dampak Penggunaan Teknologi Pertanian Terhadap Perubahan Sosial Ekonomi Masyarakat Buruh Tani Padi di Gampong Paya Seungat Aceh Timur*. Jurnal Ilmiah Mahasiswa. Volume-3. Nomor-1, halaman 58-71.
- Ridwan, I. R. (2009). *Faktor-Faktor Penyebab dan Dampak Konversi Lahan Pertanian*. Jurnal Geografi GEA. Volume-09. Nomor-02.
- Sihalolo, M. (2004). *Konversi Lahan Pertanian dan Perubahan Struktur Agraria*. Tesis. Fakultas Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Sumaryanto. Hermanto. dan E Pasandaran. (1996). *Dampak Alih Fungsi Lahan Sawah Terhadap Pelestarian Swasembada Beras dan Sosial Ekonomi Petani*. Prosiding Lokakarya Persaingan dalam Pemanfaatan Swasembada Lahan dan Air. Hal 92-112.
- Wahyudi, D., Indarwati I, dan kawan-kawan. (2021). *Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman*. Ronal Watrianthos Editor. Jakarta. Penerbit Yayasan Kita Menulis.
- Widaya. H. K. (2020). *Alif Fungsi Lahan Pertanian Rusak Ekologi Pedesaan*. Ujang Sunda Editor. Jakarta Selatan, Penerbit Wanahan Ekonomi Semesta

Glosarium

Agro Ekosistem adalah:

interaksi hubungan antara komponen biotik dengan lingkungan suatu lahan pertanian tertentu dalam ekosistem.

Ekosistem adalah:

sistem ekologi yang terbentuk oleh hubungan timbal-balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya sebagai tatanan yang utuh yang saling mempengaruhi.

Ekosistem Konvensional adalah:

ekosistem dari sistem pertanian dengan rencana dan tata kelola intensif yang fokus pada satu produk pertanian yang mencakup daerah skala luas/besar.

Ekosistem Pertanian adalah:

berbagai unit dasar aktifitas pertanian yang terkait secara ruang dan fungsi, mencakup komponen biotik (makhluk hidup) dan abiotik (lingkungan) serta interaksinya dan merupakan bagian dari ekosistem konvensional.

Gulma adalah:

Tumbuhan yang tumbuh dengan cara berkompetisi tidak sehat pada tanaman pokok dalam hal: mendapatkan unsur hara, sinar matahari, dan menghisap sari makanan tumbuhan pokok, misalnya benalu.

Hama adalah:

binatang dan tumbuhan perusak tanaman budidaya yang mengakibatkan kerugian secara ekonomis karena mengganggu dan berujung pengurangan produksi tanaman baik secara kualitas maupun kuantitas.

Lengas adalah:

Kuantitas kandungan kadar air (misalnya untuk: tanah, udara, dan tanaman)

Patogen adalah:

jasat renik atau mikroorganisme penyebab penyakit tanaman yang terdiri dari: virus, bakteri, jamur, mikroplasma, protozoa, dan ricketsia.

Pertanian adalah:

kegiatan manusia untuk mengelola sumber daya alam hayati dengan bantuan teknologi, dana, tenaga kerja, dan manajemen, untuk menghasilkan komoditi misalnya mencakup tanaman pangan, hortikultura, perkebunan, hasil peternakan, dalam suatu agro ekosistem.

Sistem Ekologi adalah:

Hubungan timbal balik interaksi dan saling mempengaruhi antara makhluk hidup dan lingkungannya sebagai populasi pada waktu dan daerah tertentu.

BAB IV

PERTANIAN KOTA

Oleh Rivandi Pranandita Putra

4.1 Pengertian Pertanian Kota

Secara umum, pertanian kota (*urban farming* atau *urban agriculture*) dapat diartikan sebagai segala jenis kegiatan pertanian yang dilaksanakan di wilayah perkotaan. Kegiatan pertanian yang dilakukan tidak hanya berupa budidaya tanaman, namun juga dapat mencakup kegiatan di bidang perikanan dan peternakan. Terdapat banyak definisi berbeda mengenai pertanian kota, meski kesemuanya merujuk pada satu hal yang sama. FAO (2007) mendefinisikan pertanian kota sebagai “penanaman tumbuhan dan pemeliharaan hewan untuk makanan dan penggunaan lain di dalam dan di sekitar kota, dan kegiatan terkait seperti produksi dan pengiriman *input* serta pemrosesan dan pemasaran produk”. Ackerman (2012) mendefinisikan pertanian kota sebagai produksi pangan di dalam kota. Menurut Recknagel et al. (2016), pertanian kota yaitu produksi tanaman pertanian, unggas, atau ternak di properti publik atau pribadi dalam batas kota. Secara umum, kawasan perkotaan tidak memiliki lahan pertanian karena lahan yang ada atau lahan eksisting biasanya sudah habis digunakan untuk pemukiman, ruang publik, taman kota, jalan, dan berbagai fungsi lahan yang lainnya selain pertanian. Pada saat ini, hampir seluruh daerah perkotaan di Indonesia masih banyak menggantungkan pasokan bahan makanan, seperti beras, sayuran, buah-buahan, serta lauk pauk dari wilayah pedesaan dan pinggiran kota atau bahkan dari impor dari negara lain.

Di Indonesia, kegiatan pertanian kota semakin kian diminati di kalangan masyarakat perkotaan sejak pandemi Covid-19 mulai merebak di negeri ini. Seruan dari pemerintah kepada masyarakat Indonesia untuk tetap di rumah saja membuat warga perkotaan merasa jenuh dan menjadikan pertanian kota sebagai sarana untuk melepas jenuh dan stres. Di samping itu, di masa pandemi Covid-19, ada pula orang yang menjadikan pertanian kota sebagai sarana untuk mendapatkan penghasilan tambahan. Apalagi, tidak sedikit orang yang mengalami kesulitan ekonomi bahkan harus kehilangan pekerjaannya di masa pandemi seperti ini. Pertanian perkotaan dapat menjadi salah satu wadah untuk membantu mereka mendapatkan pemasukan.

4.2 Kelebihan dan Kelemahan Pertanian Kota

Pertanian kota memiliki berbagai kelebihan dan kelemahan yang perlu untuk diketahui. Pertama, akan dibahas terlebih dahulu mengenai kelebihan dari pertanian kota. Kelebihan pertama pertanian perkotaan yaitu terdapat berbagai pilihan metode bercocok tanam yang tidak memerlukan lahan luas. Secara umum, dalam konsep pertanian perkotaan, terdapat berbagai metode yang memungkinkan untuk dilakukannya budidaya tanaman di dalam kawasan kota meski dengan keterbatasan luas lahan, misalnya melalui metode vertikultur, hidroponik, aeroponik, dan akuaponik. Pertanian kota dapat dilakukan di lahan sempit. Sebagai contoh, jika lahan satu meter pada sistem pertanian tradisional hanya dapat digunakan untuk menanam 5 batang tanaman, maka melalui metode vertikultur, luasan yang sama tersebut dapat digunakan untuk membudidayakan 20 tanaman. Meski demikian, perlu diperhatikan bahwa tempat yang tersedia harus mendapatkan sinar matahari yang cukup. Dengan demikian, tidak ada alasan

untuk tidak melakukan pertanian kota karena tidak memiliki lahan yang luas.

Kelebihan lain dari pertanian kota adalah dapat dilakukan oleh siapa saja. Pelaku pertanian kota bisa siapa saja dan tidak harus memiliki keahlian atau pendidikan khusus. Yang terpenting, pelaku pertanian harus memiliki niat dan kemauan untuk belajar serta tekun dalam melakukan pertanian perkotaan. Kelebihan pertanian perkotaan lainnya yaitu biaya operasional yang rendah. Hal ini karena pada umumnya pertanian kota dilakukan secara organik dan tidak menggunakan bahan kimia (pupuk, pestisida, herbisida, dll.) sehingga biaya operasionalnya pun lebih terjangkau dibandingkan pertanian konvensional. Efisiensi irigasi pada pertanian kota pun umumnya tinggi, sedangkan kebutuhan tenaga kerjanya umumnya rendah sehingga hal tersebut dapat menghemat biaya operasional untuk pelaksanaan pertanian perkotaan. Adapun efisiensi dalam penggunaan air pada pertanian kota sebetulnya tidak hanya bermanfaat untuk mengurangi biaya operasionalnya saja, namun juga menjadi sebuah kebutuhan. Sistem pemanfaatan air irigasi yang efisien sangat diperlukan untuk beradaptasi terhadap perubahan iklim (Sonkar et al., 2020). Efisiensi penggunaan air irigasi juga merupakan salah satu dari tiga pilar dalam konsep pertanian cerdas iklim (*climate smart agriculture*), yaitu ketahanan terhadap perubahan iklim (*resilience to climate change*) (Putra et al., 2021).

Kelebihan lain pertanian perkotaan adalah dapat menjadi sarana pemanfaatan sampah atau limbah organik yang ada di sekitar. Sampah atau limbah organik yang ada di sekitar rumah juga sebenarnya dapat dibuat menjadi kompos yang selanjutnya dapat digunakan sebagai sumber nutrisi untuk tanaman. Misalnya, limbah dapur organik di perkotaan selama ini hanya dianggap sebagai beban karena diproduksi setiap hari

dalam jumlah yang tinggi. Menurut Afrianto et al. (2021), Indonesia menghadapi masalah terkait limbah makanan, terutama limbah makanan yang dihasilkan pada skala rumah tangga. Limbah makanan dapat membawa berbagai dampak negatif dilihat dari aspek lingkungan, kesehatan manusia, sosial masyarakat, dan ekonomi. Dengan adanya kegiatan pertanian kota, limbah organik yang seringkali menjadi masalah tersebut dapat dimanfaatkan untuk diolah menjadi pupuk kompos (Dewi et al., 2022). Dengan begitu, pertanian kota juga berperan dalam membantu mengurangi volume sampah organik di perkotaan. Di samping itu, pertanian organik juga dapat memanfaatkan penggunaan pestisida nabati. Menurut Afrianto et al. (2022), ada kurang lebih 149 spesies tumbuhan di Indonesia yang dapat dijadikan sebagai bahan pembuatan pestisida (mencakup insektisida, bakteriosida, rodentisida, fungisida, nematisida, dan moluscisida) untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman. Di samping itu, oleh karena pertanian kota seringkali dilaksanakan secara organik, maka kelebihan lainnya dari pertanian perkotaan yaitu produk pertanian yang dihasilkan pun lebih sehat dan lebih aman dikonsumsi karena terbebas dari residu bahan kimia.

Keuntungan lain dari pertanian kota adalah berkurangnya rantai waktu transportasi bahan pangan. Dengan pertanian kota, bahan pangan yang dihasilkan dapat lebih cepat sampai ke konsumen di wilayah perkotaan dalam kondisi segar. Selama ini, sebagian besar bahan pangan seringkali harus melalui perjalanan yang jauh dari kawasan pedesaan hingga sampai ke tangan para konsumennya di daerah perkotaan, dimana jarak tempuhnya bisa ratusan atau bahkan ribuan kilometer. Panjangnya jarak yang harus ditempuh itu tentu saja dapat memengaruhi tingkat kesegaran serta kandungan nutrisi bahan pangan. Pengurangan rantai makanan juga dapat berdampak positif terhadap harga bahan pangan karena tidak dibutuhkannya bahan bakar untuk transportasi jarak jauh. Di

samping itu, emisi gas rumah kaca juga dapat berkurang karena tidak dibutuhkannya transportasi jarak jauh.

Selanjutnya, kelebihan pertanian kota yang lain yaitu dapat menghemat biaya belanja untuk beberapa jenis bahan makanan yang dapat diproduksi sendiri. Melalui pertanian kota, warga perkotaan dapat menghasilkan sendiri sayur, buah, dan produk pertanian lainnya sehingga tidak perlu lagi membeli beberapa bahan makanan. Adapun sistem pertanian dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan sendiri dapat disebut sebagai pertanian subsisten. Selain untuk konsumsi sendiri, produk yang dihasilkan dari pertanian kota juga dapat dijual atau dipasarkan sehingga hal ini dapat menjadi salah satu alternatif keran pemasukan tambahan bagi masyarakat perkotaan. Pertanian kota juga dapat berkontribusi dalam menciptakan lapangan pekerjaan baru dan mengurangi kemiskinan. Hal tersebut sangat berguna terutama dengan adanya fakta bahwa tidak sedikit orang yang kehilangan pekerjaan dalam krisis ekonomi akibat pandemi Covid-19. Kelebihan lain dari pertanian kota adalah dapat mendukung ketahanan pangan di wilayah perkotaan. Pada saat ini, 54% penduduk dunia tinggal di wilayah pedesaan, namun pada tahun 2050 mendatang diperkirakan lebih dari 2/3 penduduk dunia akan tinggal di perkotaan. Dengan begitu, kebutuhan pangan di perkotaan pun akan otomatis meningkat sehingga diperlukan solusi untuk mengatasi hal tersebut (Arifien et al., 2022). Pertanian perkotaan hadir sebagai salah satu solusi untuk meningkatkan ketahanan pangan di perkotaan.

Keberadaan pertanian kota juga dapat menambah jumlah ruang terbuka hijau (RTH) di kawasan perkotaan. Tanaman hijau akan menyerap gas karbon dioksida (CO_2) dan mengubahnya menjadi gas oksigen (O_2) sehingga pasokan gas O_2 di sekitar akan bertambah, menurunkan suhu udara di sekitarnya, menjadi *area* resapan air, serta meredam kebisingan

suara. RTH juga membuat lingkungan menjadi lebih asri dan nyaman, serta menjadi ruang bagi warga untuk dapat bersilaturahmi dan berekreasi. Di samping itu, RTH di perkotaan juga dapat menyediakan habitat bagi lebah dan jenis polinator lainnya. Pertanian kota juga dapat menjadi ajang untuk mempererat jalinan sosial antar warga, terutama bagi mereka yang tertarik dengan pertanian kota atau bagi mereka yang sama-sama sedang melakukan aktivitas pertanian kota.

Selanjutnya, terdapat pula beberapa kelemahan pertanian kota. Kelemahan pertama yaitu warga perkotaan pada umumnya mempunyai kesibukan atau pekerjaan lain sehingga pertanian kota hanya menjadi kegiatan sambilan. Dengan demikian, karena adanya kesibukan lain itulah, para pelaku pertanian kota tidak bisa sepenuhnya fokus dalam mengurus pertanian kota yang dilakukannya. Padahal, beberapa jenis tanaman perlu dirawat dengan baik setiap hari, misalnya penyiraman rutin. Atau bila orang tersebut melakukan usaha perikanan, maka ikan perlu diberi pakan beberapa kali setiap hari. Kelemahan pertanian kota lainnya yaitu produk hasil pertanian kota umumnya dibanderol dengan harga yang lebih mahal daripada pertanian konvensional. Hal ini karena produk pertanian kota merupakan produk organik, yang dianggap lebih kaya nutrisi dan lebih sehat karena bebas pestisida. Karena harganya yang jauh lebih mahal, produk pertanian organik pada umumnya hanya menasar pada segmen pasar tertentu, misalnya supermarket atau restoran yang menyajikan makanan organik. Kelemahan lain dari pertanian perkotaan adalah hasil pangan dari pertanian kota hingga saat ini masih belum dapat memenuhi kebutuhan pangan masyarakat kota seutuhnya. Masyarakat perkotaan di Indonesia pada saat ini masih bergantung pada pasokan pangan dari pedesaan. Hal ini karena skala pengembangan pertanian kota yang memang masih kecil dan kebanyakan dari mereka masih berorientasi untuk memenuhi kebutuhan sendiri. Pertanian konvensional di

pedesaan acapkali dilakukan dengan orientasi hasil produksi, sedangkan pertanian perkotaan lebih sebagai hobi atau sekadar untuk mengisi waktu luang (Putra et al., 2022). Kelemahan selanjutnya dari pertanian kota adalah beberapa metode pertanian kota memerlukan modal awal yang tidak sedikit, misalnya instalasi pipa vertikultur atau hidroponik. Meskipun demikian, perlu dicatat bahwa biaya ini hanya perlu dikeluarkan sekali di awal. Selain itu, terkait pembiayaan tersebut juga bisa ‘diakali’ sehingga biayanya menjadi lebih murah. Misalnya, untuk instalasi vertikultur, bisa digunakan bambu atau kayu bekas dan untuk hidroponik dapat dibuat sendiri dengan menggunakan pipa bekas.

Secara singkat, kelebihan dan kelemahan pertanian kota dijelaskan dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kelebihan dan kelemahan pertanian kota

No.	Kelebihan	Kelemahan
1	Terdapat berbagai pilihan metode bercocok tanam yang tidak membutuhkan lahan luas	Warga perkotaan umumnya memiliki kesibukan lain sehingga pertanian kota umumnya hanya menjadi kegiatan sambilan
2	Dapat dilakukan oleh siapa saja (tidak membutuhkan keahlian atau pendidikan khusus)	Produk hasil pertanian kota umumnya dibanderol dengan harga mahal dan hanya menasar pada segmen pasar tertentu
3	Biaya operasional rendah karena pertanian kota umumnya dilakukan secara organik (tidak memerlukan	Hasil pangan dari pertanian kota sampai saat ini masih belum dapat memenuhi

	bahan kimia, efisiensi irigasi tinggi, dan kebutuhan tenaga kerja rendah)	kebutuhan pangan masyarakat kota
4	Mengurangi rantai waktu transportasi bahan pangan, sehingga produk yang diterima konsumen lebih segar, lebih hemat, dan juga mengurangi emisi karena bahan bakar transportasi	Beberapa metode pertanian kota membutuhkan modal awal yang tidak sedikit, misalnya instalasi pipa vertikultur atau hidroponik
5	Dapat menjadi sarana pemanfaatan sampah atau limbah organik yang ada di sekitar	
6	Produk yang dihasilkan lebih sehat karena kegiatan pertanian kota umumnya dilakukan secara organik	
7	Dapat menghemat biaya belanja untuk sayur dan produk lain hasil pertanian kota	
8	Dapat menjadi sumber pemasukan tambahan	
9	Dapat menciptakan lapangan pekerjaan baru	
10	Mendukung ketahanan pangan (<i>food security</i>) di wilayah perkotaan	
11	Menambah ruang terbuka hijau di perkotaan	
12	Sebagai sarana melepas penat dan stres warga perkotaan karena lingkungan menjadi	

	lebih asri dan nyaman	
13	Mempererat hubungan sosial antar warga perkotaan	

4.3 Beberapa Metode Pertanian Kota

Dalam praktiknya di lapangan, pertanian kota dapat dilakukan dengan bermacam-macam metode dalam skala yang bervariasi pula. Menurut Santo et al. (2016), misalnya, pertanian kota dapat ditemukan pada kebun yang dibangun di halaman belakang, *rooftop* dan balkon rumah atau bangunan lainnya, sisi jalan, taman publik, dinding, maupun di dalam bangunan (*indoor*). Dalam sub-bab ini, akan dibahas beberapa contoh tipe pertanian kota yang umum dilakukan di Indonesia, antara lain vertikultur, tabulampot, hidroponik, akuaponik, dan aeroponik.

a. Vertikultur

Kata ‘vertikultur’ berasal dari bahasa Inggris yaitu ‘*vertical*’ (vertikal) dan ‘*culture*’ (budidaya). Vertikultur merupakan sistem pertanian yang dilakukan secara vertikal, bersusun, atau bertingkat. Tujuan vertikultur yaitu memanfaatkan lahan sempit secara optimal untuk keperluan budidaya tanaman. Vertikultur dapat dilakukan dengan menggunakan rangka seperti pipa paralon, kayu, bambu, ataupun papan yang digunakan untuk menyangga pot atau tanah. Model vertikultur sangat bervariasi dan pemilihan model ini dapat disesuaikan sesuai kreativitas dan ketersediaan bahan yang ada, yang penting model tersebut kokoh serta sanggup menopang dan mengisi tanah dan tanaman. Bahkan, vertikultur juga dapat dilakukan dengan cara menempelkan wadah tanam di dinding atau bidang vertikal sejenis. Selain itu, vertikultur juga dapat

dilakukan dengan cara menggantung wadah tanam dengan tali pada atap atau tempat yang tinggi lainnya. Wadah tanam yang digunakan untuk menanam tanaman pada metode vertikultur dapat berupa pot hingga limbah seperti botol dan kaleng bekas.

Ada berbagai macam tanaman yang dapat dibudidayakan dengan vertikultur, misalnya sayuran (kangkung, bayam, sawi, pakcoy, selada, seledri, bawang daun, kucai, kemangi, kacang panjang, terong, kubis, brokoli, oyong, pare, dan lain-lain), beberapa jenis tanaman buah (stroberi, tomat, cabai, dan lain-lain), serta beberapa jenis tanaman hias (anggrek, mawar, melati, bunga sepatu, dan lain-lain) dan juga tanaman obat sukulen. Jenis tanaman yang dipilih untuk dibudidayakan dengan metode vertikultur sebaiknya yang memiliki daya adaptif terhadap lokasi, misalnya terkait kecocokan jenis tanaman dengan suhu dan kelembapan udara di lokasi budidaya. Beberapa jenis tanaman sayuran terkadang lebih cocok dibudidayakan di daerah dataran tinggi yang dingin, misalnya kentang, kubis, brokoli, dan wortel, dan begitu pula sebaliknya. Meskipun demikian, hal ini tidak menjadi sebuah keharusan bila unsur lingkungan dapat dimanipulasi atau dimodifikasi sedemikian rupa sesuai dengan syarat tumbuh tanaman untuk dapat tumbuh dengan baik, misalnya modifikasi suhu udara, kelembapan udara, dan intensitas penyinaran dengan teknologi atau strategi tertentu di rumah kaca (Dewi et al., 2020). Selain itu, jenis tanaman yang dipilih untuk dibudidayakan dengan metode vertikultur sebaiknya bernilai ekonomis baik.

Budidaya tanaman dengan metode vertikultur memiliki berbagai kelebihan, antara lain efisien dalam penggunaan lahan (tidak memerlukan lahan luas), dapat

menghemat penggunaan *input* (pupuk dan pestisida), produk yang dihasilkan lebih sehat karena umumnya dilakukan secara organik atau penggunaan bahan kimia yang minim, serta dapat dipindahkan dengan mudah dari satu tempat ke tempat yang lainnya karena tanaman ditanam dalam wadah yang portabel. Pada metode vertikultur, pemeliharaan tanaman juga menjadi lebih mudah atau termonitor karena tanaman mengelompok di satu lokasi. Dengan demikian, budidaya tanaman vertikultur sangat mungkin untuk dilakukan oleh satu atau beberapa orang saja, tidak seperti budidaya tanaman secara konvensional yang pada umumnya membutuhkan tenaga kerja dalam jumlah yang besar. Kelebihan vertikultur selanjutnya yakni penanaman vertikultur umumnya mengurangi tumbuhnya gulma. Di samping itu, vertikultur dapat menghemat penggunaan pupuk karena diberikan pada wadah yang terbatas sehingga tidak mudah tercuci oleh hujan. Vertikultur juga dapat menghemat biaya untuk pestisida, khususnya pestisida untuk serangga tanah karena media tanam dapat menggunakan media steril. Tanaman vertikultur juga secara umum dapat menambah segi keindahan dan estetika yang baik bagi lingkungan di sekitarnya. Di samping itu, karena budidaya tanaman dilakukan secara bertingkat atau bersusun, maka tanaman vertikultur cenderung lebih aman dari risiko banjir yang kerap kali melanda beberapa kota besar di Indonesia.

Selain beberapa kelebihan yang telah dijabarkan di atas, budidaya tanaman dengan metode vertikultur juga memiliki beberapa kelemahan yang perlu diketahui. Kelemahan yang pertama adalah vertikultur umumnya memerlukan investasi awal cukup besar terutama untuk membuat bangunan rumah kaca dan instalasi vertikultur. Meskipun demikian, instalasi sederhana

vertikultur dapat digunakan atau bahkan dibuat sendiri dengan kreativitas dan bahan-bahan yang ada di sekitar. Kelemahan vertikultur selanjutnya adalah memerlukan pemberian pupuk dan penyiraman yang dilakukan secara kontinu atau terus menerus, terutama pada lokasi yang beratap atau di dalam rumah kaca. Meskipun demikian, saat ini sudah ada teknologi yang memungkinkan untuk menyiram dan memupuk tanaman dengan sistem otomatis. Kelemahan lain dari vertikultur yaitu bila dipindah secara tidak hati-hati, maka tanaman dapat rusak atau patah. Apabila tanaman yang ditanam dengan metode vertikultur sedang berbunga atau berbuah, bunga atau buah tersebut bisa saja rontok jika dipindahkan ke tempat lain.

b. Tabulampot

Tabulampot merupakan singkatan dari 'bertanam buah dalam pot'. Sesuai namanya, pada metode tabulampot, tanaman buah dibudidayakan di dalam pot atau wadah tertentu, seperti drum atau karung yang telah dilubangi bagian bawahnya dan diisi tanah. Tabulampot berbeda dengan bonsai yang sekadar bertujuan untuk mendapatkan keindahan tanaman, dimana tabulampot umumnya dilakukan dengan tujuan untuk produksi (tanaman berbuah). Secara umum, keberadaan metode tabulampot menghadirkan tantangan baru dalam budidaya tanaman buah. Selama ini, tanaman buah identik dengan tanaman yang memerlukan lahan yang luas. Namun dengan metode ini, budidaya tanaman buah dapat dilaksanakan pada ruang dan media yang lebih sempit.

Ada berbagai kelebihan metode tabulampot. Pertama, melalui metode tabulampot, masyarakat perkotaan yang tidak memiliki lahan luas di rumahnya tetap dapat

menanam tanaman buah dan panen sendiri. Selain itu, karena tanaman buah hanya tumbuh di pot, metode ini juga tidak akan merusak pagar atau bangunan di sekitarnya. Selama ini, tanaman buah berkambium seperti mangga dan jambu air acapkali menimbulkan masalah yaitu merusak bangunan di sekitarnya ketika tanaman tersebut tumbuh terlalu besar. Kelebihan lain dari tabulampot yaitu tanaman dapat dipindah-pindah dengan mudah. Pot tanaman dapat dipindah tanpa harus khawatir merusak tanaman. Meskipun demikian, perlu diingat bahwa tanaman tabulampot harus diletakkan di tempat dengan paparan cahaya matahari yang cukup. Kelebihan tabulampot selanjutnya yaitu dapat berfungsi sebagai hiasan di pekarangan rumah. Hal ini tentu dapat menambah nilai estetika rumah, terutama ketika tanaman sudah berbuah dengan lebat. Kelebihan lain dari tabulampot yang tidak kalah penting yaitu metode ini umumnya membuat tanaman menjadi lebih cepat berbuah. Secara umum, masa hidup setiap tanaman terdiri dari fase vegetatif dan generatif. Fase vegetatif terdiri atas pertumbuhan daun, batang, dan akar, sedangkan fase vegetatif terdiri atas pembungaan dan pembuahan. Pada saat tanaman ditanam dalam pot, fase vegetatif umumnya akan menjadi lebih pendek dan fase pertumbuhan generatifnya pun akan terangsang.

Selain memiliki kelebihan, metode tabulampot juga memiliki beberapa kelemahan. Kelemahan pertama terkait dengan jenis tanaman. Tidak semua jenis tanaman buah dapat ditanam dengan metode ini. Memang benar, hampir semua jenis tanaman buah dapat tumbuh dalam bentuk tabulampot. Namun, tidak semua tabulampot dapat menghasilkan buah. Hal ini disebabkan karena setiap jenis tanaman memiliki karakteristik yang berbeda. Beberapa jenis tanaman seperti kelapa akan

sulit berbuah jika ditanam dengan metode ini karena kurang cocok tumbuh di ruang sempit. Adapun berbagai jenis tanaman dapat dibudidayakan dengan metode tabulampot, antara lain:

- Tanaman buah berbatang keras, misalnya mangga, jambu air, jambu biji, kelengkeng, durian, jeruk, jeruk nipis, belimbing, sawo, srikaya, alpukat, nangka mini, kedondong, apel, dan lain sebagainya.
- Tanaman buah merambat, seperti semangka, melon, anggur, dan markisa.
- Tanaman buah herba, seperti stroberi dan nanas.

Kelemahan metode tabulampot selanjutnya yaitu buah yang dihasilkan pada umumnya tidak selebat tanaman yang ditanam di tanah. Hal ini dapat terjadi karena ukuran tanaman buah di tabulampot (umumnya tanaman buah yang berupa pohon) tidak sebesar tanaman yang ditumbuhkan di tanah. Tanaman tabulampot umumnya dipangkas (*pruning*) sehingga tanaman akan tetap tumbuh pendek. Kelemahan lain dari metode tabulampot adalah membutuhkan perawatan rutin, terutama penyiraman, pemupukan, serta pengendalian hama dan penyakit tanaman. Seperti diketahui, akar tabulampot hanya sebatas berada di dalam pot. Hal tersebut membuat konsumsi kebutuhan air dan zat hara oleh tanaman bergantung pada perawatan yang diberikan.

c. Hidroponik

Istilah “hidroponik” berasal dari bahasa Yunani yakni “*hydro*” yang berarti “*air*” dan “*ponics*” yang artinya “*daya*” atau “*tenaga*” atau “*tenaga kerja*”. Sementara itu, hidroponik dapat didefinisikan sebagai metode budidaya tanaman yang tidak menggunakan tanah sebagai media tanam atau *soilless crop cultivation*. Pada

budidaya tanaman dengan metode hidroponik, media tanam yang dipakai dapat berupa air ataupun larutan yang telah diperkaya dengan berbagai unsur hara. Dalam hal ini, kebutuhan nutrisi tanaman dipenuhi melalui larutan hara tersebut. Prinsip larutan hara ini mirip seperti cara kerja fertigasi (*ferti-irrigation*) tanaman, dimana zat-zat hara, seperti nitrogen, fosfor, kalium, dan karbon, sengaja ditambahkan ke dalam air irigasi pertanian dengan tujuan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman (Dewi et al., 2022).

Budidaya tanaman dengan metode hidroponik dapat memanfaatkan berbagai media tanam. Salah satu jenis media tanam yang sering digunakan adalah *rockwool*. *Rockwool* acapkali digunakan sebagai media tanam pada metode hidroponik karena mempunyai kemampuan menahan air dan udara dalam jumlah besar, dimana hal tersebut sangat diperlukan untuk pertumbuhan akar dan penyerapan nutrisi oleh tanaman pada metode hidroponik. Di samping *rockwool*, metode hidroponik dapat pula menggunakan media tanam berupa *cocopeat*, arang sekam, batang dan akar pakis, kerikil, pasir, spons, kapas, gabus, *perlite*, *moss*, *hydroton*, *vermiculite*, *pernite*, serta *hydrogel*.

Berbagai jenis tanaman dapat dikembangkan dengan metode hidroponik. Di Indonesia, jenis tanaman yang paling sering dibudidayakan dengan metode hidroponik adalah jenis tanaman sayuran, seperti misalnya selada, bayam, kangkung, sawi, pakcoy, kailan, buncis, seledri, bawang daun, mentimun, pare, oyong, dan lain sebagainya. Beberapa jenis tanaman buah juga dapat dibudidayakan dengan metode hidroponik, misalnya stroberi, tomat, cabai, paprika, semangka, melon, anggur, dan masih banyak lagi.

Terdapat beberapa kelebihan hidroponik dibandingkan sistem pertanian konvensional. Pertama, metode hidroponik dapat dilakukan di lahan sempit atau terbatas, seperti di wilayah perkotaan. Di samping itu, hidroponik juga dapat dilakukan secara *indoor* atau di dalam ruangan. Hal ini memungkinkan warga perkotaan dengan lahan terbatas untuk tetap dapat bercocok tanam. Kelebihan hidroponik yang kedua yakni ramah lingkungan karena tidak memerlukan pestisida secara berlebihan atau bahkan tidak menggunakan pestisida sama sekali. Pada budidaya secara hidroponik, hama atau gulma umumnya tidak mengganggu pertumbuhan tanaman hidroponik secara signifikan sehingga penggunaan pestisida sebetulnya tidak diperlukan. Dengan demikian, produk pertanian yang dihasilkan dari metode hidroponik pun jauh lebih sehat. Kelebihan lain dari metode hidroponik adalah kebutuhan nutrisi tanaman lebih terjaga karena dilakukannya kontrol nutrisi tanaman melalui larutan hara. Metode hidroponik juga lebih hemat air. Pada metode hidroponik, air didistribusikan melalui kontrol yang ketat sehingga tidak mudah menguap dan terbuang. Kelebihan hidroponik selanjutnya yaitu tenaga kerja yang dibutuhkan lebih sedikit dibandingkan metode pertanian secara konvensional, terutama pada saat perawatan tanaman (penyiangan gulma, pengendalian hama, dll).

Selain memiliki berbagai kelebihan seperti yang telah dijelaskan di atas, metode hidroponik juga memiliki beberapa kelemahan. Pertama yaitu kebutuhan modal yang besar. Modal ini diperlukan untuk instalasi awal peralatan hidroponik serta biaya operasional (listrik, larutan hara, benih tanaman, dan lain sebagainya). Kelemahan hidroponik yang kedua yaitu risiko kematian

tanaman lebih besar bila tanaman mengalami kekeringan. Pada kultur substrat, kapasitas memegang air media substrat lebih kecil dibandingkan media tanah sehingga pelayuan tanaman menjadi lebih cepat. Kelemahan selanjutnya terkait dengan serangan hama dan patogen tanaman. Pada metode hidroponik, bila ada satu tanaman saja yang sakit, maka tanaman tersebut akan mudah menginfeksi semua tanaman lain karena jarak tanaman satu dengan yang lainnya sangat dekat. Oleh karena itu, diperlukan pemeriksaan tanda-tanda keberadaan hama dan penyakit seperti serangga, daun kering, dan lain sebagainya secara rutin. Kemudian, bila ditemukan tanaman yang sakit, maka segera lepaskan tanaman tersebut.

d. Akuaponik

Sesuai namanya, akuaponik merupakan integrasi antara akuakultur (perikanan) dan hidroponik. Hubungan antara perikanan dan pertanian dalam metode akuaponik bersifat simbiosis mutualisme atau saling menguntungkan. Secara normal, hasil ekskresi dari hewan air seperti ikan akan terakumulasi di air dan meningkatkan toksisitas air jika tidak dibuang. Dalam metode akuaponik, hasil ekskresi tersebut disirkulasikan ke tanaman budidaya, kemudian air yang telah disaring akan disalurkan kembali ke dalam akuarium atau kolam ikan. Tanaman budidaya pada metode akuaponik juga dapat berperan sebagai filter vegetasi yang akan mengurangi zat racun dari kotoran ikan menjadi zat yang tidak berbahaya bagi ikan. Instalasi metode akuaponik dapat bervariasi dan bahan yang digunakan pun bermacam-macam. Untuk sistem yang sederhana, dapat digunakan wadah dari bak fiber, kolam terpal, kolam plastik, akuarium bekas, hingga kolam tanah sebagai tempat untuk budidaya ikan, sedangkan untuk tempat

budidaya tanaman dapat menggunakan bambu, paralon, atau bahan lainnya. Ada berbagai jenis tanaman yang dapat dipilih untuk dibudidayakan dengan metode akuaponik, misalnya bayam, kangkung, selada, pakcoy, tomat, cabe, dan tanaman herbal. Sementara itu, jenis ikan tawar yang dipilih dapat berupa ikan konsumsi seperti lele, nila, mas, patin, dan nilem maupun ikan hias seperti koi dan komet.

Terdapat beberapa kelebihan metode akuaponik. Kelebihan pertama yaitu dari metode ini, dapat dihasilkan dua produk sekaligus yaitu sayur atau buah sebagai sumber vitamin dan ikan tawar sebagai sumber protein. Kelebihan kedua dari metode ini yaitu tidak memerlukan bahan kimia seperti pestisida dan pupuk sehingga produk pertanian yang dihasilkan pun akan jauh lebih sehat. Dalam metode akuaponik, hasil dari proses eksresi ikan akan dialirkan sebagai nutrisi bagi tanaman. Kotoran ikan merupakan sisa-sisa makanan yang masih mengandung nutrisi yang dapat menjadi sumber hara dan dapat menyuburkan tanaman. Bakteri nitrifikasi juga akan mengubah limbah ikan menjadi hara yang dapat dimanfaatkan tanaman. Kelebihan ketiga metode akuaponik yakni hemat air. Air yang digunakan untuk akuaponik selalu diputar atau disirkulasikan kembali sehingga tidak ada air yang terbuang secara sia sia. Air hanya hilang karena evaporasi atau diserap oleh tanaman yang dapat diatasi dengan penambahan air. Penambahan air umumnya tidak banyak sehingga meski memerlukan tambahan air, kebutuhan air pada metode akuaponik akan tetap lebih irit jika dibandingkan dengan pertanian konservatif. Kelebihan selanjutnya dari metode akuaponik adalah dapat dilakukan dimana saja, termasuk di lahan sempit di wilayah perkotaan. Hal ini

memungkinkan warga perkotaan tetap dapat bercocok tanam di lahan yang sempit.

Selanjutnya, terdapat pula beberapa kelemahan budidaya tanaman dengan metode akuaponik. Pertama, peralatan dan instalasi awal akuaponik dapat terbilang cukup mahal. Komponen yang digunakan harus dibeli karena umumnya sangat sulit untuk dibuat sendiri. Kelemahan kedua yaitu metode akuaponik sangat bergantung pada keberadaan listrik. Metode akuaponik memiliki sebuah komponen berupa pompa air untuk sirkulasi air yang harus menyala secara terus menerus. Ketiga, budidaya akuaponik memerlukan perawatan ekstra supaya perkembangan ikan dan tanaman sama-sama baik.

e. Aeroponik

Aeroponik berasal dari kata “*aero*” yang berarti “udara” dan “*ponus*” yang berarti “daya”. Dengan demikian, aeroponik berarti memberdayakan udara untuk keperluan budidaya tanaman. Prinsip kerja aeroponik yaitu membudidayakan tanaman di udara. Dalam hal ini, tanaman ditanam dengan cara digantung di dalam suatu bak. Pangkal batang dimasukkan ke dalam *styrofoam* yang telah dilubangi supaya tanaman dapat berdiri. Selanjutnya, larutan hara disemprotkan dalam bentuk kabut hingga mengenai akar tanaman. Penyemprotan dalam bentuk kabut atau uap air ke udara di sekeliling tanaman dapat memberikan lapisan air pada akar tanaman, menurunkan suhu di sekitar tanaman, dan mengurangi evapotranspirasi. Penyemprotan ini dilakukan secara terus menerus sehingga tanaman tidak akan layu dan mati. Sistem penyemprotan atau pengabutan dapat diatur secara *intermittend* atau nyala-

mati (*on-off*) secara bergantian menggunakan *timer*. Adapun lama waktu mati (*off*) tidak boleh lebih dari 15 menit karena dikhawatirkan tanaman akan menjadi layu. Jika pompa dimatikan, butiran larutan yang telah melekat pada akar tanaman dapat bertahan selama sekitar 15 menit.

Sama seperti metode lainnya, terdapat berbagai jenis tanaman pertanian yang dapat dibudidayakan dengan metode aeroponik. Beberapa jenis tanaman yang dapat ditanam dengan metode aeroponik, antara lain jenis tanaman umbi-umbian (kentang, ketela pohon, wortel, lobak, dan lain-lain), tanaman sayur (kangkung, bayam, selada, sawi, pakcoy, terong, dan lain-lain), dan tanaman buah (stroberi, tomat, dan lain-lain).



(sumber: grow-room.info) (www.growmeduniversity.com)

Gambar 1. Ilustrasi budidaya tanaman dengan metode aeroponik

Terdapat beberapa kelebihan dan kekurangan budidaya tanaman yang dilaksanakan dengan metode aeroponik. Kelebihan-kelebihan metode aeroponik, antara lain dapat menghemat air, tidak perlu menggunakan tanah dan mengolah lahan, lebih tahan terhadap hama dan gulma, tidak mengenal musim, dan lebih cepat panen.

Kelebihan lain dari metode aeroponik adalah tanaman yang dihasilkan umumnya mengandung gizi yang lebih banyak karena tingginya oksigen pada larutan nutrisi. Selain itu, pada saat penyaluran air dan hara melalui kabut, tanaman aeroponik tidak akan langsung terhubung satu dengan yang lainnya sehingga penyebaran patogen (terutama patogen akar) dapat diminimalkan. Metode aeroponik juga dapat menghemat jumlah tenaga kerja manusia dalam hal perawatan tanaman.

Sementara itu, kekurangan-kekurangan metode aeroponik, yaitu biaya cukup mahal, sangat bergantung pada listrik, dan penyemprotan kabut air harus dilakukan secara terus menerus atau rutin secara periodik untuk mencegah tanaman layu dan bahkan mati. Di samping itu, cukup sulit untuk mendapatkan komponen atau instalasi aeroponik. Komponen atau instalasi tersebut terkadang sangat sulit dijumpai terutama di kota-kota kecil dan pedesaan. Masalah ini sering menjadi penghambat bagi para petani maupun hobiis yang ingin mengembangkan aeroponik.

4.4 Kekurangan dan Tantangan Pertanian Perkotaan

Terdapat beberapa kekurangan pertanian perkotaan. Kekurangan pertama yaitu ada peluang peningkatan pemborosan energi listrik, terutama bila instalasinya menggunakan alat irigasi otomatis atau lampu yang dinyalakan secara terus menerus. Kekurangan yang kedua yakni jika keterampilan belum memadai atau jika seseorang kurang telaten, kegiatan pertanian perkotaan yang gagal juga dapat

menyebabkan orang tersebut rugi tenaga, waktu, dan/atau modal. Ketiga, pertanian perkotaan bisa saja menyebabkan berkembangnya spesies nyamuk yang berpotensi menyebabkan penyakit, misalnya malaria apabila lalai dalam melakukan perawatannya.

Dalam pelaksanaan serta pengembangannya, pertanian kota juga memiliki beberapa tantangan. Tantangan pertama yakni terkait dengan kemauan atau kesadaran masyarakat perkotaan itu sendiri untuk melaksanakan dan mengembangkan pertanian perkotaan. Kita semua tahu bahwa tidak semua orang memiliki minat untuk berkebun. Meski kegiatan ini menawarkan berbagai keuntungan, seperti memberikan penghasilan tambahan, namun tidak semua orang mau melakukannya. Tidak sedikit orang yang lebih memilih membeli bahan makanan (sayuran, buah, ikan) di pasar atau *supermarket* karena dinilai jauh lebih praktis dibandingkan harus menanam dan memeliharanya sendiri.

Tantangan pertanian perkotaan yang kedua yaitu ketersediaan waktu masyarakat perkotaan yang umumnya terbatas. Seperti diketahui, pelaku pertanian perkotaan adalah masyarakat perkotaan. Namun dibandingkan masyarakat pedesaan, masyarakat perkotaan umumnya sibuk, utamanya karena urusan pekerjaan. Dengan begitu, walaupun seseorang sudah memiliki minat atau keinginan yang tinggi untuk berkebun sekalipun, mereka bisa jadi tetap tidak akan melakukannya karena alasan keterbatasan waktu.

Tantangan pertanian perkotaan selanjutnya yakni keterbatasan pengetahuan mengenai pertanian perkotaan di sebagian kalangan masyarakat perkotaan. Bila dibandingkan dengan masyarakat pedesaan, masyarakat perkotaan umumnya tidak memiliki pengalaman di bidang pertanian, peternakan, perikanan, serta pengolahan hasilnya. Secara umum, pertanian

perkotaan memang dapat dilakukan oleh siapa saja tanpa perlu keahlian khusus dalam hal pertanian. Namun, beberapa metode pertanian perkotaan seperti hidroponik dan aeroponik tetap membutuhkan pengetahuan dan *skill* dasar, terutama bagi pemula. Misalnya adalah untuk membuat larutan nutrisi atau menentukan dosis pupuk yang tepat bagi tanaman).

Tantangan pertanian perkotaan lainnya yakni terkait hal teknis, seperti keterbatasan pasokan sinar matahari dan sirkulasi udara yang kerap terjadi di daerah perkotaan yang padat penduduk. Padahal, ketersediaan sinar matahari dan sirkulasi udara yang baik sangat diperlukan untuk tanaman supaya dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Tantangan selanjutnya dari pertanian perkotaan yaitu adanya peluang pencemaran oleh logam berat. Cemar logam berat pada tanah dan/atau air yang digunakan untuk kegiatan pertanian perkotaan dapat membahayakan kesehatan manusia bila hasil panennya dikonsumsi. Pelaku pertanian perkotaan seringkali mengabaikan hal ini sehingga pendekatan khusus untuk mengatasi permasalahan tersebut sangatlah diperlukan. Di samping itu, tantangan lain dari pertanian perkotaan adalah adanya peluang berkembangnya penyakit menular dari hewan atau zoonosis. Hal ini mungkin saja terjadi jika pertanian perkotaan melibatkan hewan, misalnya ikan dan atau hewan ternak.

Tantangan lainnya terkait pertanian perkotaan adalah mengenai keberlanjutannya (*sustainability*). Sebagai contoh, tidak sedikit orang yang mulai mengenal dan melakukan pertanian perkotaan semenjak pandemi Covid-19 seperti pada saat ini. Pada saat pandemi, pertanian perkotaan menjadi tren bagi sebagian besar masyarakat perkotaan untuk mengusir rasa jenuh akibat anjuran pemerintah untuk tetap di rumah saja. Namun setelah pandemi berakhir dan anjuran pemerintah untuk tetap di rumah saja dicabut, apakah masyarakat

perkotaan yang sudah melakukan kegiatan pertanian perkotaan akan tetap terus melakukannya? Tidak ada jaminan. Oleh karena itu, untuk mewujudkan pertanian perkotaan yang berkelanjutan di Indonesia, diperlukan berbagai dukungan dari seluruh *stakeholders* terkait untuk mendorong keberlanjutan kegiatan pertanian perkotaan oleh masyarakat perkotaan.

Daftar Pustaka

- Ackerman, K. (2012). The Potential for Urban Agriculture in New York City: Growing Capacity, Food Security & Green Infrastructure. Urban Design Lab, Earth Institute Columbia University.
- Afrianto, W. F., Hidayatullah, T., Hasanah, L. N., Putra, R. P., Diannita, R., & Anggraini, R. (2022). Urban community engagement to reduce and prevent food waste at household level. *International Journal of Community Service*, 1(3): 261-271.
- Afrianto, W. F., Putra, R. P., & Aini, Y. S. (2022). Overview of the ethnobotany on the use of plants as potential botanical pesticides in Indonesia. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(1): 220-243.
- Arifien, Y., Putra, R. P., Wibaningwati, D. B., Anasi, P. T., Masnang, A., Rizki, F. H., Suradi, A. R., Rismaya, R., Marlina, L., Anggarawati, S., Prihatini, R., Sunardi, & Indrawati, E. (2022). *Pengantar Ilmu Pertanian*. Penerbit Get Press, Padang.
- Dewi, V. A. K., Putra, R. P., & Afrianto, W. F. (2022). Kajian potensi vinase sebagai bahan fertigasi di perkebunan tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Sang Pencerah Jurnal Ilmiah Universitas Muhammadiyah Buton*, 8(1): 187-201.
- Dewi, V. A. K., Putra, R. P., Haris, A., & Alam, T. (2022). *Limbah Dapur dan Pengelolaannya*. Penerbit Bintang Pustaka Madani, Yogyakarta.
- Dewi, V. A. K., Setiawan, B. I., Minasny, B., Liyantono, Santoso, R., & Waspodo, B. (2020). Modeling air temperature inside an organic vegetable greenhouse. *Agrivita Journal of Agricultural Science*, 42(2): 295-305.

- FAO (Food and Agriculture Organizations of the United Nations). (2007). Profitability and Sustainability of Urban and Peri-Urban Agriculture. Agricultural Management, Marketing and Finance Occasional Paper 19. FAO, Rome.
- Putra, R. P., Arini, N., & Ranomahera, M. R. R. (2021). Implementation of climate-smart agriculture to boost sugarcane productivity in Indonesia. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 40(2): 89-102.
- Putra, R. P., Dewi, V. A. K., & Afrianto, W. F. (2022). *Serba Serbi Pertanian Perkotaan*. Penerbit Insan Cendekia Mandiri, Solok.
- Recknagel, C., Patton, B., & Hugunin, P. (2016). *Urban Agriculture in Minnesota: A report to the Minnesota Legislature*. Minnesota Department of Agriculture.
- Santo, R., Palmer, A., & Kim, B. (2016). Vacant Lots to Vibrant Plots: A Review of the Benefits and Limitations of Urban Agriculture. John Hopkins Center for a Liveable Future, Baltimore.
- Sonkar, G., Singh, N., Mall, R. K., Singh, K. K., & Gupta, A. (2020). Simulating the impacts of climate change on sugarcane in diverse agro-climatic zones of Northern India using CANEGRO- sugarcane model. *Sugar Tech*, 22: 460-472.

BAB V

PENGEMBANGAN PERTANIAN PERKOTAAN

Oleh Suriyanti Haji Salama

5.1 Latar Belakang

Dunia saat ini mengalami percepatan peningkatan pembangunan baik dari segi infrastruktur maupun sarana dan prasarana. Terkhusus pada wilayah perkotaan, proses pembangunan menjadikan hampir seluruh lahan hijau dan lahan produktif lainnya, dimana lahan tersebut adalah media penyumbang oksigen bagi masyarakat sekitarnya, kini beralih fungsi menjadi gedung dan bangunan. Dampak peralihan penggunaan lahan tersebut menyebabkan menurunnya kualitas lingkungan. Ketidakselarasan antara pembangun fisik di wilayah perkotaan dengan jumlah ruang terbuka hijau membuat kualitas lingkungan di wilayah perkotaan menjadi menurun drastis. Kondisi ini wilayah perkotaan maju secara ekonomi namun bermasalah secara ekologi. Berdasarkan data Badan Lingkungan Hidup Daerah (BLHD) Kota Makassar Tahun 2016, menyatakan bahwa luas Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Kota Makassar masih sebesar 8,31%. Persentasi ini masih jauh dari ketentuan pemerintah yang tertulis dalam Undang-Undang No. 26 Tahun 2007 yang mensyaratkan proporsi ruang terbuka hijau perkotaan yakni minimal 30% dari luas wilayah kota.

Pertumbuhan penduduk yang begitu pesat menjadi kecenderungan yang terjadi dalam perkembangan perkotaan di negara Indonesia. Akibat dari kecenderungan ini nampak pada daya dukung perkotaan yang tidak lagi dapat menopang kehidupan sebagian masyarakat perkotaan secara layak. Problema yang dihadapi antara lain dalam hal penyediaan pangan dan fasilitas kehidupan yang layak, terutama bagi masyarakat menengah ke bawah. Berbagai permasalahan sosial

mulai dari tempat tinggal, infrastruktur publik, pengangguran, kerawanan pangan, dan permasalahan lingkungan seperti sanitasi dan polusi. Disisi lain kerawanan pangan juga sangat mungkin dialami masyarakat perkotaan lantaran ketergantungannya pada pasokan pangan dari luar wilayah sangat tinggi. Tidak jarang bahan pangan yang diperoleh berkualitas rendah, sudah tidak segar (layu), terkontaminasi berbagai organisme pembusuk, bahkan rentan terkena dampak negatif dari penggunaan pestisida secara berlebihan (Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan, 2014).

Permasalahan perkotaan muncul dari aspek fisik, sosial dan ekonomi. Aspek fisik meliputi lahan perumahan untuk setiap keluarga semakin sempit, lahan yang semula untuk aktivitas pertanian di pinggiran kota terkonversi menjadi pabrik, perkantoran, dan pemukiman. Aspek sosial meliputi kesenjangan sosial, kenyamanan lingkungan, kesenjangan level pendidikan, dan sebagainya. Aspek ekonomi meliputi mahal nya biaya hidup, mahal nya biaya pemukiman, kesenjangan kemampuan ekonomi (Widyawati, 2013).

5.2 Pertanian Perkotaan

Pertanian Perkotaan (urban farming) dalam bahasa Inggris disebut sebagai urban farming maupun urban agriculture. Pertanian perkotaan dalam bahasa Indonesia berasal dari kata tani. Kamus bahasa Indonesia, tani diartikan sebagai mata pencaharian dalam bercocok tanam, sedangkan pertanian adalah perihal bertani (mengusahakan tanah dengan tanam menanam). Secara singkat pertanian perkotaan diterjemahkan sebagai kegiatan pertanian yang dilakukan di kota.

Pertanian perkotaan (urban farming) juga bagian dari sistem pangan lokal, dimana makanan berasal dari tanaman yang dibudidayakan dan diproduksi di daerah perkotaan dan dipasarkan kepada konsumen yang bertempat tinggal di perkotaan. Pertanian perkotaan (urban farming) mencakup

peternakan, budidaya aquaponik dan produk non-makanan seperti produksi benih, membudidayakan bibit, dan menumbuhkan bunga. Hal ini dapat dicirikan dalam hal kedekatan geografis produsen untuk konsumen, praktik produksi dan distribusi yang berkelanjutan (US Environmental protection Agency, 2011.)

FAO (2003) memposisikan pertanian perkotaan sebagai; (1) salah satu sumber pasokan sistem pangan dan opsi ketahanan pangan rumah tangga perkotaan; (2) salah satu kegiatan produktif untuk memanfaatkan ruang terbuka dan limbah perkotaan (3) salah satu sumber pendapatan dan kesempatan kerja penduduk perkotaan. Karena itu, pertanian perkotaan mempunyai peluang dan prospek yang baik untuk pengembangan usaha tani berbasis agribisnis dan lingkungan. Urban farming sendiri memiliki banyak manfaat bagi masyarakat dan lingkungan. Beberapa diantaranya adalah manfaat ekonomis, melalui urban farming, masyarakat mampu menghasilkan bahan pangan yang bisa dikonsumsi sendiri ataupun dijual. Manfaat bagi kesehatan yaitu, hasil panen urban farming dapat dikontrol dan diawasi sendiri mulai dari penanaman hingga panen. Penggunaan bahan kimia berbahaya dapat diatasi dengan menggunakan pupuk organik, sehingga hasil panen yang dikonsumsi terjamin kesehatannya. Urban farming juga memberikan manfaat yang cukup signifikan bagi lingkungan sekitar. Melalui kegiatan urban farming , dapat mereduksi polusi lingkungan, menambah keasrian lingkungan serta mengurangi sampah rumah tangga (diolah menjadi pupuk organik). Selain itu, hasil panen dapat mencukupi kebutuhan akan pangan sehat di lingkungan sekitar.

Menurut Lanarc (2013) Beberapa manfaat yang diperoleh dari pertanian perkotaan antara lain:

1. Meningkatkan ketahanan pangan
2. Meningkatkan inovasi
3. Mereduksi sampah
4. Revitalisasi lingkungan

5. Pembelajaran dan pembangunan komunitas

Beberapa kendala yang dihadapi masyarakat dalam pertanian pertanian kota yaitu jika dilakukan dengan sistem yang kurang maksimal dan efektif, dapat menyebabkan tanaman terserang hama penyakit, kekurangan modal untuk mengembangkan, adanya hambatan akibat cuaca ekstrim dan kurangnya pengalaman dan pengetahuan dalam usaha pertanian kota. Jenis-jenis Urban Farming (Pertanian Perkotaan) Menurut Balai Besar Pelatihan Pertanian Lembang (2016) Urban Farming memiliki beberapa tipe, yakni:

- a. Tipe A; Penanaman dalam pot/polybag/wadah daur ulang lainnya. Tanaman ditanam di dalam pot/polybag/wadah daur ulang serta ditempatkan di lahan yang kosong, baik dipekarangan rumah, maupun di tempat yang memungkinkan untuk ditempatkan seperti di teras rumah.
- b. Tipe B; Rumah dengan tanaman produktif di halaman (satu rumah satu pohon). Tanaman yang biasanya ditanam pada tipe ini ialah tanaman tahunan yang memiliki daun yang lebat, seperti menanam pohon mangga di pekarangan rumah.
- c. Tipe C; Pekarangan rumah bermanfaat sayuran atau tanaman hias. Tipe ini hampir sama dengan tipe A, namun dalam pemilihan wadahnya tidak menggunakan pot/polybag/wadah lainnya, melainkan langsung di tanah dengan cara dibuatkan bedengan kemudian langsung ditanami.
- d. Tipe D; Tanaman pada dinding (system vertikultur). Tipe ini biasanya menggunakan botol plastik bekas sebagai wadah lalu ditempelkan ke dinding pekarangan rumah atau di dinding jalan/lorong. Tanaman yang biasa ditanam merupakan tanaman sayuran yang cepat tumbuh dan dapat dipanen dengan cepat pula, seperti kangkung dan sawi.

- e. Tipe E; Tanaman merambat pada pagar. Biasanya tanaman yang digunakan ialah tanaman khusus yang memiliki sifat merambat di pagar maupun tembok rumah.

5.3 Urgensi Pengembangan Pertanian Perkotaan

Pesatnya laju pertumbuhan populasi di perkotaan akan menimbulkan masalah lingkungan, mulai dari konversi lahan sampai degradasi kualitas lingkungan akibat polusi dan sampah. Apabila kondisi pertumbuhan populasi penduduk lebih besar dibandingkan laju produksi bahan pangan, maka akan terjadi bencana krisis pangan. Jumlah bahan pangan yang tidak cukup secara paralel akan berdampak pada ketergantungan antara suatu kawasan/wilayah terhadap kawasan lain. Hal ini terjadi terutama untuk wilayah perkotaan di negara-negara berkembang, dimana wilayah tersebut semakin menjadi pusat penduduk serta permukiman dan kumpulan orang-orang dengan keragaman etnik (Jalil, 2005).

FAO memprediksi bahwa pada tahun 2020, sekitar 75% penduduk di negara-negara berkembang di Afrika, Asia, dan Amerika Latin akan tinggal di kawasan perkotaan (FAO, 2008). Kondisi ini mendorong pemerintah maupun masyarakat untuk di kawasan perkotaan harus mulai mencoba untuk memenuhi kebutuhan pangan secara mandiri (Noorsya dan Kustiwan, 2013) serta memperbaiki kondisi lingkungan agar tercipta lingkungan yang sehat dan berkualitas. Salah satu solusinya adalah dengan menerapkan pertanian perkotaan. Pertanian perkotaan merupakan kegiatan pertumbuhan, pengolahan, dan distribusi pangan serta produk lainnya melalui budidaya tanaman dan peternakan yang intensif di perkotaan dan daerah sekitarnya, dan menggunakan (kembali) sumber daya alam dan limbah perkotaan, untuk memperoleh keragaman hasil panen dan hewan ternak (FAO, 2008; Urban Agriculture Committee of the CFSC, 2003). Bentuknya meliputi pertanian dan peternakan kecil-intensif, produksi pangan di perumahan, land sharing, taman-taman atap (rooftop gardens), rumah kaca di sekolah-

sekolah, restoran yang terintegrasi dengan kebun, produksi pangan pada ruang publik, serta produksi sayuran dalam ruang vertikal (Hou et al., 2009; Mougeot, 2005; Nordahl, 2009; Redwood, 2008).

Pertanian perkotaan sudah menjadi praktik umum di banyak kota dengan melibatkan masyarakat dengan cara yang bervariasi antar negara dan antar kota (Tornaghi, 2014). Urgensi pertanian kota menjadi meningkat ketika krisis ekonomi menyebabkan keamanan pangan menjadi pertanyaan besar. Keamanan pangan, khususnya bagi masyarakat miskin kota tampaknya akan menjadi isu yang penting di masa depan. Dengan semakin meningkatnya tekanan pada sumber-sumber produksi pangan, berkembangnya jumlah masyarakat miskin kota, pertanian kota akan menjadi satu alternatif yang sangat penting. Hasil penelitian Smith et al. (2001) menunjukkan bahwa 800 juta orang di seluruh dunia secara aktif terlibat dalam praktik ini, dan bahwa pertanian perkotaan dapat menghasilkan rata-rata 15 sampai 20 persen dari produksi pangan dunia. Tingkat partisipasi masyarakat dalam kegiatan pertanian perkotaan di negara-negara berkembang juga bervariasi, mulai dari 10% di Indonesia sampai hampir 70% di Vietnam dan Nikaragua (Zezza and Tasciotti, 2010).

Melihat besarnya peranan pertanian perkotaan tersebut, Koscica (2014) berpendapat bahwa pertanian perkotaan tidak hanya sebatas mengatasi kecukupan pangan ditengah persaingan mendapatkan sumberdaya yang langka seperti air dan tanah, tetapi juga mengatasi hal-hal tersebut dengan cara yang inovatif dan integratif untuk mengoptimalkan akses, kuantitas, dan kualitas pangan bagi kaum miskin kota.

5.4 Peranan Pertanian Perkotaan

Kehadiran pertanian di wilayah perkotaan maupun daerah sekitar perkotaan memberikan nilai positif bukan hanya dalam pemenuhan kebutuhan pangan tetapi juga terdapat nilai-nilai

praktis yang dapat berdampak bagi keberlanjutan ekologi maupun ekonomi wilayah perkotaan. Apabila praktek pertanian perkotaan dilakukan dengan memperhatikan aspek-aspek lingkungan, mempunyai banyak keuntungan. Nilai kehadiran pertanian perkotaan dapat dilihat dari aspek ekonomi, ekologi, sosial, estetika, edukasi, dan wisata. Keberadaan pertanian dalam masyarakat perkotaan dapat dijadikan sarana untuk mengoptimalkan pemanfaatan lahan dan sumberdaya alam yang ada di kota dengan menggunakan teknologi tepat guna. Selain itu, masyarakat kota yang umumnya sibuk karena bekerja, pertanian perkotaan dapat menjadi media untuk memanfaatkan waktu luang. Mengoptimalkan penggunaan lahan serta memanfaatkan waktu luang untuk beraktivitas dalam pertanian perkotaan akan mendekatkan mereka terhadap akses pangan serta menjaga keberlanjutan lingkungan dengan adanya ruang terbuka hijau.

Pertanian kota adalah salah satu komponen kunci pembangunan sistem pangan masyarakat yang berkelanjutan dan jika dirancang secara tepat akan dapat mengentaskan permasalahan kerawanan pangan (Haletky dan Taylor, 2006). Apabila pertanian perkotaan dikembangkan secara terpadu merupakan alternatif penting dalam mewujudkan pembangunan kota yang berkelanjutan (Setiawan dan Rahmi, 2004). Peranan pertanian perkotaan jika ditinjau dari aspek ekonomi memiliki banyak keuntungan diantaranya yaitu stimulus penguatan ekonomi lokal berupa pembukaan lapangan kerja baru, peningkatan penghasilan masyarakat serta mengurangi kemiskinan. Dalam situasi krisis ekonomi yang tengah dialami oleh beberapa negara dalam beberapa tahun terakhir, termasuk Indonesia, pengembangan pertanian perkotaan secara terpadu mempunyai manfaat yang sangat besar, tidak hanya dari potensinya dalam menyerap tenaga kerja, tetapi juga meningkatkan pendapatan masyarakat kota.

Masyarakat kota mampu memenuhi kebutuhan pangannya sendiri, akan lebih banyak uang masyarakat kota

digunakan untuk kepentingan lain seperti kesehatan, pendidikan, dan perumahan (Setiawan dan Rahmi, 2004). Studi pertanian kota di pekarangan Philadelphia menemukan bahwa masyarakat dengan pendapatan rendah yang memiliki pekarangan dapat menghemat pengeluaran pangan rata-rata \$150 setiap musim penanaman (Pinderhughes 2004) Apabila ditinjau dari aspek ekologi, pengembangan pertanian perkotaan dapat memberikan manfaat yaitu

- a. Konservasi sumber daya tanah dan air.
- b. Memperbaiki kualitas udara.
- c. Menciptakan iklim mikro yang sehat.
- d. Memberikan keindahan karena pertanian perkotaan sangat memperhatikan estetika (Blyth and Menagh, 2006; Cofie et al., 2006; Koscica, 2014; Setiawan dan Rahmi, 2004; Wolfe and Mc Cans, 2009) serta sebagai upaya mitigasi terhadap perubahan iklim (Specht et al., 2014).

Pertanian perkotaan saat ini dianggap sebagai salah satu solusi dalam mengatasi pencemaran udara di wilayah perkotaan serta solusi untuk adaptasi perubahan iklim. Menurut De Zeeuw (2011), pertanian perkotaan memainkan peranan signifikan dalam penghijauan kota dan peningkatan kualitas iklim mikro kota, sekaligus merangsang produktivitas dengan pemanfaatan kembali sampah organik dan mengurangi penggunaan energi yang berlebihan. Dengan demikian, adanya pertanian perkotaan bukan saja untuk memperbaiki kualitas udara, melainkan secara langsung dapat mengurangi beban kota dalam menampung sampah-sampah yang berasal dari rumah tangga maupun industri. Adanya pertanian perkotaan juga sangat bermanfaat bagi kelestarian lingkungan, mengurangi polusi udara, serta menciptakan keindahan dan kesejukan di tempat tinggal masyarakat (Cahya, 2014).

Komposisi penduduk kota yang padat dan heterogen menimbulkan permasalahan sosial yang cukup rumit. Masalah sosial yang sering ditemui di perkotaan diantaranya adalah pengangguran, kesehatan, sanitasi, malnutrisi, sampai kepada

akses terhadap pangan yang cukup sulit. Pengembangan pertanian perkotaan yang berkelanjutan dapat menjadi solusi dalam mengatasi masalah sosial tersebut. Menurut Setiawan dan Rahmi (2004), keuntungan sosial yang diperoleh dari pertanian perkotaan yaitu meningkatkan persediaan pangan, meningkatkan nutrisi masyarakat miskin kota, meningkatkan kesehatan masyarakat, mengurangi pengangguran, serta mengurangi konflik sosial. Selain itu, partisipasi masyarakat kota di berbagai negara (terutama negara berkembang) dalam kegiatan pertanian perkotaan sangat besar. 11 dari 15 negara berkembang tingkat partisipasi rumah tangga dalam kegiatan pertanian perkotaan mencapai 30 persen bahkan delapan negara diantaranya menunjukkan peningkatan pendapatan sebesar 50 persen untuk rumah tangga yang berpendapatan rendah (Koscica, 2014). Fakta tersebut menunjukkan bahwa usahatani di perkotaan dapat memberikan lapangan pekerjaan dan menjadi sumber penghasilan masyarakat serta menyangga kestabilan ekonomi di dalam keadaan kritis dan berkaitan langsung dengan upaya penanggulangan kemiskinan serta penciptaan lingkungan yang lestari (Sampeliling et al., 2012).

Pengembangan pertanian perkotaan secara terpadu dan berkelanjutan juga memiliki nilai kesehatan, edukasi serta wisata. Wilayah perkotaan yang padat dengan bangunan membuat ruang terbuka hijau (RTH) semakin terbatas. Hal ini akan berdampak pada degradasi kualitas lingkungan. Dengan adanya pertanian perkotaan ruang hijau di kota bisa bertambah, wilayah penyerap CO₂ menjadi lebih banyak sehingga kualitas udara menjadi lebih baik. Edukasi seperti ini yang akan muncul ketika pertanian perkotaan berkembang secara terpadu. Keberadaan RTH bukan hanya digunakan sebagai tempat berkumpul penghuni untuk bersosialisasi dan berekreasi, melainkan juga memberi kontribusi positif bagi peningkatan kualitas dan keberlanjutan lingkungan hidup kawasan kota. Pertanian perkotaan juga memberikan nilai wisata bagi penduduk kota. Terbatasnya RTH dan langkanya praktik

pertanian, menjadikan contoh-contoh nyata pertanian perkotaan menjadi daya tarik tersendiri bagi masyarakat untuk berwisata sekaligus menjadi sarana edukatif bagi anak-anak.

5.5 Dampak Positif Pertanian Perkotaan

a. Manfaat ekonomi

Penciptaan penghasilan pertanian perkotaan mengarah pada pembentukan bisnis baru yang tidak hanya menciptakan penghasilan bagi pemiliknya dan peluang kerja bagi masyarakat, tapi juga memberikan jalan bagi para pekerja untuk mencari nafkah dan pada akhirnya membantu bisnis ini berkembang. Faedah bagi pemerintah daerah - membantu pemerintah daerah untuk meningkatkan pendapatan para pekerja dalam menjalankan operasi mereka, lahan yang disisihkan untuk pertanian perkotaan juga meningkat nilainya karena dimanfaatkan dengan baik. Hal ini mengurangi biaya yang harus dikeluarkan pemerintah untuk memelihara lahan dan menggagalkan upaya membuang bahan secara ilegal ke lahan tersebut atau merusak propertinya.

b. Manfaat lingkungan

Mengurangi banjir dan meningkatkan kualitas lingkungan. Pertanian perkotaan mengurangi limpasan air hujan melalui aquaponik dan lanskap jalanan. Selain itu juga mendukung keanekaragaman hayati dan meningkatkan kualitas udara. Sistem pengelolaan hama terpadu pertanian ini membutuhkan sedikit bahan kimia industri, membatasi penggunaan herbisida, pupuk buatan, dan pestisida; terutama saat mempraktikkan pertanian organik. Pelestarian tanaman dan pengembangan tanaman baru. Pertanian perkotaan menciptakan rumah bagi lebah untuk meningkatkan peluang pelestarian tanaman asli yang mungkin tidak dapat berjalan dengan baik dalam kondisi lain. Pengurangan jejak karbon local, Pertanian perkotaan sebagian besar menanam makanan dan mengonsumsinya di

lokasi geografis. Ini membantu mengurangi jejak karbon yang dibuat oleh pertanian, terutama emisi dari media transportasi. Perkebunan hijau juga berperan sebagai penyerap karbon, terutama melalui praktik kehutanan kota.

c. Manfaat Sosial Dan Budaya

Partisipasi masyarakat, Pertanian perkotaan menciptakan peluang bagi masyarakat lokal berpartisipasi dalam kegiatan terkait. Pertanian ini membantu masyarakat memanfaatkan properti publik yang terbengkalai untuk tujuan pertanian seperti peternakan dan kehutanan kota.

Meningkatkan persatuan di antara anggota, Komunitas mendapatkan manfaat paling banyak karena tetangga ikut terlibat. Ini membantu dalam organisasi, advokasi, dan pengambilan keputusan yang mempertimbangkan kepentingan komunitas dan perlindungan lingkungan.

Menjaga hubungan, Interaksi berkelanjutan melalui kegiatan pertanian ini menciptakan ikatan antargenerasi dari kelompok usia yang berbeda yang dapat berbagi informasi penting tentang tanaman pangan tertentu, vegetasi, tumbuhan asli, dan hewan peliharaan seperti unggas.

d. Manfaat Pendidikan, Pengembangan Keterampilan, Dan Pelatihan Kerja

Pelatihan dan pengembangan - Proyek yang diprakarsai oleh pertanian perkotaan memiliki inisiatif yang ditujukan pada peningkatan keterampilan dan peluang pelatihan kerja dan peluang yang muncul dari kegiatan tersebut. Partisipasi aktif seputar pertanian perkotaan seperti beternak lebah dan unggas membantu individu mengembangkan keterampilan hidup yang penting yang dapat membantu mereka menciptakan peluang kerja atau menciptakan sumber mata pencaharian mereka sendiri.

Kreativitas dan inovasi - Pertanian perkotaan juga memberikan akses yang luas pada pengetahuan sistem pangan,

bagaimana mempertahankannya, dan produk pertanian penting lainnya serta pola makan yang sehat. Ini membantu individu untuk menemukan cara-cara baru dalam mempraktikkan pertanian perkotaan atau meningkatkan sistem yang sudah ada.

e. Manfaat Kesehatan, Gizi dan Aksesibilitas Pangan

Menciptakan ketahanan pangan perkotaan - Pertanian perkotaan memastikan makanan segar tersedia dan terjangkau serta membantu produsen menemukan alternatif untuk membeli makanan sehingga mengurangi biaya sehari-hari. Mendonasikan kelebihan makanan ke bank makanan oleh pertanian masyarakat juga memastikan pasokan makanan yang stabil, serta mengurangi beban biaya yang dikeluarkan oleh masyarakat dan keluarga yang berpendapatan rendah.

Ketersediaan berbagai makanan segar - Pertanian perkotaan menjanjikan ketersediaan makanan segar. Ini bisa mengurangi ketergantungan pada makanan olahan sehingga mewujudkan masyarakat yang sehat dan mengurangi risiko penyakit gaya hidup seperti kanker dan obesitas.

Mempertahankan kandungan nutrisi makanan - Pertanian perkotaan memastikan bahwa produk yang dikirim ke pasar ke konsumen ditangani oleh lebih sedikit perantara, yang mengurangi kerusakan nutrisi dan kerusakan makanan selama pengangkutan. Lebih lanjut, pertanian perkotaan menggunakan strategi yang menghilangkan penggunaan bahan kimia dalam pengelolaan hama, serta mengurangi risiko paparan bahan beracun terhadap orang-orang yang mengonsumsi makanan.

5.6 Praktik Terbaik Pertanian Perkotaan Di Dunia

a. Afrika

Daerah perkotaan di negara-negara Afrika (yang sebagian besar negara berkembang), tingkat kemiskinannya terus meningkat seiring dengan meningkatnya arus urbanisasi.

Urbanisasi ini mempengaruhi semua aspek produksi dan konsumsi pangan yang meliputi keamanan, kecukupan, akses serta ketergantungan terhadap pasar pangan (Armar-Klemesu, 1999). Pada tahun 2004 dilaporkan bahwa lebih dari setengah jumlah penduduk wilayah tersebut mengalami kelaparan akibat kurangnya akses untuk mendapatkan bahan pangan (Lee-Smith, 2010). Sejak saat itu pemerintah setempat mencoba untuk mendekatkan akses pangan serta mencukupi kebutuhan pangan kaum miskin kota dengan membangun pertanian di kota-kota yang terdampak arus urbanisasi.

Beberapa studi telah dipublikasikan mengenai praktik pertanian perkotaan di beberapa kota di Afrika. Studi di kota Kampala (Uganda) yang dilakukan oleh Grace et al. (2008) menyebutkan bahwa bentuk usaha tani umumnya berupa peternakan unggas, sapi, dan babi, dimana baik anak-anak maupun orang dewasa mendapatkan protein serta nutrisi pelengkap dari susu yang biasa diambil untuk sarapan dan disajikan setelah dididihkan. Mendidihkan susu merupakan salah satu bentuk mitigasi yang tepat dan efektif dalam menangkal penyakit yang dapat ditularkan hewan kepada manusia. Sementara studi di Yaoundé, ibukota Kamerun, Afrika Barat memenuhi kebutuhan protein dan nutrisi pelengkap lainnya dengan mengkonsumsi kacang tanah dan sayuran daun segar sebagai suplai unsur kalsium.

b. Amerika

Pertanian perkotaan bukanlah hal baru bagi masyarakat Amerika Serikat. Hal ini dikarenakan konsep pertanian perkotaan telah dikenal sejak 100 tahun lalu. Menurut Dr. Laura seorang pakar komunitas berkebun, sejak tahun 1890-an telah muncul banyak komunitas yang giat dalam pertanian perkotaan di beberapa kota di Amerika Serikat seperti Detroit, New York, dan Philadelphia. Tujuan dari komunitas pertanian perkotaan ini adalah untuk menyediakan pangan segar bagi masyarakat

yang berada di sekitar komunitas tersebut. Arah pengembangan pertanian perkotaan di Amerika Serikat tergantung pada kondisi sosial-ekonomi yang terjadi pada saat itu. Sebagai contoh, ketika masa Perang Dunia II pada tahun 1940-an banyak taman yang dialihfungsikan menjadi areal pertanian perkotaan yang menyediakan pangan dan nantinya akan dipromosikan oleh Pemerintah (Lawson, 2007).

Saat ini, fokus pengembangan pertanian perkotaan adalah untuk meningkatkan keamanan pangan maupun akses untuk memperoleh makanan yang sehat. Hal ini dikarenakan banyak kota yang memiliki area yang termasuk 'langka bahan pangan' dimana penyebabnya bukan disebabkan oleh minimnya ketersediaan pangan, namun karena lebih banyak pangan olahan yang dihasilkan dibandingkan pangan segar dan berkualitas. Oleh karena itu, pertanian perkotaan dianggap sebagai salah satu solusi bagi masyarakat untuk memperoleh akses ke pangan yang sehat dan bahkan berpartisipasi aktif dalam proses budidayanya (Redwood, 2009).

Terdapat suatu lahan pertanian yang terletak di Wisconsin, pertanian perkotaan yang intensif dan membudidayakan tanaman yang memiliki nilai tinggi menunjukkan hasil yang sangat baik yaitu sekitar \$100,000 per hektar. Implementasi paling mengagumkan dari pertanian perkotaan dapat dilihat di Havana, Kuba. Havana mengalami kesulitan yang luar biasa sejak kejatuhan Uni Soviet dan tidak mampu mengimpor beberapa komoditas penting bagi rakyatnya seperti bahan bakar, mesinmesin, dan pangan. Sejak tahun 1997 – 2003 terdapat peningkatan pertanian perkotaan sebesar 38% per tahun. Hal inilah yang menyebabkan adanya peningkatan produksi tanaman sayuran sebesar 13 kali dalam masa tanam 8 tahun. Produksi terjadi di organoponicos yang berupa bedengan yang diisi oleh campuran tanah dan bahan organik. Saat ini, sebagian besar lahan yang ada telah digunakan untuk kegiatan pertanian perkotaan dengan jumlah total sekitar 35,000 ha (Koont, 2009). Contoh lain tentang penerapan

pertanian perkotaan di Amerika adalah Montreal, Kanada. Wilayah tersebut telah memiliki sistem yang sudah cukup maju dan mampu membina hingga 97 komunitas berkebun dan menyediakan 8,200 plot terpisah. Manfaat pertanian perkotaan di sini adalah untuk ranah sosialisasi warga, pengayaan kemampuan individual, dan meningkatkan kemampuan teknis (Reid, 2009).

c. Asia

Konsep pertanian perkotaan untuk wilayah Asia diperkirakan berasal dari Shanghai, Tiongkok. Sebagai salah satu kota besar yang terus berkembang, Shanghai tetap menjaga pertanian perkotaan sebagai bagian dari sistem ekonomi untuk mendukung perkembangan kota. Meskipun demikian, wilayah pengembangan pertanian bergeser ke daerah pinggiran kota karena masifnya pembangunan perumahan dan gedung perkantoran di pusat kota (Giradet, 2005). Pihak otoritas kota Shanghai menetapkan wilayah seluas kurang lebih 300,000 hektar yang berada di pinggiran kota sebagai lahan pertanian untuk memasok kebutuhan pangan kota. Puluhan ribu hektar digunakan untuk penanaman berbagai jenis sayuran. Masyarakat Tiongkok menyenangi sayuran yang segar dan diproduksi lokal.

Dampak lainnya, semakin banyak bangunan tanam (greenhouse) yang dibangun agar mencapai tiga hingga empat kali waktu panen tiap tahunnya (Giradet, 2005). Masih di Tiongkok, pertanian perkotaan di Beijing pun merupakan jenis pertanian yang multifungsi, terjadi tren baru untuk memproduksi pangan dan pada akhirnya menyebabkan terjadinya diversifikasi pertanian organik (Zhang et al., 2009). Terdapat semakin banyak bangunan tanam di Beijing yang tujuannya adalah untuk menjaga pasokan pangan agar tetap berproduksi pada musim dingin (Giradet, 2005).

d. Eropa

Barcelona merupakan salah satu kota besar di Eropa yang memiliki konsep pertanian perkotaan berupa 1,200 plot lahan. Sebagian besar dari lahan tersebut diolah oleh penduduk yang telah lewat usia produktifnya. Pada awalnya, produksi dihasilkan pada skala kecil. Semakin meningkatnya hasil produksi memberikan dampak positif bagi pemenuhan kebutuhan sayuran rumahan bagi para penanamnya (Domene dan Sauri, 2007). Belanda merupakan negara kecil yang sebelum masa Revolusi Industri terkenal dengan produksi pertanian yang bermutu tinggi. Konsep pertanian perkotaan didukung oleh sekitar 250,000 komunitas dengan lahan yang diolah seluas 4,000 hektar. Bahkan di Amsterdam lahan pertanian yang dimanfaatkan untuk pertanian perkotaan seluas 350 hektar. Hal ini jelas menunjukkan bahwa pertanian perkotaan akan terus berkembang secara ekstensif dan menjadi aktivitas penting di berbagai penjuru dunia (van Leeuwen et al., 2011). Konsep pertanian perkotaan di Rusia juga bukanlah hal yang baru. St. Petersburg merupakan kota yang penduduknya paling banyak terlibat dalam pertanian perkotaan. Di sana terdapat sekitar 560,000 plot lahan yang diolah terletak di pinggiran kota. Bahkan di daerah terpencil dengan musim tanam yang pendek seperti di Irkutsk, produksi sayuran bervariasi dan ditanam di greenhouse untuk memenuhi kebutuhan sendiri maupun untuk dijual (Giradet, 2005).

5.7 Praktik Pertanian Perkotaan Di Indonesia

Perkembangan pertanian perkotaan di Indonesia khususnya di Ibu Kota Jakarta sudah mulai terlihat pasca krisis ekonomi 1997-1998. Fenomena revitalisasi pertanian perkotaan di Jakarta dapat menjadi solusi dalam mengatasi berbagai permasalahan di kota (Purmohadi, 2000). Hasil penelitiannya tentang studi pertanian perkotaan di enam kota di Indonesia yaitu Surabaya, Cirebon, Bandung, Yogyakarta,

Pacitan, dan Salatiga, dalam laporannya disebutkan bahwa jenis pertanian kota yang dilakukan relatif seragam dengan memanfaatkan pekarangan dan lahan terlantar. Luasan lahan yang digunakan antara 10 m² – 5 ha dan yang dominan dengan luasan 100 – 500 m² (Setiawan dan Rahmi, 2004).

Gerakan pertanian perkotaan di kota Surabaya mulai menjadi program pemerintah daerah sejak tahun 2007 dengan tujuan mengentaskan kemiskinan. Gerakan pertanian perkotaan dinilai sebagai kekuatan untuk meningkatkan kemandirian masyarakat dan menjadi alternatif untuk menjaga ketahanan pangan khususnya dalam skala rumah tangga miskin (Santoso dan Widya, 2014). Meskipun demikian urban farming di Indonesia belum menjadi prioritas utama sehingga belum banyak pihak yang berkewajiban menangani perkembangannya (Widyawati, 2013) Berbagai pihak seperti pemerintah, swasta, komunitas dan pribadi mulai terpanggil untuk ikut terlibat dalam gerakan pertanian perkotaan demi terwujudnya ketahanan pangan. Beberapa tahun terakhir ini aksi urban farming sudah semakin massif digalakkan dan mulai dikenal secara luas, salah satunya melalui komunitas Indonesia Berkebun. Komunitas yang diprakarsai oleh Ridwan Kamil (Walikota Bandung) ini muncul pada akhir tahun 2011 yang kemudian menyebar luas ke 33 kota besar dan 9 kampus di Indonesia (Indonesia Berkebun Web/www.indonesiaberkebun.org).

Pertanian perkotaan hadir sebagai solusi dalam kelangsungan pangan di kotakota besar di Indonesia. Tidak bisa dihindarkan bahwa suatu kota besar memerlukan daerah disekitarnya untuk memasok bahan makanan setiap harinya. Menurut Puriandi dan Indrajati (2013), 97% kebutuhan pangan kota Bandung dipasok oleh daerah diluar kota Bandung seperti Kabupaten Bandung, Cianjur, Karawang, Subang, Sumedang, Garut, Majalengka hingga Provinsi Jawa Tengah. Hal ini tentu menjadi masalah serius ketika terbatasnya ketersediaan dan

akses pangan terjadi akibat dari tidak meratanya pendapatan penduduk yang berakhir pada konflik kemiskinan. Program kegiatan pertanian perkotaan membutuhkan kajian khusus untuk mengetahui potensi masing-masing wilayah. Berdasarkan kajian Analisis (2012) setidaknya kota-kota di Bandung yang daya dukungnya layak untuk pertanian perkotaan diantaranya Cibiru bagian selatan, Ujung Berung bagian tengah, Astanaanyar bagian utara, serta Babakan Ciparay bagian utara. Menurut Noorsya dan Kustiwan (2013) daya dukung lahan kawasan perkotaan Bandung berpotensi untuk dikembangkan menjadi pertanian lahan basah (bagian tengah), pertanian semusim, pertanian tahunan (bagian utara dan selatan), serta pertanian lahan terbatas di pusat kawasan yang sudah padat penduduknya.

Pertanian perkotaan di Kota Bandung dapat dilakukan melalui pengendalian lahan, pemanfaatan lahan sisa, lahan pekarangan/atap bangunan, lahan lingkungan milik bersama, dan lahan kosong dengan sistem penanaman yang tidak memerlukan tanah banyak/menggunakan pemanfaatan ruang (verticultur). Permasalahan lainnya dalam penerapan gerakan pertanian adalah terbatasnya lahan karena telah terjadi perubahan alih fungsi yang dikenal dengan konversi lahan. Perubahan alih fungsi lahan ini terjadi secara besar-besaran dari lahan pertanian menjadi lahan pemukiman dan industri yang memang sulit untuk dihindari.

Pola konversi lahan pertanian di kota Semarang misalnya terjadi dalam beberapa macam seperti: sawah ke pemukiman, sawah ke tegalan, tegalan ke pemukiman, rawa yang diurug ke tanah kering, tambak ke sawah, ataupun tegalan ke tanah kering. Diprediksi dengan luas lahan sawah 3980 ha di Kota Semarang akan habis dalam kurun waktu 66 tahun kedepan jika konversi lahan terus menerus dilakukan. Ekosistem perkotaan yang normal ditunjukkan oleh perbandingan antara daerah terbangun dan tidak terbangun yaitu 40%:60% dari luas wilayah. Namun kenyataannya di Bali sebagai salah satu kota

besar di Indonesia perbandingannya justru terbalik. Oleh karena itu dibutuhkan gerakan penanaman diberbagai tempat terutama di lahan pekarangan yang sangat potensial (Hariyanto, 2010).

Kota Denpasar masih memiliki luas pekarangan rumah yang potensial sebesar 8026 ha dengan asumsi 10% menjadi ruang terbuka hijau. Namun pemanfaatan lahan pekarangan masih belum membudaya disana sehingga dibutuhkan berbagai pelatihan dan praktik dalam mengoptimalisasi pekarangan yang berwawasan untuk memperoleh kota yang bersih, hijau, asri, dan berwawasan budaya. Berdasarkan hasil penelitian Athariyanto dan Tauran (2013) salah satu kelurahan yang telah sukses melaksanakan program pertanian perkotaan dengan baik adalah Kelurahan Made di Surabaya yang digerakkan oleh gabungan kelompok tani Made Bersinar yang beranggotakan 563 orang. Kelurahan Made telah sukses menurunkan angka kemiskinan dan telah memiliki komoditas perdagangan dari hasil pertaniannya. Hasil pemasaran komoditas ini telah mampu meningkatkan finansial kepada penduduknya hingga mampu memberikan semangat untuk mengembangkan diri dalam masyarakat (Lanya, 2015).

Banyak manfaat yang dirasakan oleh warga Surabaya dengan program pertanian perkotaan ini diantaranya: mampu meningkatkan gizi keluarga melalui hasil bertani sendiri, dapat menambah penghasilan keluarga jika hasil bertaninya dijual, secara luas dapat menambah pasokan bahan pangan di Surabaya sehingga kebutuhan masyarakat akan terpenuhi dan berdampak pada harga jual yang stabil serta manfaat ekologis dalam meningkatkan proporsi ruang terbuka hijau. Penerapan urban farming melalui Bandung Berkebun juga telah dilakukan salah satunya di RW 04 Tamansari Bandung melalui program kampung urban farming. Program ini digalakkan melalui pemanfaatan instalasi vertical farming (Santoso dan Widya, 2014).

Kajian lain menyebutkan bahwa persepsi masyarakat dalam program urban farming cukup baik. Masyarakat mengetahui mengenai jenis dan manfaat dari program urban farming tersebut. Masyarakat berperan aktif dalam menentukan rencana kerja seperti tanaman yang akan ditanam, bibit yang digunakan, perkakas yang akan disiapkan, serta letak penempatan pipa dan pot tanaman yang sudah ditanam. Sebanyak 88.6% dari warga memiliki ketertarikan dan mampu mengembangkan potensi keterampilan pertanian yang dimilikinya. Meskipun demikian harus diakui bahwa tidak semua masyarakat RW 04 ikut terlibat dalam program ini. Perlu adanya pendampingan dan sosialisasi yang berkesinambungan agar seluruh pihak ikut terlibat. Kegiatan yang dilakukan oleh Bandung berkebun memang belum menciptakan sistem kegiatan pertanian kota yang berlanjut secara mandiri, sebagai contoh belum ada satupun kebun yang memiliki sistem pengairan irigasi secara mandiri (Puriandi dan Indrajati, 2013).

Komunitas urban harus merefleksikan gerakannya untuk lebih kritis terhadap sistem pangan industrialis yang ada saat ini. Hal ini lahir karena wacana tentang kedaulatan pangan belum banyak terpapar bagi komunitas urban farming karena perbedaan latar belakang dan akar historis serta perbedaan karakter sosial dan politik pangan. Meskipun demikian kehadiran kegiatan urban farming melalui komunitas merupakan tanda dimulainya transisi gerakan pangan menuju area perkotaan yang selanjutnya menjadi kesempatan terbuka untuk menyertakan wacana kedaulatan pangan dalam membangun aktivisme yang lebih berkelanjutan dan adil (Nasution, 2015).

5.8 Kesimpulan

Kehadiran pertanian di wilayah perkotaan maupun daerah sekitar perkotaan memberikan nilai positif bukan hanya dalam pemenuhan kebutuhan pangan tetapi juga terdapat nilai-nilai praktis yang dapat berdampak bagi keberlanjutan ekologi

maupun ekonomi wilayah perkotaan. Apabila praktek pertanian perkotaan dilakukan dengan memperhatikan aspek-aspek lingkungan, mempunyai banyak keuntungan. Nilai kehadiran pertanian perkotaan dapat dilihat dari aspek ekonomi, ekologi, sosial, estetika, edukasi, dan wisata.

Keberadaan pertanian dalam masyarakat perkotaan dapat dijadikan sarana untuk mengoptimalkan pemanfaatan lahan dan sumberdaya alam yang ada di kota dengan menggunakan teknologi tepat guna. Selain itu, masyarakat kota yang umumnya sibuk karena bekerja, pertanian perkotaan dapat menjadi media untuk memanfaatkan waktu luang. Mengoptimalkan penggunaan lahan serta memanfaatkan waktu luang untuk beraktivitas dalam pertanian perkotaan akan mendekatkan mereka terhadap akses pangan serta menjaga keberlanjutan lingkungan dengan adanya ruang terbuka hijau.

Daftar Pustaka

- Armar-Klemesu M. 1999. *Urban agriculture and food security, nutrition and health. Paper presented at Growing Cities Growing Food Workshop, Havana, Cuba, October 1999.*
- Blyth, A and L. Menagh. 2006. *From Rooftop to Restaurant : A University Cafe Fed By A Rooftop Garden.* The Canadian Organic Grower. P 50-56. www.cog.ca
- Cahya, D.L. 2014. *Kajian Peran Pertanian Perkotaan Dalam Pembangunan Perkotaan Berkelanjutan (Studi Kasus: Pertanian Tanaman Obat Keluarga di Kelurahan Slipi, Jakarta Barat).* Forum Ilmiah Volume 11 Nomor 3. Hal 324-333.
- De Zeeuw, H. 2011. *Cities, climate change and urban agriculture.* Urban Agriculture Magazine 25: 39–42
- Domene, E.; Sauri, D. 2007. Urbanization and class-produced natures: Vegetable gardens in the Barcelona Metropolitan Region. *Geoforum*, 38, 287–298.
- FAO, Urban and peri urban agriculture Report to The FAO Committee on Agriculture (Coag), Meeting from January 25-26, FAO, Rome, 1999.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2008. *Urban Agriculture For Sustainable Poverty Alleviation and Food Security.* 84p.
- Girardet, H. 2005. Urban agriculture and sustainable urban development. In *CPULS: Continuous Productive Urban Landscapes—Designing Urban Agriculture for Sustainable Cities*; Viljoen, A., Ed.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands; pp. 32–39.
- Haletky, N. and O. Taylor. 2006. *Urban Agriculture as a Solution to Food Insecurity: West Oakland and People's Grocery.* Urban Agriculture in West Oakland

- Hariyanto. 2010. Pola dan Intensitas Konversi Lahan Pertanian di Kota Semarang Tahun 2000 – 2009. Jurnal Geografi FIS Universitas Negeri Semarang. Vol. 7 No. 1. Hal 1-10
- Hou J, Johnson JM and Lawson LJ. 2009. Greening Cities, Growing Communities: Learning from Seattle's Urban Community Gardens. Seattle, WA: University of Washington Press.
- Jalil, A. 2005. Kota: Dari Perspektif Urbanisasi. Jurnal Industri dan Perkotaan Volume IX Nomor 15. Hal 833-845.
- Koont, S. 2009. The urban agriculture of Havana. Mon. Rev. 60, 44–63
- Koscica, M. 2014. The Role of Urban Agriculture in Addressing Food Insecurity in Developing Cities. Journal of International Affairs. Vol.67 No. 2. P 177-186.
- Koscica, M. 2014. The Role of Urban Agriculture in Addressing Food Insecurity in Developing Cities. Journal of International Affairs. Vol.67 No. 2. P 177-186.
- Lawson, Laura J. 2007. "City Bountiful: A Century of Community Gardening in America". Geographical Review: vol 97 no.3, Geosurveillance (Jul., 2007), p 428-430.
- Lee-Smith, D. 2010. Cities feeding people: an update on urban agriculture in equatorial Africa. Environment & Urbanization. International Institute for Environment and Development (IIED). Vol 22(2): 483–499.
- Noorsya, AO dan I Kustiwan. 2013. Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota B. SAPPKITB. Bandung. Hal 89-99.
- Pinderhughes, R. 2004. Alternative Urban Futures: Planning for Sustainable Development in Cities Throughout the World. Lanham, Boulder, New York, Toronto, Oxford: Rowman & Littlefield Publishers.

- Puriandi F. Dan PN Indrajati. 2013. Proses Perencanaan Kegiatan Pertanian Kota Yang Dilakukan Oleh Komunitas Berkebun Di Kota Bandung Sebagai Masukan Pengembangan Pertanian Kota Di Kawasan Perkotaan. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*. Vol. 1No. 2. Hal 497-506.
- Redwood, M. 2008. *Agriculture in Urban Planning: Generating Livelihoods and Food Security*. London: Earthscan.
- Reid, D. 2009. Community gardens and food security. *Open House Int*, 34, 91–95.
- Sampelilling, S, S.R.P Sitorus, S. Nurisyah, dan B. Pramudya. 2012. Kebijakan Pengembangan Pertanian Perkotaan : Studi Kasus di DKI Jakarta. Hal 257- 267.
- Setiawan, B. Dan D.H Rahmi. Ketahanan Pangan, Lapangan Kerja, dan Keberlanjutan Kota : Studi Pertanian Kota di Enam Kota di Indonesia. 2004. *Warta Penelitian Universitas Gadjah Mada (edisikhusus)*. Hal 34-42.
- Smit, J., Nasr, J. & Ratta, A *Urban agriculture: A neglected resource for food, jobs and sustainable cities*. UNDP, New York, 1996.
- Smith, J., J. Nasr, and A. Ratta. 2001. *Urban Agriculture, Food, Jobs, and Sustainable Cities*. United Nations Development Programme
- Specht, K et al. 2014. Urban agriculture of the future: an overview of sustainability aspects of food production in and on buildings. *AgricHum Values*. 31:33– 51
- Tornaghi, C. 2014. Critical geography of urban Agriculture. *Progress in Human Geography*. Vol. 38(4) 551–567
- Van Leeuwen, E.; Nijkamp, P.; Vaz, T.D. 2010. The multifunctional use of urban greenspace. *Int. J. Agric. Sustain*. 8, 20–25
- Zeza, A and L. Tasciotti. 2010. Urban agriculture, poverty, and food security: Empirical evidence from a sample of developing countries. *Journal of Food Policy*. Vol. 35, Issue 4. p 265-273.

Zhang, F. F; Cai, J.M; Liu, G. 2009. How Urban Agriculture is Reshaping Periurban Beijing? Open House Int. Vol 34, p 15-24.

BAB VI

BUDIDAYA TANAMAN PERTANIAN KOTA

Oleh Nining Triani Thamrin

6.1 Pendahuluan

Kehadiran pertanian di masyarakat perkotaan dapat dimanfaatkan untuk mengoptimalkan penggunaan lahan perkotaan dan sumber daya alam dengan menggunakan teknik yang tepat. Selain itu, masyarakat perkotaan sering disibukkan dengan pekerjaan, dan pertanian perkotaan dapat menjadi salah satu cara untuk menikmati waktu senggang. Dengan mengoptimalkan penggunaan lahan dan memanfaatkan waktu luang untuk kegiatan urban farming, mereka dapat mendekati akses pangan dan menjaga lingkungan dengan ruang terbuka hijau. Selain itu, pertanian perkotaan juga merupakan salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan pangan masyarakat perkotaan dalam rangka mengatasi penurunan lahan pertanian di perkotaan. Dengan adanya lahan pekarangan yang dapat ditanami maka kebutuhan pangan bisa terpenuhi (Sudarmo, 2018).

Pertanian perkotaan memainkan dua peran dalam ketahanan pangan. Salah satunya adalah meningkatkan jumlah makanan yang tersedia bagi masyarakat di kota, dan yang lainnya adalah menyediakan buah-buahan dan sayuran segar bagi konsumen di kota. Menurut (Fauzi, Annisa and Heny, 2016) peran pertanian perkotaan membawa banyak manfaat secara ekonomi, termasuk dorongan untuk memperkuat ekonomi lokal dalam bentuk penciptaan lapangan kerja, peningkatan pendapatan masyarakat dan pengurangan kemiskinan. Dalam krisis ekonomi yang dialami beberapa negara, termasuk Indonesia beberapa tahun terakhir, pengembangan pertanian perkotaan terpadu tidak hanya akan menyerap tenaga kerja, tetapi juga akan membawa

manfaat yang besar dalam meningkatkan pendapatan masyarakat perkotaan.

Pertanian perkotaan pada dasarnya mencakup segala upaya yang dilakukan dalam pemanfaatan lahan atau ruang untuk meningkatkan kemandirian masyarakat dalam menjaga ketahanan pangan skala rumah tangga dan meningkatkan pendapatan keluarga. Sesungguhnya, pertanian perkotaan tidak memerlukan lahan khusus untuk melakukan kegiatan budidaya tanaman, cukup dengan menggunakan lahan, pekarangan, area seperti dinding dan atap sekalipun. Berikut adalah beberapa teknik budidaya tanaman perkotaan yang bisa di adopsi :

6.2 Vertikultur

Vertikultur adalah upaya untuk memanfaatkan lahan kecil secara maksimal, selain menggunakan lahan kecil teknik budidaya vertikal dapat menghasilkan tanaman yang berkualitas tinggi tergantung dari kualitas budidaya tanaman itu sendiri. Teknik vertikal ini sangat memungkinkan bagi siapa saja yang ingin menggunakan ruang secara efisien untuk berkebun. Menurut (Kusmiati and Solikhah, 2015) pertanian vertikal adalah sistem budidaya pertanian yang berlangsung secara vertikal. Sistem budidaya tanaman ini merupakan konsep penghijauan yang cocok untuk daerah perkotaan dan mempunyai lahan dengan ruang terbatas.

Pada umumnya, pertanian vertikal sebenarnya tidak berbeda dengan berkebun atau bertani di lahan. Pertanian vertikal mungkin tampak rumit pada awalnya, tetapi sebenarnya cukup sederhana. Kesulitan tergantung pada model yang digunakan yang sebenarnya sederhana, mudah dipahami, dan dipraktikkan. Sangat mudah untuk menemukan bahan yang akan digunakan, bahkan ibu rumah tangga pun dapat menggunakannya. Jenis tanaman yang biasa dibudidayakan yaitu yang umumnya bernilai ekonomi tinggi, fitoplankton atau tanaman semusim, yaitu sayuran (seledri, tomat, paprika hias, cabai keriting, kemangi, bayam, kangkung, dll) , selada,

ginseng tanah, stroberi) dan tanaman dengan akar yang tidak terlalu tinggi dan melebar.

Menurut (Harahap and Lubis, 2020) ada tiga aspek yang perlu dipersiapkan saat menanam secara vertikal :

- a) Pembuatan rak vertikal,
- b) Penyiapan dan penggunaan pupuk organik,
- c) Penanaman dan perawatan.

Menanam tanaman secara vertikal sebenarnya sama dengan bercocok tanam di kebun atau ladang. Perbedaannya terletak pada penggunaan ruang yang lebih efisien. Ini berarti lebih banyak tanaman yang akan ditanam dalam sistem vertikal dibandingkan dengan cara tradisional menggunakan ruang yang sama. Selain itu, media tanam merupakan faktor penting dalam menentukan keberhasilan pemuliaan tanaman dan kualitas pertumbuhan tanaman, yang pada akhirnya mempengaruhi hasil produksi. Secara khusus, media tumbuh berfungsi sebagai dasar pertumbuhan tanaman dengan menyediakan nutrisi atau unsur hara yang diperlukan tanaman, dan berfungsi sebagai tempat pertumbuhan dan perkembangan akar. Dalam hal ini, tanaman mendapatkan nutrisi paling banyak dari media tumbuh, baik tanaman ditanam dalam pot atau polybag yang menyerap nutrisi melalui akar. Media tumbuh yang digunakan sebaiknya campuran tanah, pupuk dan kompos dengan campuran 1:1:1, kemudian setelah semua bahan terkumpul, aduk hingga tercampur rata. Tanah koloid memiliki kemampuan mengikat unsur hara, melalui air dapat menyerap unsur hara ke akar tanaman sesuai dengan prinsip pertukaran kation. Kemudian, masukkan campuran sedang ke dalam wadah yang sudah disiapkan hingga penuh.

a) Bentuk Vertikultur

Pertanian dengan teknologi tanam vertikal dapat mengadopsi sejumlah model, asalkan menyesuaikan dengan bahan dan kondisi yang ada. Bahan yang bisa digunakan antara

lain bambu, pipa plastik, pot, terpal dan kaleng bekas. Faktanya, media dapat tumbuh dengan baik dan juga membawa nilai estetika. Beberapa model teknologi vertikal yang dapat diterapkan adalah sebagai berikut :

- i) *Vertiminaponik* merupakan perpaduan antara sistem tanam sayuran vertikal berbasis talang plastik dengan sistem akuaponik atau dengan kata lain merupakan integrasi budidaya sayuran dan budidaya ikan. Media yang digunakan adalah zeolit dan kompos.
- ii) *Walkaponik* adalah sistem menanam sayuran yang dipadukan dengan budidaya ikan. Prinsip walkaponik sama dengan vertiminaponik, hanya saja sistem tanam sayurannya menggunakan pot dan disusun membentuk taman vertikal, sehingga disebut walkaponik dari kata wall garden dan akuaponik. Media yang digunakan adalah zeolit dan kompos.
- iii) *Wall garden* adalah sistem penanaman dengan menggunakan dinding atau blind wall. Beberapa desain taman dinding antara lain: (1). Model hiasan dinding kanvas taman: Bahan yang digunakan adalah rak sepatu kanvas. Media yang digunakan adalah campuran tanah, sekam padi dan kompos/pupuk kandang; (2). Model taman paralon wall-mounted: Bahan yang digunakan adalah plastik berlubang atau tabung bambu untuk membuat tempat menanam pohon. Media tanam adalah campuran tanah, sekam padi dan kompos/pupuk busuk; (3) Model pot taman dinding: bahan menggunakan rangka atau balok besi sebagai penyangga. Dukungan yang digunakan adalah campuran tanah, polong, kompos/pupuk kandang; (4). Dinding taman model partisi: bahan yang digunakan adalah besi sebagai penyangga. Media yang digunakan adalah sabut kelapa dan pupuk kandang atau kompos.

b) Langkah Teknis Menanam dan Memelihara Tanaman

Vertikal:

- i) Siapkan talang penanaman yang berisi kompos,
- ii) Keluarkan bibit dan penyangganya dari talang,
- iii) Tempatkan bibit ke talang tanaman baru sampai ke leher tanaman
- iv) Tutupi substrat di sekitar permukaan media, kemudian atur tanaman sesuai kebutuhan sinar matahari,
- v) Jika ditemukan hama, segera singkirkan dan musnahkan. Jika tanaman sakit menyerang, cabut dan buang medianya, lalu ganti dengan media segar dan tanaman baru.
- vi) Jika tanaman kurang subur, tambahkan lebih banyak pupuk kandang,
- vii) Lakukan penyiraman secara teratur dengan dua kali sehari yaitu pagi dan sore.

6.3 Hidroponik

Hidroponik adalah teknik menanam tanaman tanpa menggunakan tanah. Hidroponik secara harfiah berarti tumbuh di air yang mengandung campuran nutrisi. Hal yang sama turut pula disampaikan oleh (Mulasari, 2019) bahwa hidroponik adalah metode bercocok tanam tanpa tanah tetapi menggunakan larutan nutrisi mineral atau bahan lain yang mengandung nutrisi seperti sabut kelapa, serat mineral, pasir, bata pecah, kayu bakar, serbuk gergaji dan sejenisnya untuk menggantikan tanah.

Sistem hidroponik memiliki banyak keunggulan. Selain tanaman yang sehat, manfaat yang bisa diperoleh antara lain tenaga kerja yang lebih sedikit, pekerjaan yang lebih sedikit kotor karena tidak menggunakan pot, tidak perlu banyak pemupukan, efisiensi lebih tinggi daripada menanam tanah pot. Keunggulan lainnya seperti hidroponik di persemaian, perawatan dan pemanenan mudah, pertumbuhan dan perkembangan tanaman

lebih cepat. Jika tanaman hidroponik untuk penggunaan komersial, mereka bisa mendapatkan harga tinggi, terutama untuk tanaman organik.

Keberhasilan hidroponik dipengaruhi oleh jenis tanaman. (Roidah, 2014) menyatakan bahwa berbagai tanaman dapat ditanam dengan sistem ini. Tanaman tersebut antara lain: selada, pakcoy, sawi, tomat, wortel, asparagus, brokoli, paprika, terong, melon, tomat, mentimun, semangka, stroberi, krisan dan anggrek.

a) Jenis-jenis instalasi hidroponik

Terdapat 6 jenis instalasi hidroponik yang sering digunakan yaitu :

i) Sistem sumbu (*wick system*)

Wick system merupakan salah satu sistem hidroponik yang paling sederhana dan sering digunakan oleh para pemula. Sistem ini pasif karena tidak memiliki bagian yang bergerak. Dengan jenis sumbu ini, nutrisi mengalir dari dalam wadah ke media pertumbuhan. Menanam dengan sistem budidaya hidroponik telah terbukti memiliki beberapa keunggulan dibandingkan sistem berkebun tanah tradisional. Dalam sistem hidroponik, tanaman hidroponik tumbuh 30-50% lebih cepat daripada tanaman yang tumbuh dalam kondisi yang sama menggunakan media tanah. Hasil juga tinggi. Selain itu, penambahan oksigen ekstra pada media hidroponik sangat membantu dalam merangsang pertumbuhan akar tanaman. Tanaman yang memiliki banyak oksigen di akarnya juga dapat menyerap nutrisi lebih cepat. Nutrisi dalam sistem hidroponik dicampur dengan air dan disuplai langsung ke sistem akar. Tanaman tidak perlu mencari nutrisi yang dibutuhkan dalam tanah karena nutrisi selalu terpenuhi dari waktu ke waktu. Tanaman yang ditanam secara hidroponik sendiri membutuhkan energi yang sangat sedikit untuk menemukan dan menguraikan makanan. Tanaman kemudian menggunakan energi yang tersimpan ini untuk

tumbuh lebih cepat dan menghasilkan lebih banyak buah. Secara umum, tanaman yang ditanam dalam sistem hidroponik adalah tanaman yang sehat dan tinggi. Hidroponik juga bermanfaat bagi lingkungan. Hidroponik membutuhkan lahan yang lebih sedikit dibandingkan dengan menggunakan media tanah. Penggunaan pestisida pun jarang digunakan dalam hidroponik.

ii) Sistem Irigasi Tetes (*drip irrigation*)

Sistem irigasi tetes merupakan sistem budidaya hidroponik yang populer saat ini. Sistem operasinya sederhana dan menggunakan pengatur waktu untuk mengontrol pompa. Saat pompa dihidupkan, pompa menjatuhkan nutrisi pada setiap tanaman agar berdiri tegak. Tanaman ini didukung oleh media tumbuh lain seperti cocopeat, sekam bakar, zeolit dan pasir.

iii) Sistem Pasang Surut (EBB & Flow)

Sistem pasang surut bekerja dengan cara mengalirkan larutan nutrisi ke seluruh tanaman, lalu nutrisi yang tidak terserap oleh tanaman kemudian dikembalikan ke tangki atau reservoir. Sistem ini membutuhkan pompa yang terhubung dengan timer.

iv) Sistem NFT (*Nutrient Film Technique*)

Sistem NFT ini adalah metode hidroponik yang paling umum. Sistem NFT ini terus menerus memasok nutrisi terlarut dalam air tanpa menggunakan timer pompa. Nutrisi ini mengalir melalui akar tanaman dan kemudian kembali ke reservoir dan sejenisnya.

v) Sistem rakit apung (*float hydroponic system*)

Sistem ini merupakan sistem hidroponik sederhana. Wadah yang menopang tanaman biasanya terbuat dari styrofoam dan mengapung langsung dengan nutrisi. Pompa

udara memompa udara ke dalam air kemudian menciptakan gelembung dan memasok oksigen ke akar tanaman.

vi) Sistem aeroponik

Sistem aeroponik merupakan sistem hidroponik tercanggih dan juga dapat memberikan hasil terbaik dan tercepat dalam hidroponik. Hal ini dimungkinkan karena larutan nutrisi ini ditambahkan atau disemprotkan langsung ke akar dalam bentuk kabut, sehingga akar tanaman lebih mudah menyerap larutan nutrisi yang kaya oksigen, sementara tanaman sangat membutuhkan nutrisi dan oksigen dalam pertumbuhannya.

b) Tahapan budidaya hidroponik :

Berikut adalah tahapan-tahapan dalam budidaya hidroponik:

- i) Siapkan alat atau instalasi hidroponik
- ii) Taburkan benih di nampan semai dan gunakan benih dengan tingkat perkecambahan 80% atau lebih. Sebaiknya menggunakan rockwool karena memiliki tingkat penyerapan air yang tinggi dan steril, sehingga sangat efektif untuk digunakan. Setelah bibit cukup besar, pindahkan ke media tanam. Selain rockwool, berbagai media yang dapat digunakan sebagai media hidroponik antara lain arang tempurung, pasir, gambut, serutan gergaji, spons, batang dan akar pakis, kerikil, kapas, gabus, vermikulit, hidroton, perlit, dan hidrogel.
- iii) Gunakan media tanam berupa campuran sekam bakar dan pasir kerikil, atau campuran rockwool dan pasir kerikil. Tempatkan media tumbuh pada wadah yang diinginkan, seperti pot atau kaleng bekas.
- iv) Media tanam berperan penting dan membantu menopang tanaman agar dapat berdiri tegak. Salah satu faktor keberhasilan dalam hidroponik adalah pemilihan media tanam yang tepat. Media tumbuh yang baik harus mampu mensuplai air, unsur hara, oksigen dan tidak

boleh mengandung zat-zat yang bersifat racun bagi tanaman.

- v) Gunakan nutrisi hidroponik yang tepat. Pemberian nutrisi dengan cara hidroponik sangat penting untuk pertumbuhan tanaman. Nutrisi yang digunakan dalam pupuk hidroponik adalah (ABmix, bahan kimia murni atau teknis, pupuk daun). Pada dasarnya ada 16 unsur yang dibutuhkan tanaman hijau. 13 dari pupuk melalui akar, 3 dari udara, yaitu (C, O₂, H₂), 6 unsur makro (N, P, K, Ca, Mg, S), 7 unsur jejak (Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, Co). Pemberian unsur ini dapat dilakukan secara manual pada pagi dan sore hari.
- vi) Pada dasarnya perawatan dalam sistem hidroponik tidak jauh berbeda dengan perawatan dalam sistem tanam tradisional seperti pemangkasan, pemberantasan gulma, serta pemberantasan hama dan penyakit.

6.4 Akuaponik

Akuaponik adalah sistem pertanian yang memadukan antara akuakultur dan budidaya tanaman sayuran yang tidak mengandung media tanah (hidroponik). (Handayani, 2018) mengemukakan bahwa akuaponik menggunakan metode akuakultur dikombinasikan dengan tanaman yang ditanam dalam wadah dimana budidaya ikan adalah kegiatan utama dan hasil sayur adalah kegiatan sampingan atau tambahan. Sistem ini banyak digunakan di masyarakat perkotaan untuk mendapatkan dua manfaat sekaligus dan menghemat lahan. Dengan memilih akuaponik, Anda bisa memanen dua produk sekaligus yaitu, ikan dan sayuran segar.

Secara teknis, sistem akuaponik berfungsi meningkatkan produksi tanaman dan ikan. Teknologi akuaponik menggabungkan teknik hidroponik dan akuakultur menjadi satu sistem untuk mengoptimalkan fungsi air dan ruang sebagai sarana konservasi. Teknik ini telah diterapkan di negara-negara maju, terutama yang memiliki luas lahan terbatas, untuk

mengoptimalkan produktivitas organisme akuatik. Teknologi akuaponik dapat mengurangi limbah nutrisi melalui penggunaan kembali dan menciptakan sistem produksi pangan yang berkelanjutan (Nazran *et al.*, 2021).

Pada sistem akuaponik, suplai nutrisi berasal dari kotoran ikan yang disimpan di kolam. Teknologi ini memungkinkan tambak ikan untuk menghasilkan tingkat amonia yang tinggi, pompa dari sistem untuk mensirkulasikan amonia ke tanaman, dan bakteri mengubah amonia menjadi nitrogen yang sesuai untuk tanaman. Tanaman akan dapat mengekstrak nitrogen dari air dan dengan aman mengembalikan ke kolam. Siklus ini berulang, dengan ikan memberikan nutrisi dasar untuk bakteri, bakteri memberikan nutrisi untuk tanaman, tanaman bertindak sebagai biofilter dan air bersih untuk kolam ikan. Jenis tanaman sayuran yang dapat ditanam pada sistem ini yaitu kale, sawi, selada, dan sayuran berdaun lainnya dan jenis ikan yang cocok untuk sistem akuaponik ini adalah lele, nila dan patin. Ada beberapa cara untuk membuat akuaponik.

- a) Siapkan kolam yang telah diisi ikan
- b) Buat wadah dengan tabung untuk menopang tanaman dan bor lubang di bagian atas tergantung pada ukuran penanam. Kemudian buat lubang kecil di ujung pipa untuk mengalirkan air ke kolam ikan.
- c) Penyemaian benih dilakukan dengan menabur benih dalam satu atau lebih nampan. Gunakan benih dengan tingkat perkecambahan 80% atau lebih tinggi. Media benih yang umum digunakan adalah rock wool. Rock wool memiliki daya serap air yang tinggi dan bersifat steril, sehingga mudah digunakan, namun jika anda tidak dapat menemukan rock wool, anda dapat menggantinya dengan gabus atau spons filter aquarium. Ketika bibit sudah cukup umur dan tumbuh dengan baik, memindahkan bibit ke media tanam.
- d) Menyiapkan pot tanaman, penggunaan wadah tanaman bisa menggunakan pot, atau botol plastik bekas yang dilengkapi

dengan sumbu dapur atau handuk penyerap di bawah pot untuk sebagai alat penghisap air.

- e) Jika bibit tanaman sudah mulai tumbuh atau sudah memiliki 2 helai daun, maka tanaman telah siap dipindahkan ke pipa yang telah dibuat. Untuk media tanamnya bisa menggunakan gabus filter bekas aquarium ataupun sekam.
- f) Setelah tanaman dipindahkan ke pipa, lalu pasang pompa aquarium yang dimana selang dari pompa aquarium tersebut dimasukkan ke dalam paralon sehingga air dari kolam ikan mengalir ke dalam paralon dan kembali ke kolam ikan lagi.
- g) Jika tanaman tumbuh dengan baik, maka dalam sebulan bisa dipanen, dan ikan nila bisa dipanen dalam kurun waktu 5-6 bulan.

Daftar Pustaka

- Fauzi, A.R., Annisa, N.I. and Heny, A. (2016) 'Pertanian Perkotaan : Urgensi, Peranan, dan Praktik Terbaik', *Jurnal Agroteknologi*, 10(01), pp. 49–62.
- Handayani, L. (2018) 'Pemanfaatan Lahan Sempit Dengan Sistem Budidaya Aquaponik', *Prosiding Seminar Nasional Hasil Pengabdian 2018*, pp. 118–126.
- Harahap, A.S. and Lubis, N. (2020) 'Pemanfaatan Pekarangan Rumah Dengan Metode Vertikultur Untuk Mendukung Ketahanan Pangan Di Desa Wonorejo Kecamatan Pematang Bandar Kabupaten Simalungun', *JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), pp. 36–40. Available at: <http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/prodikmas/article/view/5748>.
- Kusmiati, A. and Solikhah, U. (2015) 'Peningkatan Pendapatan Keluarga Melalui Pemanfaatan Pekarangan Rumah Dengan Menggunakan Teknik Vertikultur', *Jurnal Inovasi dan Kewirausahaan*, 4(2), pp. 94–101. doi:10.20885/ajie.vol4.iss2.art4.
- Mulasari, S.A. (2019) 'Penerapan Teknologi Tepat Guna (Penanam Hidroponik Menggunakan Media Tanam) Bagi Masyarakat Sosrowijayan Yogyakarta', *Jurnal Pemberdayaan: Publikasi Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(3), pp. 425–430. doi:10.12928/jp.v2i3.418.
- Nazran *et al.* (2021) 'Teknik Budidaya Ikan Nila Dengan Metoda Aquaponik Ramah Lingkungan Pada Kelompok Wanita Tani (KWT) Desa Padang Birik-Birik Kota Pariaman-Sumatera Barat', *Jurnal Implementasi Riset*, 1(1), pp. 14–21.
- Roidah, I.S. (2014) 'Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik', *Jurnal Universitas Tulungagung BONOROWO*, 1(2), pp. 43–50.
- Sudarmo, A.P. (2018) 'Pemanfaatan Pertanian Secara Hidroponik Untuk Mengatasi Keterbatasan Lahan Pertanian Di Daerah Perkotaan', *Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Terbuka*, pp. 1–8.

BAB VII

SAMPAH ORGANIK SEBAGAI PUPUK

Oleh Dudi Septiadi

7.1 Pendahuluan

Manajemen pengelolaan sampah merupakan masalah krusial dalam pencapaian *Sustainable Development Goal's* (SDG's). Indonesia turut andil dalam implementasi SDGs, dimana salah targetnya adalah mengatasi masalah sampah. Hanya saja kesepakatan ini tidak diiringi dengan komitmen kebijakan anggaran yang sesuai dalam penanganan masalah sampah. Hal ini dibuktikan dengan anggaran untuk pengelolaan sampah hanya 1,1 persen dari total APBN (BPS, 2018). Disisi lain, Badan Pusat Statistik (2021) melaporkan bahwa jumlah penduduk Indonesia berada pada angka 270,20 juta jiwa, sehingga terjadi peningkatan sebesar 2,56 juta orang dibandingkan dengan sensus tahun 2010. Menurut Djaja (2008), peningkatan populasi manusia dapat menyebabkan permintaan pangan. Peningkatan permintaan pangan akan berdampak pada meningkatnya volume sampah. Artinya ledakan penduduk di Indonesia memiliki aspek ancaman melalui peningkatan jumlah sampah dan penanganannya. Pengelolaan dan penanganan sampah merupakan salah satu tantangan yang dihadapi dalam pengelolaan pembangunan (Puspitawati dan Rahdriawan 2012).

Selain faktor jumlah penduduk yang meningkat, majunya perkembangan teknologi dan dunia industri juga mendorong

peningkatan konsumsi masyarakat yang pada akhirnya meningkatkan volume sampah. Peningkatan volume sampah akibat dari penetrasi dunia teknologi dan industri menggambarkan kompleksnya kebutuhan dan perubahan pola hidup masyarakat yang berdampak pada meningkatkan jiwa konsumtif masyarakat dan menghasilkan timbunan sampah yang tinggi. Jika tidak diolah dengan benar, sampah akan menjadi residu dan bertumpuk menjadi timbunan sampah yang akan mempengaruhi kapasitas Tempat Pembuangan Akhir (TPA) yang terbatas. Dampak dari timbunan sampah akan mempengaruhi kualitas lingkungan dan kesehatan sehingga diperlukan langkah penanganan.

Regulasi dalam manajemen pengelolaan sampah telah diatur dalam UU nomor 18 tahun 2008; kemudian diperjelas kembali aturan terkait pengelolaan sampah rumah tangga melalui PP nomor 81 tahun 2012. Dimana aturan tersebut merupakan filosofi dasar dari adanya perubahan pandangan masyarakat mengenai sampah. Paradigma baru menekankan pengurangan dan pengelolaan sampah dengan memodifikasi asumsi '*kumpul-angkut-buang*' dengan produk yang bernilai ekonomi (Asteria dan Heruman 2015; Wulandari et al. 2017). Kegiatan pengelolaan sampah mendorong seluruh lapisan masyarakat berpartisipasi pada pelaksanaan kegiatan pengelolaan sampah sesuai prinsip 3R (*Reduce, reuse, dan recycle*) secara cerdas, sistematis, dan efisien (Suryani 2014). Hal tersebut dikhususkan dalam kegiatan pengelolaan sampah rumah tangga berbasis komunitas.

Menurut Rilis dari KLHK (2020) menunjukkan bahwa terdapat 67,8 juta ton/tahun timbunan sampah dihasilkan Indonesia dalam satu tahun. Jumlah tersebut diduga akan terus meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk, perkembangan teknologi, dan perubahan gaya hidup yang diprediksi akan mencapai 70,8 juta ton pada tahun 2025 (KLHK, 2018). Jika

diklasifikasikan berdasarkan sumbernya, 37,3% sumber sampah terbesar dari kegiatan rumah tangga. Terbesar kedua sumber sampah berasal dari pasar tradisional, yakni 16,4% (Katadata, 2021). Artinya dominasi sampah bersumber dari aktivitas rumah tangga dan pasar tradisional, keduanya sumber sampah basah (organik).



Gambar 9.1 Proporsi jenis sampah berdasarkan sumbernya
Sumber: Katadata (2021)

Menurut laporan SIPSN (2020), jika diklasifikasikan menurut jenisnya, sebagian besar sampah yang dihasilkan masyarakat adalah sisa makanan, yakni sebanyak 40,3%. Terbesar kedua adalah sampah jenis plastik sebanyak 17,1%. Artinya bisa ditarik kesimpulan sampah sisa makanan (organik) dominan mengotori lingkungan. Menurut Yulistia dan Chimayati (2021) sampah rumah tangga dapat digolongkan lagi menjadi sampah organik dan non-organik. Sampah organik merupakan jenis sampah yang mudah terurai secara alami dan berasal dari sisa makhluk hidup.

Aspek keamanan dan ramah dengan lingkungan merupakan ciri khas dari jenis sampah organik. Melalui pengelolaan yang baik,

sampah dapat didaur ulang menjadi sampah yang bermanfaat. Sampah rumah tangga sebagian besar berupa bahan organik seperti sampah dapur, sisa tepung, sayur-sayuran, kulit buah dan daun-daunan. Di sisi lain, sampah anorganik merupakan limbah yang berasal dari sumber daya alam yang tidak terbarukan seperti mineral, minyak bumi, plastik, dan aluminium. Beberapa zat anorganik tidak dapat terurai secara alami, sementara yang lain hanya dapat terurai dalam waktu yang sangat lama. Sampah anorganik dari rumah biasanya datang dalam bentuk benda-benda berbahan plastik dan kaleng.

Menurut Dewi (2012), sampah organik memiliki potensi besar dan menjanjikan untuk diolah kembali menjadi pupuk organik berupa kompos yang berasal dari sampah sisa-sisa makanan dan sampah bersumber dari tanaman. Selain sisa tanaman, kotoran hewan juga bisa dijadikan kompos. Komposisi nutrisi dalam kotoran hewan tergantung pada jumlah dan jenis pakan. Pada umumnya kandungan unsur hara kotoran hewan jauh lebih rendah dibandingkan dengan pupuk buatan industri berbahan kimia, sehingga dosisnya juga lebih tinggi. Nutrisi yang terkandung dalam kotoran hewan tersedia dalam jangka waktu yang lama dan tidak mudah hilang. Selain nutrisi yang bermanfaat, pupuk juga mengandung bakteri pembusuk, mediator penyakit, dan mikroorganisme parasit yang dapat berbahaya bagi hewan dan manusia. Oleh karena itu, kehati-hatian harus diperhatikan saat mengolah dan menggunakan pupuk kandang.

Secara ekonomi, meski sampah dipandang sebagai benda yang tidak bernilai, jika didaur ulang dan menjadi barang yang digunakan kembali dan bermanfaat, maka sampah memiliki nilai ekonomi. Permintaan industri untuk limbah daur ulang sangat besar. Oleh karena itu, selain mampu mengatasi keterbatasan sumber daya keuangan untuk pengelolaan sampah dan lahan, jika

dilaksanakan dengan benar, proyek pemanfaatan sampah akan membawa manfaat ekonomi bagi masyarakat. Daur ulang sampah akan berdampak positif bagi seluruh perekonomian daerah (Djuwendah 2005). Pengomposan dan sistem kerja bank sampah dapat dijadikan sistem alternatif agar pengelolaan sampah dapat terintegrasi dan menyeluruh dengan memberikan sistem yang maksimal.

Pemerintah harus melakukan upaya dalam pengelolaan sampah dengan sistem yang dilakukan secara terpadu dari hulu hingga hilir. Kegiatan pengelolaan sampah mampu memberikan banyak manfaat, selain mengurangi sampah dan membantu pemerintah, pengelolaan sampah dapat memberikan manfaat secara ekonomi. Selain dengan kegiatan bank sampah, nilai ekonomi dapat diciptakan dari kegiatan pengomposan yang belum optimal. Penanganan sampah organik di Indonesia juga membutuhkan perhatian khusus

7.2 Sampah dalam Perspektif Ekonomi

Sampah merupakan benda-benda atau material yang dipersepsikan sebagian besar masyarakat sudah tidak memiliki nilai guna dan manfaat lagi, sehingga perlu untuk dibuang atau dimusnahkan. Cara pandang tersebut merupakan cara pandang klasik yang memandang barang dari pendekatan akhir. Perlu ada perubahan paradigma dalam memandang sampah sebagai suatu aset yang memiliki nilai ekonomi, bahkan bisa pula mengedepankan aspek ramah lingkungan jika sampah dikelola dengan baik. Hakikatnya, secara teknis sampah sudah tidak memiliki nilai guna, sehingga perlu melalui proses pengolahan menjadi barang yang bisa digunakan dan mempunyai nilai ekonomi, serta ramah lingkungan (Hadiwiyoto 1983). Artinya dari aspek ekonomi, sampah merupakan barang ekonomi ketika melalui proses daur ulang menjadi barang yang berguna. Adanya potensi dalam

pengelolaan sampah merupakan peluang sumber penghasilan alternatif masyarakat (Nurpagi, 2021).

Nilai ekonomi sampah ditentukan oleh komposisi sampah dan metode pengolahan sebelum dijual (Handayani et al., 2009). Komponen sampah sisa yang bernilai ekonomis umumnya jenis sampah anorganik seperti sampah plastik, kertas dan sampah lainnya (campuran). Sampah anorganik dapat di daur ulang menjadi produk lain atau diekstraksi menjadi bahan baku kembali (kembali ke bahan mentah). Sedangkan jenis sampah organik yang bisa dilakukan proses daur ulang seperti sampah rumah tangga, yaitu buah-buahan dan sayuran. Sebagian besar sampah organik bisa dikelola dengan cara sederhana dan diolah menjadi pupuk organik, pakan ternak dan sumber energy alternatif, (Budisulistiorini et al., 2009). Artinya jika dikelola dengan baik, pengolahan sampah organik bisa menjadi sumber alternatif pendapatan masyarakat melalui pemanfaatan dan penjualan produk turunan dari sampah organik.

Salah satu contoh mengesankan dalam pengelolaan sampah di perkotaan adalah Negara Singapura. Pengelolaan manajemen sampah melalui implementasi teknologi tinggi untuk pengelolaan dan pengolahan sampah di Singapura telah menghasilkan dampak ekonomi tinggi. Singapura dengan lebih dari 4 juta penduduk menghasilkan 7676 ton limbah per hari pada tahun 2001. Semua limbah padat dialirkan ke pabrik incinerator yang dapat mengubah panas menjadi listrik (Wahyono, 2011). Kehadiran industri pengolahan sampah menjadi energy listrik bisa menyerap tenaga kerja dan menjadi sumber pendapatan masyarakat. Disisi lain juga menghemat penggunaan sumberdaya keuangan Negara untuk biaya operasional penggunaan listrik.

7.3 Kompos dan Pengomposan

Kompos merupakan hasil pelapukan berbagai zat asal hayati, seperti daun, ranting tumbuhan, kotoran hewan, dan sampah. Menurut Yusuf (2012), kompos digunakan sebagai alternatif pengelolaan sampah kota yang handal. Melalui pengomposan, kita dapat mengurangi limbah hingga 50–80% dan mengubahnya menjadi produk ekologis. Pendapat ini juga didukung Hema et al. (2015) menjelaskan bahwa kegiatan pengomposan adalah metode pengolahan limbah organik yang hemat biaya dan memiliki pengaruh terhadap pemulihan sumber daya di muka bumi ini. Pemulihan sumber daya yang efisien tergantung pada pemisahan sumber sampah organik dan anorganik, baik yang dapat terurai secara alami maupun tidak.

Secara historis, terdapat kritik dalam implementasi kegiatan pengomposan di Indonesia. Selama ini, secara garis besar kegiatan pengomposan hanya dipandang dari kegiatan pemusnahan sampah atau bahan-bahan organik. Implementasi kegiatan pengomposan melupakan atau kurang gencar dalam aspek sosialisasi dari manfaat yang didapatkan dalam kegiatan pengomposan, terutama manfaat ekonomi dan lingkungan. Hirarki pengelolaan limbah dalam pemulihan sumber daya yang ramah lingkungan adalah untuk mengurangi timbulan sampah diikuti dengan proses pendauran ulang dan kegiatan pengomposan dibanding dengan pembakaran atau penimbunan limbah semata. Awal mula rezim pemerintahan soekarno, kegiatan pengomposan cukup populer di masyarakat pedesaan, terutama karena banyaknya sumberdaya dari limbah pertanian yang melimpah, sehingga pembuatan kompos dan pengomposan marak dilakukan masyarakat petani. Pasca pergantian kepemimpinan nasional menuju era pembangunan orde baru, proses pengomposan di daerah pedesaan semakin memudar sejalan dengan perkembangan industri pertanian yang relatif pesat,

serta gagasan revolusi hijau dari pemerintah orde baru yang menjadikan penggunaan pupuk kimia bersubsidi sebagai ujung tombak untuk meningkatkan produksi di sektor pertanian.

Menurut Santoso (1987), terdapat manfaat ekonomi dari kegiatan pengomposan, yakni pengurangan biaya operasional pemusnahan sampah, mengurangi nilai investasi lahan untuk TPA, serta memiliki nilai kompetitif yang dapat dijual. Manfaat pengomposan juga terdapat dalam segi ekologi, karena proses daur ulang dilakukan secara alamiah dan mengembalikannya dalam siklus biologis yang dapat mengurangi pencemaran lingkungan serta mengurangi polusi udara dari aktivitas pembakaran sampah. Asosiasi Produsen Pupuk Indonesia (APPI) (2020) menyatakan bahwa produksi pupuk organik mengalami penurunan sejak tahun 2017-2019, sedangkan angka konsumsi dan ekspornya meningkat. Kegiatan pertanian Indonesia masih didominasi oleh penggunaan pupuk urea yang sangat tinggi dan selalu mengalami peningkatan di tiap tahunnya. Hal tersebut memberikan dampak negatif terhadap sumberdaya lahan yang mendorong produktivitas tanaman pangan menurun dan menyebabkan predikat swasembada pangan sulit dipertahankan. Keandalan kompos dapat meningkatkan sifat fisik, biologi, dan kimia sekaligus, yang berpotensi meningkatkan swasembada pangan melalui pengomposan. Penggunaan kompos organik secara tepat dan seimbang akan meningkatkan kualitas dan produktivitas sumberdaya lahan pertanian (Sahwan 2012).

Secara implementatif, proses pengomposan dapat dipercepat dengan pengolahan manusia, penambahan mikroorganisme pengurai, sehingga menghasilkan kompos berkualitas tinggi dalam waktu singkat. Mikroorganisme yang dapat ditambahkan pada proses pengomposan adalah EM4 (*Effective Microorganism 4*). EM4 mengandung beberapa mikroorganisme yang bermanfaat dalam proses pengomposan. EM4 dapat

mendorong fermentasi dan dekomposisi sampah organik serta menekan aktivitas hama dan mikroorganisme patogen (Mardwita et al., 2019). Mikroorganisme telah dipilih untuk bertindak secara efektif pada fermentasi bahan organik (Indriyani, 2007). Karena mikroorganisme dalam larutan EM4 tidak aktif, EM4 diaktifkan terlebih dahulu sebelum digunakan (Donman). Aktivasi mikroorganisme EM4 disebabkan oleh suplai air dan makanan (molase). Kandungan nutrisi dalam kompos sangat bervariasi tergantung dari bahan yang akan dikomposkan, cara pembuatan kompos dan cara penyimpanannya. Kompos yang baik memiliki butiran yang lebih halus dan warna coklat agak gelap.

Pengomposan memiliki manfaat yang besar dan pengaplikasian teknologi yang digunakan sangat mudah dan murah. Perkembangan teknologi pengomposan bergantung pada penguraian bahan organik yang terjadi secara alami. Untuk membuat kompos lebih cepat dan efisien bisa dilakukan dengan optimalisasi pada proses penguraian (Arief 2016).

7.4 Urgensi Pupuk Organik

Pupuk memegang peranan vital sebagai faktor untuk meningkatkan produksi hasil pertanian, sehingga pupuk merupakan salah satu sarana produksi strategis. Terdapat enam asas yang harus dipenuhi dalam penyediaan pupuk bagi petani, diantaranya seperti azas tempat, jenis, waktu, jumlah, mutu, dan harga yang layak sehingga petani bisa memanfaatkan keberadaan pupuk sesuai kebutuhan (Pradinata et al, 2016). Secara umum, jenis pupuk terbagi menjadi dua, yaitu pupuk kimia dan pupuk organik. Pupuk kimia adalah pupuk yang diproduksi di industri/pabrik kimia seperti urea dan phonska. Keuntungan menggunakan pupuk kimia adalah meningkatkan produktivitas tanaman secara signifikan. Namun pemakaian pupuk berbasis bahan kimia dalam jangka panjang memiliki dampak negatif berupa kerusakan kondisi

tanah. Tanah cepat mengeras, menyimpan lebih sedikit air, dan pH tanah relatif menjadi lebih asam (Parman, 2007), selain itu dampak buruknya juga bisa mengancam kehidupan organisme tanah, mengurangi kesuburan dan kesehatan tanah, serta mengganggu keseimbangan ekosistem tanah. Serta dapat menyebabkan ledakan hama (Suhastyo, 2019), yang pada akhirnya mengurangi hasil panen.

Pupuk organik, berdasarkan material pembuatannya merupakan pupuk yang dibuat menggunakan bahan yang berasal dari sisa-sisa material makhluk hidup seperti tumbuh-tumbuhan, hewan dan sisa makanan. Material tersebut diolah menjadi pupuk organik berupa pupuk kandang, kompos, dan pupuk hijau yang dapat berperan memperbaiki sifat fisik tanah, kimia dan biologi tanah. Material yang terkandung dalam pupuk organik memang tidak serta merta sebaik peran pupuk anorganik dalam memenuhi pasokan hara, karena memang unsur hara dalam material pupuk organik relatif lebih sedikit dibandingkan pupuk anorganik. Hanya saja dalam perspektif ekonomi pupuk organik lebih efisien, serta dilihat dari perspektif lingkungan pupuk organik lebih aman dan mengusung konsep pertanian berkelanjutan (Meriatna et al, 2019). Keunggulan pupuk organik cair adalah: 1) Cara pemupukan sederhana. 2) Nutrisi lebih mudah diserap. 3) Tidak merusak tanah atau tanaman. 4) Meningkatkan ketersediaan unsur hara (Simamora et al., 2005). Kelemahannya adalah; (1) Reaksinya tidak secepat bila menggunakan pupuk kimia; (2) Hampir tidak mengandung nutrisi. (3) Tidak tahan lama; (4) Gas dan bau yang tidak menyenangkan sering dihasilkan.

Penerapan teknologi pembuatan pupuk organik sudah diketahui sejak lama, sehingga proses pembuatannya mudah diterapkan dan relatif sederhana. Terlebih lagi masyarakat Indonesia sebagian besar pencaharian penduduknya sebagian besar

adalah bekerja di sektor pertanian. Pengadaan pupuk organik semakin mendesak khususnya di daerah-daerah, mengingat keberadaan pupuk kimia bersubsidi yang selama ini menjadi andalan petani di beberapa daerah pelosok sulit didapatkan. Berdasarkan hasil pengamatan dalam kegiatan pengabdian yang dilakukan Septiadi et al, (2021) mengungkapkan bahwa sulitnya petani dalam mengakses pupuk bersubsidi di daerah Kabupaten Lombok Timur. Kasus yang sering terjadi di daerah adalah kelangkaan pupuk bersubsidi. Ketersediaannya terbatas. Petani dipersyaratkan untuk melengkapi kelengkapan administratif yang cenderung ribet, sehingga sulit untuk mendapatkan pupuk subsidi. Akibatnya selain langka, harga pupuk menjadi mahal dan seringkali tidak terjangkau oleh daya beli petani. Kondisi ini justru terjadi menjelang musim tanam tiba, saat dimana kebutuhan pupuk sangat tinggi. Petani menjadi resah dan panik, bahkan tidak jarang terjadi tindakan anarkis dengan menghadang saluran distribusi pupuk, menyerbu gudang gudang penyimpanan pupuk dan sebagainya. Gambaran tersebut menunjukkan betapa ketergantungan petani terhadap penggunaan pupuk kimiawi begitu tinggi. Disisi lain, Di daerah-daerah juga terdapat limbah dari pertanian lokal yang cukup tersedia untuk dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan pupuk organik. Diantara limbah pertanian lokal yang bisa dimanfaatkan untuk bahan dasar pupuk organik seperti limbah tanaman pangan, limbah perkebunan, serta limbah peternakan sapi, kambing dan unggas. Banyaknya bahan dasar tersebut, tidak diiringi dengan pemahaman dan keterampilan yang mumpuni dalam mengolah limbah pertanian menjadi pupuk organik. Karena selama ini petani dimanjakan dengan keberadaan pupuk kimia melalui program pemerintah, sehingga alternatifnya seolah terbatas. Gagasan pembuatan pupuk organik secara mandiri oleh petani perlu kembali disebarluaskan. Harapannya adalah petani meminimalisir ketergantungan akan penggunaan pupuk kimia.

Keberadaan pupuk organik sangat membantu meminimalisir pengeluaran petani, Artinya petani perlu untuk berupaya menekan biaya produksi, salah satunya adalah biaya input pupuk. Petani juga harus siap menghadapi rendahnya harga komoditas pertanian menjelang musim panen. Sehingga diharapkan jika petani mampu menekan biaya input melalui penggunaan pupuk organik, petani berpeluang lebih menerima keuntungan lebih besar. Selain aspek ekonomi, penerapan pupuk organik juga mendukung pengembangan konsep pertanian berkelanjutan yang ramah lingkungan.

7.5 Karakteristik, Jenis, dan Manfaat Pupuk Organik

Menurut Siregar dan Budi (2009) pupuk organik mempunyai karakteristik atau ciri umum yaitu:

a) Kandungan hara rendah.

Kandungan unsur hara pada pupuk organik biasanya relatif rendah, namun tergantung dari jenis bahan bakunya. muatan nutrisi hara yang rendah berarti biaya setiap unit nutrisi yang digunakan relatif tinggi.

b) Ketersediaan unsur hara lambat.

Hara yang berasal dari bahan organik diperlukan untuk aktivitas mikroba di dalam tanah untuk mengubah senyawa organik kompleks yang tidak tersedia bagi tanaman menjadi senyawa organik dan anorganik sederhana yang dapat diserap tanaman.

c) Menyediakan hara dalam jumlah terbatas.

Pasokan unsur hara yang berasal dari pupuk organik biasanya terbatas dan tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan unsur hara yang dibutuhkan tanaman.

Pupuk organik dapat dibedakan menjadi dua berdasarkan bentuknya, yaitu pupuk organik cair dan pupuk organik padat.

1. Pupuk organik cair

Pupuk organik cair merupakan ekstrak dari dekomposisi sampah organik, dan ekstraksi sampah organik memungkinkan untuk menyerap semua nutrisi yang terkandung dalam sampah organik. Selain nutrisi, juga menyerap mikroorganisme, bakteri, jamur, protozoa dan nematoda. Bentuk yang dihasilkan dari pupuk cair biasanya berbentuk cairan yang dapat digunakan dengan cara menyemprotkannya ke tanaman. Biasanya limbah dari bahan organik dapat dijadikan pupuk, dan limbah cair banyak mengandung unsur hara (NPK). Pupuk cair dapat digunakan untuk memperbaiki struktur dan kualitas tanah.

2. Pupuk organik padat

Pupuk organik padat merupakan pupuk yang tersusun dari materi makhluk hidup, seperti pelapukan sisa –sisa tanaman, hewan, dan manusia. Pupuk organik padat mengandung banyak bahan organik daripada kadar haranya. Sumber bahan organik umumnya berupa kompos, pupuk hijau, pupuk kandang, berasal dari sisa panen (jerami, brangkasan, tongkol jagung, bagas tebu, dan sabut kelapa), limbah ternak, limbah industri yang menggunakan bahan pertanian, dan limbah kota (sampah). Pupuk organik padat memiliki bentuk dan ciri-ciri yang padat. Penggunaan pupuk organik padat biasanya dipakai dengan cara langsung ditaburkan atau dimasukkan ke dalam tanah tanpa harus dilarutkan dengan air.

Pupuk organik padat yang digunakan petani di Indonesia secara turun - temurun merupakan pupuk organik tradisional. Bahan pupuk organik padat didapat dari sebagian besar limbah kotoran ternak seperti mamalia (kambing, sapi, dan kuda), unggas (ayam), dan sebagian dari bahan kompos.

Keuntungan yang didapatkan dari pemanfaatan pupuk organik diantaranya adalah sebagai berikut (Primantoro, 2001; Sutanto, 2002):

- a) Pupuk organik berfungsi sebagai granulator sehingga bisa memungkinkan perbaikan struktur tanah. Keberadaan bahan organik mampu mengikat butir-butir kecil tanah menjadi butir-butir tanah yang lebih besar dan remah sehingga tanah menjadi relatif lebih gembur.
- b) Pada tanah yang memiliki tekstur berpasir, bahan organik bisa memperbaiki pengikatan antar-partikel.
- c) Pemberian pupuk organik mampu mengikat kadar air lebih banyak dan lebih tahan lama pada tanah, sehingga dayaserap tanah terhadap air dapat meningkat melalui pemberian pupuk organik.
- d) Pupuk organik dapat memperbaiki kondisi ekosistem di dalam tanah. Mikroorganisme dalam tanah memainkan peran yang sangat penting dalam transformasi bahan organik. Dengan adanya pupuk organik, mikroorganisme secara aktif memecah bahan organik. Hal ini karena pupuk organik memberikan energi bagi mikroorganisme tersebut dan nutrisi dari tanah diserap oleh tanaman. Tanah yang kaya bahan organik mendorong pertumbuhan jamur, bakteri, mikroflora dan mikrofauna tanah.
- e) Unsur hara di dalam pupuk organik merupakan sumber makanan bagi tanaman. Meskipun dalam jumlah minim, pupuk organik mengandung unsur yang lengkap dan menjadi sumber unsur hara N, P dan S.

7.6 Pembuatan Pupuk Organik Cair

1. Persiapan bahan dan alat.

Sebelum memproduksi pupuk organik cair, siapkan bahan dan alat yang diperlukan. Saat menyiapkan berbagai bahan seperti daun hijau dan limbah pertanian, siapkan peralatan dan bahan lainnya seperti air kelapa, gula merah, EM4, alat penyaring, ember, timbangan, pisau, centong air, karung, dan sebagainya.

Secara detail, bahan dan alat yang diperlukan antara lain:

a. Limbah pertanian antara lain berupa :

- Air Kelapa : 40 liter
- Labu siam : 2 buah
- Hijauan daun : 3 kg
- Rebung ukuran sedang : 3 buah
- Air cucian beras : 30 liter
- Tauge : 2 kg
- Cangkang telur : 20 butir
- Rumput rawa : 3 kg.
- Kulit pisang : 2 sisir
- Batang dan bonggol pisang (ukuran sedang): 1 batang.
- Sabut Kelapa.

*Keterangan: bahan-bahan dari limbah pertanian diatas bisa disesuaikan dengan ketersediaan limbah pertanian yang ada.

b. EM-4 : 1 liter

c. Larutan gula merah : 1 liter (rebusan 3 biji gula dengan 1 liter air).

d. Peralatan yang dibutuhkan antara lain berupa;

- Gelas ukur
- Ember yang tertutup
- Pisau/parang.

- Blender
- Penyaring

2. Proses pembuatan Pupuk Organik Cair (POC).

- Bahan-bahan yang berupa limbah pertanian seperti hijauandaun, labu siam, tauge, batang pisang, bonggol pisang, rebung, dan kulit pisang dicincang
- Cangkang/kulit telur dihancurkan hingga lembut.
- Air cucian beras, air kelapa, EM4 dan larutan gula dicampur dan dituangkan dalam ember, diaduk sampai merata, kemudian diamkan selama kurang lebih 15 menit.
- Limbah pertanian yang telah dicincang halus dan cangkang telur yang dihancurkan kemudian dimasukkan kedalam ember berisi campuran yang sudah disiapkan sebelumnya dan aduk hingga rata.
- Wadah/ember ditutup dengan rapat.
- Wadah diletakkan di tempat yang teduh dan terlindung dari sinar matahari langsung.
- Diamkan campuran yang telah dibuat kurang lebih selama 14 hari untuk proses fermentasi.
- Setiap 2 hari sekali ember diguncang-guncang agar proses fermentasi berjalan dengan baik.
- Pada hari ke 15, Pupuk organik cair sudah siap untuk digunakan
- Cara penggunaan POC, dengan mencampurkan 100 ml POC ke dalam 1 liter air kemudian dikocorkan pada tanaman sayuran. Untuk tanaman sayuran yang masih kecil gunakan 250 ml campuran tersebut pada setiap tanaman. Sedangkan tanaman yang sudah besar gunakan 500 ml untuk setiap tanaman. Pemupukan dilakukan seminggu sekali.

3. Monitoring Hasil

Dua minggu setelah proses fermentasi bahan pembuatan pupuk organik cair, proses selanjutnya adalah monitoring hasil fermentasi. Ciri-ciri pupuk organik cair yang berhasil diantaranya warna larutan coklat muda, tidak ada belatung atau sejenis cacing, pada permukaan larutan terdapat endapan berwarna putih serta aroma yang tercium seperti aroma tape (aroma kecut dan segar), dan tidak berbau busuk.

7.7 Pembuatan Pupuk Organik Padat

Bahan-bahan pembuatan pupuk organik padat:

1. 200 kg kotoran ternak
2. 10 kg dedak halus
3. 10 kg sekam padi
4. $\frac{1}{4}$ liter EM 4
5. $\frac{1}{4}$ kg gula merah/molasse
6. 20 liter air atau secukupnya

Alat – alat :

1. Cangkul
2. Sekop
3. Gembor/gonjreng
4. Terpal/kampil

Cara pembuatan :

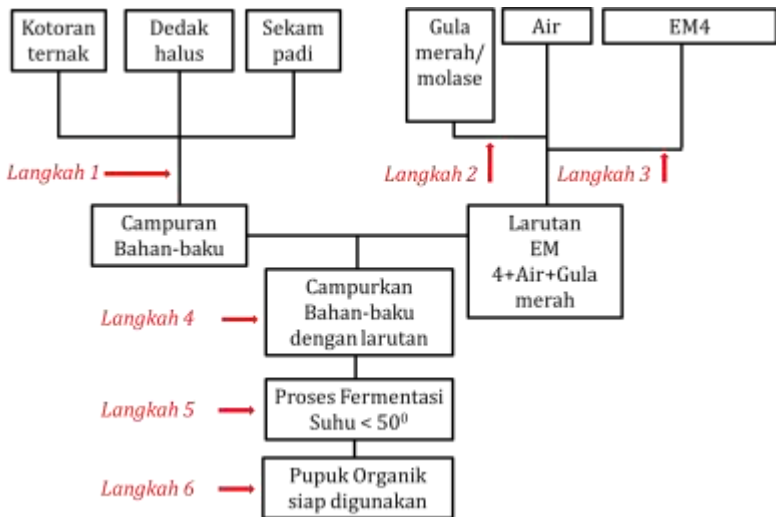
1. Campurkan kotoran ternak dengan sekam padi dan dedak halus
2. Cairkan gula merah/molase dengan air
3. Tuangkan EM4 ke dalam air, kemudian larutkan dengan cairan gula merah/molase aduk sampai rata
4. Cairan EM4 dan gula merah dituangkan pada campuran kotoran ternak + sekam + dedak halus. Aduk sampai rata,

kemudian digundukkan/ditumpuk hingga ketinggian 15-20 cm dan ditutup rapat

5. Biarkan bahan-bahan yang telah bercampur selama kurun waktu 3-4 hari untuk tahap fermentasi
6. Pupuk kompos/bokashi sudah jadi dan siap digunakan

Catatan :

Ciri-ciri kompos sudah matang, bentuknya remah/mudah dihancurkan, warna coklat kehitaman, tidak berbau menyengat.



Gambar 9.2 Proses pembuatan Pupuk Kompos Organik Padat dari Kotoran Ternak

Daftar Pustaka

- [KLHK] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2018). Pengelolaan sampah dan perubahan iklim. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutan.. [diakses 2020 Des 5]. http://simlit.puspijak.org/files/other/Pojok_Iklim-Pengelolaan_Sampah_dan_Perubahan_Iklim.pdf.
- Amin AA, Nugraha A, Suthahjo SH. (2018). Persepsi dan partisipasi masyarakat terhadap pengelolaan sampah rumah tangga melalui bank sampah di Jakarta Selatan. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. [diakses 2021 Feb 10]; 8(1):7-14. doi: 10.29244/jpsl.8.1.7-14.
- Arief LM. (2016). *Pengolahan Limbah Industri: Dasar-Dasar Pengetahuan dan Aplikasi di Tempat Kerja*. Yogyakarta (ID): Penerbit Andi
- Asteria D, Heruman H. (2015). Bank sampah sebagai alternatif strategi pengelolaan sampah berbasis masyarakat di Tasikmalaya. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. [diakses 2020 Mei 4]; 23(1):136-141. <https://doi.org/10.22146/jml.18783>.
- Budisulistiorini SH, Handayani DS, Nuraini MR. (2009). Kajian nilai ekonomi penerapan konsep daur ulang pada TPA Jatibarang Kota Semarang. *Jurnal Presipitasi*. [diakses 2020 Mar 25]; 7(2):35-44. doi: 10.14710/presipitasi.v6i2.35-44.
- Dewi, Y.S. (2012). *Pengolahan Sampah Skala Rumah Tangga Menggunakan Metode Komposting*. *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik LIMIT'S Vol.8, No.2*. Jakarta: Universitas Satya Negara Indonesia
- Djaja W. (2008). *Langkah Jitu Membuat Kompos dari Kotoran Ternak & Sampah*.
- Djuwendah E. (2005). *Keragaan sosial ekonomi usaha daur ulang*

- dan pengomposan sampah di Kota Madya Bandung. *Sosiohumaniora Universitas Padjajaran*. [diakses 2020 Mar 25]; 7(3):248-263.
<https://core.ac.uk/download/pdf/295384615.pdf>.
- Hadiwiyoto S. (1983). *Penanganan dan Pemanfaatan Sampah*. Jakarta (ID): Yayasan Idayu.
- Handayani DS, Budisulistiorini SH, Nuraini MR. (2009). Kajian nilai ekonomi penerapan konsep daur ulang pada TPA Jatibarang Kota Semarang. *J Present*. 7:35-44.
doi:<https://doi.org/10.14710/presipitasi.v6i2.35-44>.
- Hema J, Jayapriya J, Manoj R, Sangamithirai KM. (2015). Evaluation of in-vessel co-composting of yard waste and the development of kinetic models for composting. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*. [diakses 2020 Mei 5]; 4:157-165. doi: 10.30872/jar.v2i1.503. Jakarta (ID): PT AgroMedia Pustaka.
- Katadata. (2021). *Komposisi Sampah Nasional Berdasarkan Sumber Sampah*.
<https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/07/29/mayoritas-sampah-nasional-dari-aktivitas-rumah-tangga-pada-2020>
- Malewa, N. S. (2021) *Analisis Nilai Tambah dan Strategi Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat Berkelanjutan (Studi Kasus: Akademi Kompos Jakarta)*. (Doctoral dissertation, IPB University).
- Mardwita, M., Yusmartini, E. S., Melani, A., Atikah, A., & Ariani, D. (2019). Pembuatan kompos dari sampah organik menjadi pupuk cair dan pupuk padat menggunakan komposter. *Suluh Abdi*, 1(2).
- Meriatna, M., Suryati, S., & Fahri, A. (2019). Pengaruh Waktu

Fermentasi dan Volume Bioaktivator EM4 (Effective Microorganisme) pada Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) dari Limbah Buah-Buahan. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 7(1), 13-29.

Nurpagi, E. M. (2021) Potensi Implementasi Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat TPS 3R Bagi Rumah Tangga di Desa Babakan. (Doctoral dissertation, IPB University).

Parman, S. (2007). Pengaruh pemberian pupuk organik cair terhadap pertumbuhan dan produksi kentang (*Solanum tuberosum* L.). *Anatomi Fisiologi*, 15(2), 21-31.

Peraturan Pemerintah Nomor 81 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga.

Pradinata, R., Susilastuti, D., & Tobing, S. M. (2016). Pengaruh Biaya Beberapa Jenis Pupuk Terhadap Optimasi Produksi Padi Sawah di Kabupaten Bekasi (Studi Kasus: Desa Ridogalih Kecamatan Cibarusah Kabupaten Bekasi). *AGRISIA-Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 9(1).

Puspitawati Y, Rahdriawan M. (2012). Kajian pengelolaan sampah berbasis masyarakat dengan konsep 3R (reduce, reuse, recycle) di Kelurahan Larangan Kota Cirebon. *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*. [diakses 2020 Mei 5]; 8 (4): 349-359. doi: 10.14710/pwk.v8i4.6490.

Sahwan FL. (2012). Potensi sampah kota sebagai bahan baku kompos untuk mendukung kebutuhan pupuk organik dalam rangka memperkuat kemandirian pangan. *Jurnal Teknik Lingkungan*. [diakses 2020 Mar 3]; 13(2): 193-201. doi: 10.29122/jtl.v13i2.1418.

Sahwan FL. (2012). Potensi sampah kota sebagai bahan baku kompos untuk mendukung kebutuhan pupuk organik dalam

- rangka memperkuat kemandirian pangan. *Jurnal Teknik Lingkungan*. [diakses 2020 Mar 3]; 13(2): 193-201. doi: 10.29122/jtl.v13i2.1418.
- Santoso U. (1987). *Limbah Bahan Ransum Unggas yang Rasional*. Jakarta (ID): Bhratara Karya Aksara.
- Septiadi, D., Rosmilawati, R., Usman, A., Tanaya, I. G. L. P., & Hidayati, A. (2021). Peningkatan Kapasitas Petani Melalui Pelatihan Pembukuan Usahatani di Desa Otak Rarangan Kecamatan Wanasaba Kabupaten Lombok Timur. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(3).
- Simamora, H. (2005). Perbedaan pupuk organik dan anorganik.
- SIPSN. (2020). Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional. <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn.>, [diakses 11 Juni 2022, pukul 14.10 WITA].
- Siregar I.Z., dan Budi, S.W. (2006). Kompos. Dalam: ITTO Training Proceedings. 4th – 6th May 2006. Muara Bulian, Indonesia.
- Suhastyo, A. A. (2019). Pemberdayaan Kelompok Wanita Tani Melalui Pelatihan Pembuatan Pupuk Organik Cair. *Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, 6(2), 60-64.
- Suryani AS. (2014). Peran bank sampah dalam efektivitas pengelolaan sampah(studi kasus bank sampah Malang). Pusat Pengkajian, Pengolahan Data, Dan Informasi(P3DI) Sekretariat Jenderal DPR RI. [diakses 2021 Feb 3]; 5(1):71-84. doi: 10.46807/aspirasi.v5i1.447.
- Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah.
- Wahyono, S. (2011). Penerapan Teknologi Tinggi Untuk Pengelolaan Limbah Padat di Singapura. *Jurnal Teknologi*

Lingkungan, 5(1).

Wulandari D, Utomo SH, Narmaditya BS. (2017). Waste bank: waste management model in improving local economy. Econjournal. 7(3):36-41.

Yulistia, E., & Chimayati, R. L. (2021). Pemanfaatan Limbah Organik menjadi Ekoenzim. UNBARA Environmental Engineering Journal (UEEJ), 2(01), 1-6.

Yusuf, R. (2012). Analisis nilai tambah pengolahan sampah organik menjadi pupuk kompos(studi kasus: rumah kompos griya melati, kelurahan bubulak, kota Bogor). [skripsi]. Bogor(ID):Institut Pertanian Bogor.

BAB VIII

PROSES PENGOMPOSAN

Oleh Gallyndra Fatkhu Dinata

8.1 Pendahuluan

Pertanian merupakan jantung kebutuhan manusia yang akan terus dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan pangan manusia. Dalam pertanian banyak faktor yang mempengaruhi untuk menghasilkan suatu hasil pertanian yang baik salah satunya dengan pemupukan. Pemupukan adalah usaha pertanian untuk memberikan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman sehingga dapat mengoptimalkan pertumbuhan tanaman. Pemupukan harus dilakukan baik dengan menggunakan cara dan teknik yang benar, sehingga dapat memberikan hasil yang optimal pada tanaman budidaya.

Pupuk merupakan bahan tambahan untuk tanah yang berfungsi untuk memperbaiki struktur fisik, kimia, dan biologi tanah. Salah satu pupuk yang dapat digunakan dari sisa atau pemanfaatan bahan organik adalah pupuk kompos. Kompos merupakan hasil dari bahan organik yang telah mengalami proses pelapukan yang disebabkan oleh aktivitas mikroba yang bekerja di dalamnya (Murbando, 2007).

8.2 Kompos

Kompos adalah produk hasil proses pengomposan sebagian atau penuh dari bahan organik oleh mikroba pengurai. Kompos yang baik adalah kompos yang terdiri dari bahan hijau dan bahan coklat dan telah mengalami proses pengomposan dengan sempurna.

8.3 Bahan *Green* dan Bahan *Brown*

Menurut Subba Rao (2010), pada pembuatan pupuk kompos terdiri dari beberapa bahan dasar yang penting, yaitu:

a. Bahan *Green*

Bahan *green* atau bahan hijau merupakan bahan dalam pembuatan pupuk organik yang masih segar dan biasanya banyak mengandung unsur Nitrogen yang tinggi. Bahan organik yang memiliki nitrogen tinggi dibutuhkan oleh mikroba untuk bermetabolisme. Tanda dari bahan hijau yang mengandung unsur nitrogen tinggi adalah bahannya masih terdapat kadar air yang cukup. Biasanya bahan hijau yang dapat digunakan seperti dedaunan, sayuran, cacahan rumput dan kotoran ayam.

1. Sayuran, menurut Gunapradangga (2014) sayuran berfungsi sebagai penambah bahan organik di dalam tanah.
2. Paitan, menurut Pramudika *et al* (2014) hasil penelitian pada 100 sampel daun dan batang lunak tanaman paitan mengandung unsur hara berkisar 3,3 - 5,5% N, 0,2 - 0,5% P dan 2,3 - 5,5% K.
3. Trembesi, sebagai tambahan bahan organik dalam tanah selain itu menurut Hanum (2014), daun trembesi juga mengandung lignin yang tinggi yang diperlukan untuk kesuburuan tanah.
4. Kotoran kambing, menurut Sriyanto (2010) dalam kotoran kambing mengandung 1,35 unsur N, 0,05 unsur P, dan 2,10 unsur K. kandungan unsure ini lebih tinggi daripada kandungan unsur pada kotoran sapi.

b. Bahan Brown

Bahan *brown* atau bahan cokelat merupakan bahan dalam pembuatan pupuk organik yang biasanya berupa bahan-bahan kering dan banyak mengandung unsur karbon yang tinggi. Bahan yang memiliki unsur karbon tinggi berperan sebagai sumber energi untuk mikroba. Tanda dari bahan cokelat yang mengandung unsur karbon adalah bahan berwarna cokelat, bersifat kering, tidak basah, kasar, bertekstur, dan berserat. Bahan cokelat biasanya terdiri dari daun kering, rumput kering, jerami, ranting kering, serbuk gergaji kayu, sekam padi, kulit jagung, dan lain sebagainya.

1. Ampas Tebu

Pemilihan ampas tebu sebagai bahan cokelat adalah karena proses fermentasi ampas tebu yang memiliki prinsip sama dengan fermentasi jerami. Menurut Gunapradangga (2014) ampas tebu memiliki kandungan lignin yang tinggi, proteinnya rendah dan Total Digestible Nutrientnya (TDN) juga rendah dibanding pada jerami padi.

2. Dedak

Pemilihan dedak atau bekatul sebagai bahan pembuatan kompos yaitu sebagai bahan makanan untuk mikroba, karena pengomposan merupakan proses dekomposisi bahan organik oleh mikroba yang bertujuan untuk mempercepat penguraian bahan-bahan organik (Rasmakam, 2009). Menurut Djuarnani (2005) dedak juga memiliki ketersediaan banyak dimana mengandung hara yang tinggi seperti karbohidrat, vitamin, mineral dan juga serat.

8.4 Proses Pengomposan

Pada pembuatan pupuk kompos, diperlukan proses pengomposan yang baik untuk membuat produk kompos yang bermutu. Proses pengomposan adalah suatu proses atau teknik kepada beberapa bahan organik yang mengalami penguraian secara kondisi biologis oleh aktivitas mikroba pengurai sebagai metabolisme dan memperoleh sumber energi. Ditambahkan oleh beberapa peneliti yaitu, pengomposan adalah suatu proses menguraikan bahan organik oleh mikroba pengurai dimana memanfaatkan bahan organik tersebut sebagai sumber energi (Dewi dan Treesnowati, 2012). Memproses pengomposan artinya membuat suatu produk dengan dengan mengatur atau memanipulasi kondisi bahan organik agar menjadi suatu kompos yang diinginkan. Proses pengomposan sangat penting dipahami untuk membuat kualitas kompos menjadi baik.

Proses pengomposan secara sederhana terjadi pada dua tahap. Yaitu tahap aktif dan tahap pematangan. Pada tahap awal memanfaatkan mikroba termofilik, yaitu proses senyawa mudah terdegradasi akan segera dimanfaatkan oleh mikroba tersebut. Mikroba mesofilik hidup pada temperatur 10 – 45 °C yang berperan memperkecil ukuran bahan organik, yang membuat luas permukaan bahan pengurai menjadi bertambah sehingga mempercepat proses pengomposan (Yuliani dan Fitri, 2011). Tahap selanjutnya suhu kompos akan meningkat dengan cepat sejalan dengan peningkatan pH kompos. Mikroba yang bereperan dalam hal ini yaitu mikroba termofilik. Mikroba yang aktif pada suhu tinggi. Menurut Yuliani dan Fitri (2011) mikroba termofilik berperan dalam memanfaatkan karbohidrat dan protein yang dapat membuat bahan kompos dapat terdegradasi dengan cepat dan suhu temperatur bahan organik menjadi sangat tinggi.

Di alam, proses dekomposer terjadi secara alami. Daun, ranting dan bagian pohon atau yang jatuh disebut serasah, kemudian mengalami proses dekomposisi. Pada serasah ditemukan bakteri dekomposer yang berperan sebagai pengurai bahan organik. Selain itu, pada penelitian Dinata et al., (2021) ditemukan bakteri bermanfaat pada serasah kopi yang memiliki potensi sebagai agens pengendali penyakit tanaman.

8.5 Ciri-ciri Kompos yang Matang

Kompos yang siap digunakan adalah kompos yang telah mengalami proses pengomposan secara matang. Untuk mengetahui tingkat kematangan kompos secara kimia dapat dilakukan dengan uji laboratorium. Adapun tanda yang dapat diamati secara fisik yaitu kompos yang sudah matang berbau seperti tanah dan harum (tidak busuk). Apabila kompos tercium bau yang menyengat dan tidak sedap, hal tersebut kompos terjadi proses fermentasi anaerobic. Fermentasi anaerobic tersebut menghasilkan senyawa berbau yang mungkin berbahaya bagi tanaman. Apabila pupuk kompos masih memiliki bau seperti bahan mentah berarti kompos tersebut belum matang. Warna kompos yang sudah matang adalah coklat kehitam-hitaman. Apabila kompos masih berwarna hijau atau warnanya mirip dengan bahan organik sebelumnya, berarti kompos tersebut belum matang. Firmansyah (2010) juga mengatakan bahwa penyusutan volume atau bobot kompos seiring dengan kematangan kompos. Besarnya penyusutan bahan organik tergantung pada karakteristik bahan mentah dan tingkat kematangan kompos.

Ciri-ciri kompos yang matang dapat terlihat pada suhu. Suhu pada kompos yang matang memiliki suhu yang mendekati dengan suhu awal pengomposan. Suhu kompos yang masih tinggi yaitu berada di atas 50°C, menandakan proses pengomposan masih sedang berlangsung sehingga proses pengomposan belum selesai.

8.6 Faktor yang Mempengaruhi Pengomposan

Kompos yang baik adalah kompos yang telah matang sempurna dengan kondisi yang baik. Kompos membutuhkan mikroba dekomposer untuk mendegradasi bahan organik dengan kondisi yang tertentu. Jika kondisi sesuai, maka mikroba dekomposer akan bekerja dengan maksimal untuk mengurai bahan organik. Namun jika kondisi lingkungan kurang sesuai, maka mikroba tersebut tidak akan bekerja dengan maksimal, mengalami penurunan fungsi, atau bahkan mati.

1. Temperatur

Suhu panas merupakan hasil perombakan bahan organik oleh mikroba pengurai. Hal tersebut berhubungan antara peningkatan suhu dan konsumsi oksigen. Semakin tinggi suhu maka semakin tinggi pula konsumsi oksigen yang membuat proses dekomposisi menjadi cepat (Sukri dan Sugiyarto, 2010). Menurut Widarti et al., (2015) bahwa usaha pembalikan yang dilakukan pada proses pengomposan bahan organik menyebabkan suhu turun dan kemudian naik lagi.

2. Aerasi

Aerasi merupakan kelancaran pergerakan atau pertukaran udara didalam tanah. Aerasi ditentukan oleh porositas dan kelembaban bahan. Jika Aerasi terhambat, dapat menyebabkan bauyang tidak sedap. Aerasi perlu dilakukan pada saat proses pengomposan, dengan cara membalik tumpukan bahan organik kompos secara berkala.

3. pH

pH kompos berbanding lurus dengan suhu kompos. Semakin bertambahnya waktu pengomposan maka akan meningkatkan aktifitas mikroba pengurai untuk merubah asam organik yang telah terbentuk pada tahap sebelumnya. pH pengomposan akan naik sejalan dengan waktu pengomposan bahan organik. pH yang optimum untuk proses pengomposan berkisar antara 6,5 – 7,5.

pH yang terlalu tinggi akan menyebabkan penyerapan oksigen menjadi naik dan memberikan hasil yang buruk. Selain itu dapat menyebabkan unsur nitrogen pada kompos berubah menjadi amonia (NH_3). Dalam keadaan kompos dengan pH rendah dapat menyebabkan sebagian mikroba pengurai mati sehingga pengomposan tidak dapat terjadi secara sempurna (Ekawandani dan Kusuma, 2018).

4. Porositas

Porositas adalah rongga atau bagian ruang yang ada pada partikel di dalam bahan organik kompos. Ruang pada bahan organik tersebut akan diisi oleh air dan udara. Oksigen akan disuplai oleh udara untuk proses pengomposan. Jika ruang tersebut dipenuhi oleh air, maka pasokan oksigen akan terganggu dan proses pengomposan bahan organik akan tidak akan maksimal.

5. Ukuran bahan

Cacahan bahan organik mempengaruhi keberhasilan proses pengomposan. Ukuran cacahan yang lebih kecil akan memudahkan mikroba pengurai untuk dekomposisi bahan organik. Ukuran cacahan yang lebih kecil membuat adanya ruang kosong sehingga aerasi dan porositas dapat lebih baik. Adanya permukaan atau ruang kosong pada cacahan akan meningkatkan aktivitas antara mikroba pengurai dengan bahan organik, sehingga proses pengomposan bahan organik dapat berjalan lebih cepat.

6. Kelembaban

Kelembaban kompos memiliki peran penting pada proses metabolisme mikroba sehingga mempengaruhi kondisi oksigen di dalam kompos. Kelembaban yang baik bagi mikroba tersebut berkisar antara 40-60%.

Jika dibawah kondisi tersebut, aktivitas mikroba dapat mengalami penurunan. Jika kelembaban berlebihan, aktivitas mikroba mengalami penurunan pula dan akan terjadi fermentasi anaerobik yang menimbulkan aroma yang menyengatatau tidak sedap (Sukri dan Sugiyarto, 2010).

7. C/N Rasio

Mikroba menguraikan senyawa karbon (C) untuk memperoleh energi dan menggunakan nitrogen (N) untuk sintesis protein. Pada C/N rasio diantara yang efektif untuk proses pengomposan yaituberada pada nilai 30:1 sampai 40:1. Pada rasio tersebut mikroba memperoleh jumlah karbon yang cukup untuk proses metabolisme dan nitrogen untuk proses sintesis protein.

8. Kandungan bahan berbahaya

Dalam melakukan pembuatan kompos, pastikan tidak ada bahan non organik yang tercampur di dalamnya. Bahan non organik yang bisa jadi tidak sengaja terbawa antara lain plastik, kertas, kaca, potongan kayu bahkan plastik pestisida. Beberapa bahan organik mungkin juga memiliki kandungan yang berbahaya bagi kehidupan mikroba sehingga pastikan bahan organik yang digunakan tidak terkontaminasi bahan kimia berbahaya.

8.7 Strategi dalam Membuat Kompos

Secara alami, proses pengomposan membutuhkan waktu beberapa minggu hingga matang. Waktu pengomposan bergantung pada sifat dan karakteristik bahan organik yang digunakan, metode

pengomposan yang digunakan dan jenis mikroba pengurai yang digunakan.

Bahan-bahan organik yang dikomposkan dapat dipercepat dengan beberapa strategi.

- a. Atur kondisi lingkungan pengomposan sebaik mungkin
- b. Jangan menggunakan bahan-bahan sisa dengan kondisi buruk, seperti bekas terkena oli dan bahan kimia lainnya
- c. Jangan menggunakan bahan organik dari sisa sampah tercemar
- d. Jangan menggunakan bahan organik yang telah tercampur dengan bahan plastik, kertas, atau kaleng sehingga tidak bisa dipisahkan
- e. Gunakan mikroba aktivator pengomposan yang tepat, dengan memperhatikan jenis mikroba aktivator, tanggal kedaluwarsa produk, kepadatan mikroba (jika ada) dan produk yang digunakan tidak berbau busuk.

8.8 Prosedur Teknik Pengomposan

Kompos yang dapat digunakan oleh petani di lahan budi daya dan dapat diperjual belikan harus berkualitas baik dengan prosedur pengomposan yang tepat. Pada prinsipnya, prosedur yang dijelaskan pada bab ini dicontohkan dengan beberapa komposisi dengan bahan hijau dan bahan cokelat yang mudah didapatkan di lingkungan.

a. Alat yang dibutuhkan:

1. Kotak kayu sebagai wadah pengomposan dan penyimpanan kompos
2. Timbangan untuk menimbang bahan organik
3. Sekop untuk mengaduk kompos
4. Grinder/ pencacah untuk menghaluskan bahan
5. Ember untuk menampung air

6. Gembor untuk menyiram kompos
7. Gelas ukur untuk mengukur mikroba pengurai dan molase
8. Termometer untuk mengukur suhu kompos
9. Karung untuk alas dan penutup kompos
10. Sarung tangan untuk memberi perlindungan pada tangan dan kompos agar steril

b. bahan yang dibutuhkan:

1. Kotoran ayam sebagai bahan *green* pembuatan kompos
2. Rumput gajah sebagai bahan *green* pembuatan kompos
3. Jerami sebagai bahan *brown green* pembuatan kompos
4. Dedak sebagai bahan *brown* pembuatan kompos
5. Mikroba pengurai sebagai dekomposer
6. Molase sebagai stimulator mikroba pengurai
7. Air sebagai bahan mikroba pengurai dan molase

c. Lokasi Pengomposan

Pemilihan lokasi pengomposan menentukan biaya yang dikeluarkan dalam pembuatan kompos seperti biaya pengangkutan atau transportasi dan biaya tenaga kerja.

Adapun hal yang diperhatikan terkait lokasi pengomposan:

1. Pengomposan sebaiknya dilakukan di lahan pertanian atau kebun yang akan diaplikasikan kompos tersebut
2. Tidak jauh dari sumber bahan baku
3. Dekat dengan sumber air
4. Berada di tempat yang aman
5. Tidak terkena sinar matahari langsung
6. Tidak terkena hujan atau memiliki naungan

8.9 Tahapan Pengomposan

1. Menyiapkan semua alat dan bahan
2. Menimbang 15 kg jerami, 15 kg rumput gajah, 5 kg kotoran ayam dan 5kg dedak
3. Mengaluskan jerami dan rumput gajah dengan menggunakan grinder sampai halus, atau bisa dicacah dengan pisau hingga menjadi kecil
4. Mencampurkan jerami dan rumput gajah yang telah dihaluskan dengan kotoran ayam pada kotak fermentasi atau tempat yang telah disediakan untuk proses pengomposan
5. Pastikan kotak fermentasi telah diberi alas
6. Menyiram bahan tersebut dengan air secukupnya agar basah
7. Menyiapkan larutan molase 60 ml dan mikro pengurai 10 ml
8. Mencampurkan bahan dengan larutan molase dan mikroba pengurai dengan air ± 5000 ml secara merata
9. Menutup dengan rapat kotak fermentasi
10. Melakukan pengamatan suhu, warna, dan kelembaban setiap 3 hari sekali.

Daftar Pustaka

- Dewi Y. S. dan Treesnowati. (2012) *Pengolahan sampah skala rumah tangga menggunakan metode composting*. Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik LIMIT'S. 8(2): 35-48.
- Dinata G. F., Aini L. Q. dan Abadi A. L. (2021) *Pengaruh Pemberian Plant Growth-Promoting Bacteria Indigenous terhadap Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah (Allium ascalonicum)*. AGROPROSS National Conference Proceedings of Agriculture. Jurusan Produksi Pertanian. Politeknik Negeri Jember.
- Djuarnani N, Kristian, Budi S. S. (2005) *Cara Cepat Membuat Kompos*. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Firmansyah M. A. (2010) *Teknik Pembuatan Kompos*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Kalimantan Tengah.
- Gunapradangga A. (2014) *Riset dan Pengembangan Perternakan*. Riau: PT Tribakti Sarimas.
- Hanum M, A. dan Kuswitasari, N. D. (2014) *Laju Dekomposisi Daun Trembesi dengan Penambahan inokulum Kapang*. Jurnal Sains dan Seni POMITS. 3(1): 17-21.
- Indriani Y. H. (2005) *Membuat Kompos Secara Kilat*. Cetakan VII. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Murbandono. (2006) *Membuat Kompos*. Edisi revisi. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Pramudika G., Tyasmoro S. Y., dan Suminarti S. E. (2014) *Kombinasi Kompos Kotoran Sapi dan paitan untuk Pertumbuhan Tanaman Terung*. Jurnal Produksi Tanaman 2(3): 253-259.
- Rasmarkam A. (2009) *Ilmu Kesuburan Tanah*. Kanisius. Yogyakarta.

- Sriyanto. (2010) *Panen Duit dari Bisnis padi Organik*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Subba Rao N. S. (2010) *Biofertilizer in Agriculture*. Oxford and IBH Publishing Co. New Delhi.
- Sukri M. Z. dan Sugiyarto. (2019) *Menuju Pertanian Organik*. Mentari Jaya. Cirebon.
- Widart B. N., Wardhini W. K., dan Saewono E. (2015) *Pengaruh Rasio C/N Bahan Baku pada Pembuatan Kompos dari Kubis dan Kulit Pisang*. Jurnal Integrasi Proses. 5(2): 75-80.
- Yuliani F. dan Fitri N. (2011) *Pembuatan Pupuk Organik (Kompos) dari Arang Ampas Tebu Dan Limbah Ternak*. Fakultas Pertanian Universitas Muria. Kudus.

BAB IX

BIOMASSA TUMBUHAN/ TANAMAN HUTAN KOTA

Oleh Sri Jumiyati

9.1 Peran Hutan Kota dalam Peningkatan Biomassa Tanaman

Saat ini sebagian besar penduduk dunia lebih banyak yang bermukim di daerah perkotaan dibandingkan dengan daerah pedesaan. Peningkatan laju populasi sebesar 4% akan terus berlanjut selama satu dekade samapai pada tahun 2050. Populasi manusia di Indonesia yang menetap di daerah perkotaan akan terus meningkat dari 22,4% sampai dengan 56,7% dari tahun 1980 sampai dengan tahun 2020. Berdasarkan estimasi, jumlah penduduk di daerah perkotaan akan mencapai 66,6% pada tahun 2035. Laju peningkatan jumlah penduduk di daerah perkotaan memaksimalkan tantangan sosial dan lingkungan antara lain terancamnya kesehatan manusia, perubahan iklim lokal dan regional, punahnya habitat alami dan keanekaragaman hayati serta menurunnya kualitas air dan udara. Hal tersebut disebabkan oleh arus pembangunan yang berfokus pada daerah perkotaan dan meningkatnya fenomena urbanisasi. Karena itu, keberadaan hutan kota mempunyai fungsi yang begitu penting (Mardiansjah, Handayani dan Setyono, 2018).

Peningkatan populasi di daerah perkotaan akan berpengaruh terhadap jumlah emisi karbon yang dihasilkan, kota bertanggungjawab atas 75% emisi karbon dioksida (CO₂) antropogenik global. Emisi adalah hasil dari pembakaran energi dan aktivitas makhluk hidup di bumi. Manusia dan hewan bernapas menghasilkan emisi karbon yang berupa karbon dioksida (CO₂). Selain itu, hasil pembakaran untuk mendapatkan energi di sektor industri dan transportasi serta pembakaran sampah dan benda-

benda yang secara alami melontarkan gas ke atmosfer ikut menambah emisi CO₂. Emisi CO₂ apabila tidak dibatasi melalui ekosistem, tanaman, pohon, dan lautan yang lestari akan berubah menjadi gas rumah kaca dan dapat merusak atmosfer. Atmosfer yang rusak membuat selubung bumi ini tidak sanggup menahan panas matahari dan menyerap emisi. Akibatnya, panas itu pelan-pelan akan meningkatkan suhu bumi. Kita menyebutnya pemanasan global. Karbon dioksida (CO₂) diketahui memiliki kontribusi besar terhadap gas rumah kaca global sebesar 55%. Saat ini laju pertambahan gas rumah kaca sangat mengkhawatirkan khususnya di daerah-daerah perkotaan. Salah satu solusi untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan adanya kebijakan setiap kota untuk menyediakan minimal 30% dari total luas wilayah untuk dijadikan Ruang Terbuka Hijau (RTH) sesuai Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Perencanaan Tata Ruang (Widyawati *et al.*, 2021).

Pratama dan Susetyaningsih (2021) menyatakan bahwa Ruang Terbuka Hijau (RTH) di daerah perkotaan adalah areal yang bersifat terbuka, serta dimanfaatkan untuk tempat pertumbuhan tanaman, baik yang tumbuh alami maupun yang sengaja ditanam, salah satunya berbentuk hutan kota. Namun demikian, sebagian besar daerah perkotaan di Indonesia belum sepenuhnya menerapkan kebijakan 30% ketersediaan RTH ini, walaupun keberadaan hutan kota sangat bermanfaat dalam menurunkan emisi karbon. Setidaknya sebesar 7,2 giga ton CO₂/tahun dilepaskan ke atmosfer dan sekitar 2 giga ton CO₂/tahun mampu diserap oleh vegetasi di hutan. Dengan demikian berarti hutan mampu menjaga kondisi iklim bumi agar kondusif bagi kehidupan. Selain meminimalkan emisi karbon, manfaat dari hutan kota antara lain:

1. Melakukan perbaikan dan menjaga iklim mikro serta memberikan nilai estetika di lingkungan perkotaan;
2. Meningkatkan daerah resapan air hujan;
3. Menyeimbangkan serta menyaserasikan lingkungan fisik suatu perkotaan;

4. Pelestarian keanekaragaman hayati perkotaan.

Daerah perkotaan sebagai pusat urbanisasi sering dianggap sebagai sumber emisi karbon. Untuk meminimalisir hal tersebut diperlukan keberadaan hutan kota. Hutan kota merupakan kawasan yang ditutupi oleh vegetasi pepohonan yang tumbuh alami seperti layaknya hutan ataupun dengan sengaja di tanam. Hutan kota berperan sebagai ruang terbuka hijau di perkotaan, dan memiliki peran yang relatif besar dalam sekuestrasi karbon yang merupakan proses penangkapan dan penyimpanan CO₂ dari atmosfer dalam jangka panjang. Sekuestrasi karbon merupakan proses ketika CO₂ dari atmosfer atau sumber emisi disimpan di lautan, lingkungan terestrial (vegetasi, tanah, dan sedimen), dan formasi bebatuan. Akumulasi CO₂ di udara akan diserap kembali melalui proses fotosintesis oleh tanaman dan pertukaran gas di lautan.

9.2 Simpanan Karbon dalam Biomassa Tanaman

Latifah (2016), menyebutkan bahwa manfaat hutan kota di daerah perkotaan adalah mengurangi tingkat gas CO₂ melalui penyerapan dan meminimalisir emisi karbon melalui konservasi energi yang dimanfaatkan melalui pemanasan dan pendinginan. Vegetasi seperti pohon dan semak memiliki kemampuan untuk mengubah CO₂ menjadi biomassa di permukaan dan bawah tanah melalui proses fotosintesis. Fotosintesis adalah proses penyerapan karbon dari udara dan mengubahnya menjadi karbohidrat serta menyimpannya sebagai biomassa pada batang, ranting, atau akar. Biomassa merupakan volume organisme dalam suatu area tertentu. Nilai biomassa sangat penting dalam kegiatan pendugaan stok karbon yang tersimpan dalam vegetasi. Sekitar 48% biomassa pada vegetasi hutan merupakan unsur karbon. Stok karbon merupakan Kandungan karbon absolut dalam biomassa pada jangka waktu tertentu. Vegetasi pohon merupakan kontributor terbesar pada ekosistem hutan, dengan nilai penyimpanan karbon sebesar 44% sampai 65% dalam bentuk biomassa

Tabel 1. Nilai biomassa untuk beberapa jenis tanaman yang terdapat di di seluruh jalur hijau penelitian.

No.	Jenis (Nama Lokal)	Nama Latin	Biomassa (Ton/Ha)
1.	Angsana	<i>Pterocarpus indicus</i>	3.293,759
2.	Cemara Kipas	<i>Thuja occidentalis</i>	0,815
3.	Karet	<i>Ficus elastic</i>	0,347
4.	Kerai Payung	<i>Filicium decipiens</i>	11,836
5.	Mahoni	<i>Switenia macrophylla</i>	1.948,260
6.	Mangga	<i>Mangifera indica</i>	14,007
7.	Glodokan	<i>Polyathia longifolia</i>	156,237
8.	Mindi	<i>Melia azedarach</i>	25,657
9.	Palem Raja	<i>Oreodoxa regia</i>	649,311
10.	Trembesi	<i>Samanea saman</i>	11,196
11.	Pinus	<i>Pinus merkusii</i>	1,603
12.	Nangka	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	0,974
13.	Sengon	<i>Paraserianthes falcataria</i>	2,337
14.	Talok	<i>Muntingia calabura</i>	10,695
15.	Flamboyan	<i>Delonix regia</i>	7,780
16.	Waru	<i>Hibiscus tillaceus</i>	4,908
17.	Ketapang	<i>Terminalia catappa</i>	3,346
18.	Jati	<i>Tectona grandis</i>	310,977
19.	Melinjo	<i>Gnetum gnemon</i>	38,988
20.	Kepuh	<i>Sterculia foetida</i>	3,208
21.	Dadap	<i>Erythrina crastagalii</i>	0,144
22.	Beringin	<i>Ficus benjamina</i>	14,012
23.	Pulai	<i>Alstonia scholaris</i>	10,001
24.	Asam Jawa	<i>Tamarindus indica</i>	2,515

25.	Eukaliptus	<i>Eucalyptus deglupta</i>	0,066
26.	Duku	<i>Lansium domesticum</i>	4,343
27.	Jambu Biji	<i>Psidium guava</i>	4,620
28.	Sawo	<i>Manilkara zapota</i>	1,191
29.	Akasia	<i>Acacia mangium</i>	89,464
30.	Tanjung	<i>Mimusops elengi</i>	13,196
31.	Rambutan	<i>Nepheleum lappaceum</i>	1,929
32.	Lengkeng	<i>Dimocarpus longan</i>	0,504
33.	Petai Cina	<i>Leucanea leucocephala</i>	1,012
34.	Jambu Air	<i>Syzygium aqueum</i>	9,629
35.	Mengkudu	<i>Morinda citrifolia</i>	28,888
36.	Cemara Laut	<i>Casuarina equisetifolia</i>	2,357
37.	Cemara Gunung	<i>Casuarina junghuniana</i>	0,419
38.	Saga	<i>Adenanthera pavonia</i>	0,976
Total	6.684,497		

Setiap jenis tanaman memiliki nilai biomassa, yang berbeda-beda. Hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor yang mempengaruhi nilai biomassa adalah diameter tanaman, banyaknya jumlah tanaman dan nilai berat jenis tanaman tersebut. Semakin besar diameter suatu tanaman maka semakin besar juga nilai biomasanya. Nilai berat jenis tanaman yang tinggi juga sangat berpengaruh terhadap nilai biomassa yang besar dan juga semakin banyak jumlah tanamannya maka semakin besar juga nilai biomasanya. Cadangan karbon dipengaruhi oleh beberapa parameter, antara lain diameter tanaman, keanekaragaman jenis tanaman dan kerapatan individu yang memberikan kontribusi pada total nilai cadangan karbon pada suatu tegakan secara bersamaan. Semakin besar diameter tanaman dengan jumlah yang banyak dan

tumbuh rapat maka akan semakin besar pula potensi cadangan karbon yang tersimpan (Maryadi dan Linda, 2019).

Istomo dan Farida (2017), menyatakan bahwa faktor diameter dan berat jenis vegetasi merupakan faktor utama yang sangat mempengaruhi tingginya nilai potensi cadangan karbon. Tipe hutan dengan sebaran komposisi berat jenis yang tinggi maka akan cenderung mempunyai nilai simpanan karbon yang lebih tinggi dibandingkan dengan sebaran jenis pohon yang banyak tapi memiliki diameter yang cenderung yang lebih kecil. Pengukuran biomassa suatu tanaman memberikan informasi yang penting dalam pendugaan simpanan karbon dan serapan CO₂. Faktor yang mempengaruhi perbedaan nilai biomassa, pada tiap jenis tanaman adalah diameter tanaman dan berat jenis tanaman. Biomassa tanaman merupakan ukuran yang sering menggambarkan pertumbuhan tanaman yang menyatakan berat bahan hidup yang dihasilkan oleh tanaman. Potensi biomassa dipengaruhi oleh umur pohon yang merupakan diameter adalah fungsi dari umur pohon. Kandungan karbon di pohon memiliki hubungan yang signifikan dengan diameter pohon.

Faktor lain yang mempengaruhi nilai biomassa suatu tanaman adalah jumlah individu tanaman tersebut. Kandungan biomassa pohon merupakan total dari kandungan biomassa setiap organ pohon sebagai gambaran jumlah bahan organik hasil fotosintesis. Tanaman sebagai penyerap CO₂ di atmosfer memanfaatkan CO₂ dalam proses fotosintesis yang menghasilkan karbohidrat dan menyebarkan ke seluruh bagian tanaman dan disimpan dalam bentuk karbon (C). Dengan demikian pengukuran jumlah karbon tersimpan dalam tubuh tanaman (biomassa) pada suatu areal akan menggambarkan banyaknya CO₂ yang diserap tanaman di atmosfer. Sedangkan pengukuran jumlah karbon tersimpan dalam tubuh tanaman yang telah mati akan menggambarkan CO₂ yang tidak dilepaskan ke udara melalui pembakaran.

9.3 Pemilihan Jenis Tanaman

Suyanto (2011) menjelaskan bahwa peningkatan pencemaran udara di daerah perkotaan mengalami peningkatan signifikan setiap tahun. Dengan demikian, hutan kota yang memiliki fungsi utama untuk meningkatkan kualitas lingkungan daerah perkotaan harus memiliki luas yang memadai sebagai penyerap polutan. Selain luasan yang memadai, manfaat hutan kota juga ditentukan oleh pemilihan jenis pohon yang sesuai dengan persyaratan tumbuhnya agar dapat hidup dengan baik dan berfungsi optimal. Pemilihan jenis pohon sebaiknya memperhatikan toleransi dan adaptasi pohon terhadap polutan di daerah perkotaan. Pemilihan jenis pohon yang tepat dalam upaya pengembangan hutan kota akan mendukung fungsi hutan kota sebagai pereduksi polutan di daerah perkotaan. Optimalisasi fungsi hutan kota ditentukan oleh beberapa persyaratan utama, antara lain:

1. Persyaratan silvikultural

Persyaratan yang harus dipenuhi agar hutan kota dapat berfungsi secara optimal, maka jenis vegetasi pada hutan kota harus memenuhi persyaratan silvikultural, yaitu mampu tumbuh pada tanah miskin hara, mampu memulihkan kesuburan tanah, tahan terhadap serangan hama dan penyakit, spesies tumbuhan yang selalu hijau, batang pokok dan cabang kuat sehingga tidak mudah tumbang dan patah, akar tidak merusak jalan, beton, dan bangunan yang ada di sekitarnya. Selain itu jenis pohon untuk hutan kota harus toleran terhadap suhu tinggi dan penyinaran matahari yang kuat serta toleran terhadap kekurangan air.

2. Persyaratan manajemen

Persyaratan manajemen meliputi cara penanaman spesies tumbuhan yang dipilih harus mudah dan murah, pengamanan dan pemanfaatannya mudah. jenis pohon yang dipilih harus sesuai dengan tujuan pembangunan hutan kota,

yaitu bertajuk tebal dan rapat sehingga dapat berfungsi sebagai tanaman peneduh, bertajuk kuat dan rapat sehingga bisa berfungsi sebagai tanaman pelindung angin, serta berkemampuan tinggi dalam pengurangan pencemaran lingkungan perkotaan (udara, air, tanah).

3. Persyaratan estetika

Persyaratan estetika dapat terpenuhi apabila jenis pohon yang ditanam pada hutan kota memiliki habitus yang menampakkan kesesuaian dengan tujuan keindahan. Selain fungsi keindahan, jenis pohon yang dipilih harus mendukung fungsi edukasi dan kesehatan serta kenyamanan masyarakat di sekitarnya, antara lain:

- a. memiliki tajuk, percabangan, daun dan/atau bunga yang indah sehingga berfungsi sebagai penambah estetika atau keindahan lingkungan perkotaan,
- b. memiliki fungsi sebagai sarana pendidikan,
- c. memiliki buah berukuran relatif kecil sehingga ketika jatuh tidak membahayakan manusia atau merusak bangunan di sekitarnya,
- d. tidak menghasilkan getah yang beracun atau berbahaya bagi makhluk hidup,
- e. tidak menghasilkan serbuk sari yang berpotensi menimbulkan alergi bagi manusia.

9.4 Komposisi Jenis Tanaman

a. Komposisi jenis

Komposisi jenis tanaman menunjukkan variasi tumbuhan penyusun pada suatu ekosistem. Suatu jenis tanaman dapat hidup dengan baik di suatu ekosistem jika dapat beradaptasi dengan lingkungan tempat tumbuhnya. Salah satu faktor yang menyebabkan suatu jenis tanaman dapat mendominasi apabila jenis tanaman tersebut bersifat toleran dengan kondisi lingkungan dengan variasi yang luas sehingga mudah menyebar dalam jumlah yang melimpah. Secara umum, jenis tumbuhan yang termasuk pada kelompok polong-polongan mempunyai rentang syarat tumbuh

yang luas dan mampu hidup di lahan kritis atau kesuburan rendah. Hal ini berkaitan dengan kemampuan memfiksasi nitrogen di udara melalui simbiosis dengan bakteri pengikat nitrogen (Destaranti, Sulistyani dan Yani, 2017).

b. Analisis Indeks Keanekaragaman

Struktur hutan kota berstrata banyak adalah yang paling efektif dalam menanggulangi masalah lingkungan daerah perkotaan yang berhubungan dengan suhu udara, kebisingan, debu dan kelembaban udara. Pada tingkat pohon, *Acacia auriculiformis*, *Eucalyptus alba*, dan *E. cyclocarpum* merupakan jenis pohon dengan tinggi 20-30 m. Selain secara vertikal, data tingkat pohon dan tiang dapat menggambarkan pula struktur horizontal kawasan yang diklasifikasikan menjadi struktur tegakan rapat, sedang, dan jarang. Kawasan berstruktur tegakan jarang dengan jumlah individu sedikit terdapat pada area lereng yang curam dan di sekitar puncak bukit. Lereng-lereng yang curam biasanya bersolum tanah dangkal sehingga jenis yang tumbuh adalah yang mempunyai perakaran tidak dalam atau cukup mampu beradaptasi dengan kondisi kritis yang berbatu dan miring. Nilai keanekaragaman tertinggi terdapat pada tingkat hidup tumbuhan bawah, sedangkan yang terendah pada tingkat hidup tiang. Apabila pembangunan hutan kota dilakukan pada lahan kritis dengan tingkat kesuburan rendah. Maka untuk meningkatkan nilai keanekaragaman dan kesuburan tanah, kegiatan pengayaan harus dilakukan dengan memprioritaskan jenis-jenis yang mampu tumbuh dalam rentang syarat tumbuh yang luas dan bereproduksi tinggi. Faktor internal berupa kemampuan reproduksi dan adaptasi, serta faktor eksternal seperti kondisi tempat tumbuh, migrasi dan evolusi dapat mempengaruhi keanekaragaman jenis pada suatu ekosistem. Zona pengembangan flora hutan kota mempunyai zona pengembangan flora yang dibagi berdasarkan aspek aktivitas pengunjung dan jenis tanaman. Keanekaragaman tumbuhan strata bawah diharapkan mampu mendukung fungsi masing-masing zona yang sudah ditetapkan. Berdasarkan nilai tertinggi terdapat pada zona edukasi,

ekologi dan konservasi, sedangkan nilai terendah pada zona produksi. Pada zona rekreasi umum dan rekreasi khusus, kegiatan pengayaan menyesuaikan dengan fasilitas dan kegiatan publik sehingga tidak membahayakan keselamatan pengunjung (Aminanti *et al.*, 2019).

9.5 Kerapatan dan Biomassa Tanaman

Jenis pohon mahoni (*Swietenia macrophylla*) merupakan pohon yang paling banyak ditemukan dikarenakan karakteristiknya sebagai pohon peneduh yang cocok ditanam sebagai pohon penghijauan serta dapat tumbuh di tanah yang gersang di daerah perkotaan. Selain itu, terdapat juga pohon akasia yang dapat tumbuh dengan cepat dan mudah beradaptasi yang mendominasi. Jenis akasia ditanam sebagai jenis pionir yang menyediakan kanopi alami. Pada area terbuka (tanpa bangunan), pohon-pohon ditanam dan ditata sedemikian rupa dan berfungsi sebagai area penghijauan. Nilai biomasa dan cadangan karbon hutan kota lebih tinggi disebabkan karena memiliki nilai rata-rata diameter tanaman yang lebih besar. Dengan demikian nilai kerapatan, diameter dan berat jenis pohon merupakan parameter yang paling mempengaruhi nilai biomassa suatu vegetasi yang disebabkan oleh perbedaan umur tegakan yang menyebabkan terjadinya perbedaan diameter tegakan dan cadangan karbon. Hutan Alam memiliki nilai cadangan karbon berkisar 7,5-264,70 ton C/Ha, Hutan Tanaman berkisar 35,7-217,5 ton C/Ha dan Kawasan Non Hutan berkisar 0,7-932,96 ton C/Ha. Pelestarian ruang terbuka hijau dalam bentuk hutan kota dan pemeliharaan pohon dapat menjadi langkah untuk mengurangi pencemaran udara dan meminimalisir dampak peningkatan suhu global (Raynaldo, Rafdinal dan Linda, 2018).

Daftar Pustaka

- Aminanti, I. P. *et al.* (2019) 'Komposisi jenis tumbuhan dan struktur hutan kota di Kabupaten Trenggalek , Jawa Timur', *Pros Sem NasMasy Biodiv Indo*, 5(1), pp. 139–144.
- Destaranti, N., Sulistyani, S. and Yani, E. (2017) 'Struktur Dan Vegetasi Tumbuhan Bawah Pada Tegakan Pinus Di Rph Kalirajut Dan Rph Baturraden Banyumas', *Scripta Biologica*, 4(3), p. 155.
- Istomo, I. and Farida, N. E. (2017) 'POTENSI SIMPANAN KARBON DI ATAS PERMUKAAN TANAH TEGAKAN *Acacia nilotica* L. (Willd) ex. Del. DI TAMAN NASIONAL BALURAN, JAWA TIMUR', *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 7(2), pp. 155–162.-62.
- Latifah, S. (2016) 'Potensi Biomassa Permukaan Tanah pada Jalur Hijau di Kota Medan', *Abdimas Talenta*, 1(1), pp. 70–75.
- Mardiansjah, F. H., Handayani, W. and Setyono, J. S. (2018) 'Pertumbuhan Penduduk Perkotaan dan Perkembangan Pola Distribusinya pada Kawasan Metropolitan Surakarta', *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, 6(3), p. 215.
- Maryadi, A. and Linda, R. (2019) 'DAN CADANGAN KARBON DI BEBERAPA TAMAN Waktu dan Tempat', 8, pp. 73–80.
- Pratama, J. H. and Susetyaningsih, A. (2021) 'Analisis Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan Garut', *Jurnal Konstruksi*, 19(1), pp. 22–30.
- Raynaldo, A., Rafdinal and Linda, R. (2018) 'Kerapatan dan Biomassa Pohon di Kampus Universitas Tanjungpura sebagai Kantong Karbon Kota Pontianak', *Protobiont*, 7(1), pp. 6–12.
- Suyanto, H. (2011) 'Pengelolaan Kualitas Udara Di Perkotaan', *Gema Teknologi*, 16(2), p. 93.
- Widyawati, R. F. *et al.* (2021) 'Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Populasi Penduduk Kota, Keterbukaan Perdagangan Internasional Terhadap Emisi Gas Karbon Dioksida (CO₂) Di Negara ASEAN', *Jambura Agribusiness Journal*, 3(1), pp. 37–47

BAB X

PENGENDALIAN HAMA TERPADU

Oleh Fathan Hadyan Rizki

10.1 Pendahuluan

Sektor pertanian menjadi sektor tumpuan kehidupan masyarakat. Indonesia dengan iklim subtropis sangat sesuai dengan kebutuhan aktivitas pertanian. Hal itu mendorong sebagian masyarakat sangat giat menggeluti pertanian sehingga mendorong penemuan inovasi-inovasi baru dalam pertanian.

Salah satu inovasi yang mulai ramai dibahas adalah sistem pertanian terpadu. Sistem pertanian terpadu membangun sub-sub ekosistem menjadi sebuah kesatuan agroekosistem yang utuh. Subekosistem tersebut yaitu pertanaman, peternakan, dan perikanan. Pertanian terpadu mengandalkan keterkaitan siklus-siklus material yang berpindah dari suatu sub ekosistem ke sub ekosistem lainnya (Purba *et al.*, 2022). Contohnya, unit pertanaman dan hijauan menghasilkan biomassa sayuran dan dedaunan yang bisa dimanfaatkan sebagai sumber pangan dan pakan ternak. Sebaliknya unit peternakan menghasilkan kotoran hewan yang dapat diproses untuk menjadi pupuk kandang bagi pertanaman. Selain itu kotoran hewan juga dapat dimanfaatkan untuk pakan di perikanan. Dengan begitu, dalam pertanian terpadu sub ekosistem tersebut akan saling bergantung dan terkait satu sama lain. Produk dari system pertanian terpadu dikenal dengan sebutan 4F (*Food, Feed, Fuel, Fertilizer*) (Tabel 1). Paling tidak sebuah sub-ekosistem dapat menghasilkan produk berupa sumber pangan dan pupuk. Dalam pelaksanaanya, penerapan system pertanian terpadu disarankan mencakup tiga sub-ekosistem tersebut untuk mengoptimalkan keterkaitan siklus materi antara

Tabel 1. Produk pertanian terpadu

Ekosistem	Sub-ekosistem	Produk
Keseluruhan unit pertanian terpadu (Agroekosistem)	pertanaman	food: buah & sayur feed: hijauan fertilizer: Pupuk kompos
	peternakan	food: daging, telur feed: feses untuk ikan fertilizer: pupuk kandang fuel: biogas
	Perikanan	food: ikan fertilizer: aquaponik

sub-ekosistem. Adapun sub-ekosistem pertanian dapat juga terbagi lagi menjadi golongan tanaman semusim, menahun, dan situs hijauan untuk pakan. Sementara itu peternakan dapat terbagi menjadi golongan ternak unggas dan hewan pemamah biak. Pemilihan komoditas utama suatu system pertanian terpadu disesuaikan dengan potensi sumber daya alam dan budaya masyarakat sekitar.

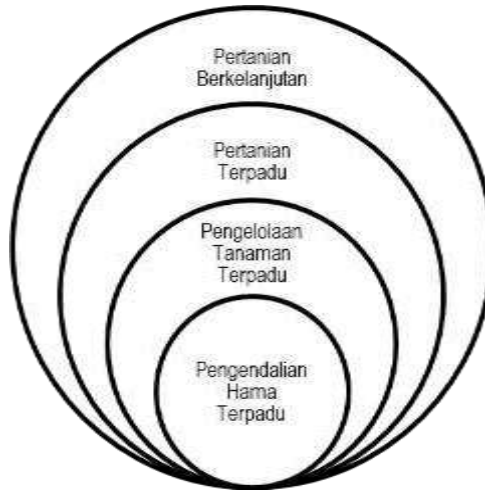
Pada dasarnya keterkaitan dalam pertanian terpadu merupakan representasi proses aliran energi dan siklus materi yang terjadi secara alamiah. Bedanya dalam pertanian terpadu kita menentukan komoditas apa yang ingin dijadikan produk utama. produk dari pertanaman jadi asupan bagi peternakan. Begitu juga produk dari peternakan dapat menjadi asupan untuk perikanan. Pengetahuan atas keterkaitan-keteraitan tersebut mendorong petani untuk memilih asupan-asupan pertanian yang tepat dan minim polutan. Sebagaimana telah diketahui bahwa polutan yang berupa residu dari asupan yang bersifat racun dapat bertahan dalam tubuh organisme dan berpindah seiring proses rantai makanan (Macnale *et al.*, 2010)

Untuk mendukung keberhasilan sistem pertanian terpadu yang berkelanjutan, dibutuhkan pengelolaan sistem yang dapat

meminimalisasi asupan polutan. Secara umum asupan polutan sering ditemukan dalam ekosistem pertanian (Rekha *et al.*, 2006). Meskipun asupan pupuk kimia telah lumrah digantikan dengan pupuk kompos dan pupuk kandang, untuk memastikan hasil tanaman yang berkualitas baik, petani masih bergantung pada asupan kimia berupa pestisida sintetis. Hal itu berpotensi mengancam kesehatan siklus materi karena dapat menjadi residu pada sumber pangan dan pakan. Oleh sebab itu pengelolaan hama pada sub-ekosistem pertanian perlu dijalankan dengan prosedur yang dapat mengurangi pemakaian pestisida sintetis. Sistem pengelolaan hama yang dapat memenuhi tujuan tersebut adalah sistem pengendalian hama terpadu (PHT). PHT merupakan perencanaan pengelolaan hama integratif yang berlangsung sejak persiapan tanam hingga pascapanen. PHT tidak hanya fokus pada tindakan pengendalian hama tetapi juga fokus pada proses budidaya yang dapat mencegah serangan hama. Fokus pencegahan tersebut berarti berpotensi mengurangi ketergantungan petani pada asupan pestisida sintetis.

10.2 Posisi PHT dalam Pertanian Terpadu

Telah disebutkan sebelumnya bahwa PHT dibutuhkan dalam sistem pertanian terpadu sebagai suatu upaya mengurangi cemaran zat berbahaya dalam keseluruhan agroekosistem. Sementara itu FAO (2022) menyebutkan bahwa PHT merupakan bagian yang tak terpisahkan dari sistem pertanian terpadu untuk mencapai tujuan pertanian berkelanjutan (Gambar 1). Secara teknis, PHT merupakan bagian dari perencanaan pengelolaan tanaman terpadu (PTT). Menurut Purba *et al.*, (2022) PTT bertujuan untuk menghasilkan produk pertanian yang aman dari zat beracun, bermutu tinggi, bernilai tinggi, serta berasal dari proses budidaya yang ramah lingkungan. Lebih jauh lagi, jejak proses produksi seharusnya dapat dilacak sehingga menjadi informasi penting bagi konsumen.



Gambar 1. Posisi PHT dalam sistem pertanian terpadu

Tujuan PTT tersebut dianggap dapat tercapai dengan menerapkan sistem PHT. PHT merupakan sistem pengaturan semua komponen budidaya yang bertujuan untuk mencegah atau mengendalikan populasi hama atau penyakit tetap dibawah ambang normal. Pengaturan tersebut bermuara pada pengurangan aplikasi pestisida sintetik. Meski demikian, bukan berarti PHT tidak membolehkan aplikasi pestisida sintetik. Dengan PHT, petani diharapkan menggunakan pestisida dengan bijaksana dan mulai mengurangi ketergantungannya. Sebagai pengganti pestisida sintetik, terdapat berbagai bahan-bahan berbasis tumbuhan yang bisa dijadikan pestisida berbahan alami. Pestida tersebut dikenal dengan pestisida nabati. Selain itu, dalam agroekosistem diketahui terdapat mikroorganisme yang bersifat pathogen terhadap serangga hama. Mikroorganisme itu dapat dimanfaatkan menjadi pestisida berbahan organisme aktif (biopestisida). Biopestisida tersebut dikenal juga sebagai agens hayati (Suwahyono, 2010)

PHT tidak hanya berbicara mengenai bahan-bahan alami pengganti bahan sintetik. Lebih dalam lagi PHT berkaitan dengan komponen dan proses-proses yang terjadi pada keseluruhan inti maupun pendukung agroekosistem yang bersinggungan dengan aspek lingkungan, ekonomi, dan sosial.

10.3 Definisi dan Prinsip-Prinsip Dasar PHT

Definisi PHT terus mengalami perkembangan seiring dengan munculnya permasalahan-permasalahan dalam penerapannya. Sekitar tahun 1960 definisi PHT terbatas pada perpaduan pengendalian hama secara kimiawi dan hayati. Tahun 1970, definisi PHT meluas sebagai perpaduan semua Teknik pengendalian yang mengacu pada kondisi ekosistem, social ekonomi, dan budaya (Untung, 2013). Teknik pengendalian tersebut mencakup Teknik fisik/mekanik, budidaya, hayati, kimiawi, atau cara lainnya yang dapat mendukung proses pengendalian. Selaras dengan itu, FAO (2022) mengemukakan bahwa PHT adalah upaya pengaturan lingkungan dengan berbagai teknik yang bertujuan untuk mengendalikan populasi hama.

Selain itu, Gatot Mudjiono seorang pakar PHT dari Universitas Brawijaya menjelaskan bahwa inti dari PHT adalah kombinasi dari pengaturan lahan, pengaturan tanaman, dan pengaturan organisme pengganggu tanaman (Rizki et al., 2021). Penjelasan tersebut menekankan bahwa pengendalian hama bukan suatu agenda yang terpisah melainkan berkaitan erat dengan proses pengolahan lahan dan teknik bercocok tanam (Gambar 2). Pengaturan yang baik untuk tiga aspek utama tersebut diharapkan dapat mewujudkan tanaman yang sehat dan produktif serta terhindar dari dominasi serangan hama tertentu. Berdasarkan beberapa penjelasan singkat di atas, kita dapat mendefinisikan bahwa PHT adalah rencana pengelolaan hama secara integratif dengan berbagai teknik yang melibatkan semua tahapan budidaya demi mencapai kesejahteraan ekosistem, sosial ekonomi, dan budaya.



Gambar 2. Pengaturan aspek utama dalam PHT

Saat ini PHT tidak cukup dipandang sebagai sekadar sistem pengendalian hama. PHT telah menjelma fasilitas peningkatan sumber daya manusia khususnya petani. Penerapan PHT hamper selalu berkaitan dengan pembentukan sekolah lapang PHT (SLPHT). SLPHT berpotensi menjadi pintu pengetahuan yang sangat strategis bagi petani sehingga petani dapat memahami proses-proses penting dalam agroekosistem dengan lebih baik. Pemahaman itu berkaitan dengan jejaring makanan alamiah, siklus materi, aliran energi, dan lain sebagainya.

Meskipun PHT memiliki banyak sekali pengertian, pada dasarnya penerapan PHT selalu berlandaskan kepada prinsip-prinsip utama. Menurut Untung (2013), prinsip-prinsip dasar PHT antara lain:

- a) Pemahaman agroekosistem
- b) Biaya manfaat pengendalian
- c) Toleransi kerusakan tanaman
- d) Mempertahankan sedikit populasi hama
- e) Pelestarian organisme musuh alami
- f) Budidaya tanaman sehat
- g) Pengamatan dinamika agroekosistem
- h) Pemberdayaan petani
- i) Pemasyarakatan PHT

Dalam upaya pemasyarakatan PHT, prinsip-prinsip tersebut disederhanakan dan berfokus pada empat prinsip utama yaitu 1)budidaya tanaman sehat, 2)pemanfaatan musuh alami, 3)pengamatan agroekosistem, dan 4)petani sebagai ahli di lahan sendiri. Prinsip itulah yang disampaikan dalam forum-forum SLPHT atau media promosi. Bentuk kegiatan untuk setiap prinsip tersebut dijabarkan pada tabel 2.

Tabel 2. Penjabaran prinsip utama PHT

Prinsip PHT	Bentuk kegiatan
Budidaya tanaman sehat	Pemilihan varietas tahan, perlakuan benih untuk meningkatkan ketahanan, jeda tanam, pengolahan tanah, pemberian sumber bahan organik dan dekomposer, tanam serentak, pengaturan jarak dan rotasi tanam, pemupukan yang tepat, pengembalian bahan organik, polikultur.
Pemanfaatan musuh alami	Menanam refugia, menyisakan vegetasi gulma pada titik tertentu, mengurangi penggunaan pestisida sintetik, menggunakan dan mengembangkan agens hayati, menyediakan shelter konservasi buatan.
Pengamatan agroekosistem	Pengamatan lahan mingguan, mengenali organisme hama dan musuh alami, menilai kepadatan populasi, menentukan ambang ekonomi hama, mengambil keputusan berdasarkan hasil pengamatan.
Petani sebagai ahli	Pembentukan forum SLPHT, melakukan analisis usaha tani, menjadikan lahan sebagai sarana belajar utama, membuat perencanaan musim tanam berikutnya.

Berdasarkan penjabaran tabel 2, diketahui bahwa PHT sejatinya berfokus pada strategi yang bersifat preemtif (pencegahan) terhadap ledakan populasi hama. Pemilihan varietas tahan dan perlakuan benih dilakukan untuk memastikan bahwa tanamn yang ditanam merupakan tanaman yang kuat. Sementara itu tanam serentak dan rotasi tanam dilakukan untuk memutus rantai kehidupan hama dan mencegah akumulasi populasi dari musim ke musim. Pengaturan jarak tanam dilakukan untuk mengurangi kelembapan mikrohabitat dan mengurangi sarana mobilitas hama.

Adapun polikultur dan pengembalian bahan organik bertujuan untuk memperkaya keanekaragaman hayati fauna di dalam, permukaan, dan atas tanah (Baumann *et al.*, 2013; Weißhuhn *et al.*, 2017). Kondisi keankeragaman yang tinggi cenderung lebih seimbang karena memiliki jejaring makanan yang lebih kompleks. Kondisi tersebut ditandai dengan kehadiran berbagai organisme dengan aneka peran: herbivora, predator, parasitoid, pollinator, detritivore, dan dekomposer. Berkaitan dengan itu, penanaman refugia dan penyediaan vegetasi tumbuhan liar bertujuan menjaga keberadaan organisme-organisme tersebut. hal ini akan menjadi penyokong utama proses pengendalian hayati alamiah. Dalam hal ini proses rantai makanan berlangsung baik sehingga populasi serangga hama terjaga. Untuk menjaga kondisi ideal tersbut lahan perlu dijauhkan dari senyawa-senyawa beracun seperti pestisida kimia sintetik. Pestisida sintetik tertentu diketahui memilik senyawa beracun yang berjangkauan target luas, artinya semua organisme selain hama ikut terancam oleh senyawa tersebut. Masalah lingkungan yang sering muncul kerana cemaran pestisida adalah resurjensi hama, yaitu ledakan populasi hama yang diakibatkan oleh matinya musuh alami. Oleh sebab itu diperlukan penelitian dan pengembangan pestisida berbahan alami yang ramah lingkungan seperti pestisida nabati dan bipoestisida (agnes hayati). Salah satu tindak lanjut dari SLPHT adalah pembentukan Pos Pelayanan Agens Hayati (PPAH) yang berperan sebagai penyedia agens hayati bagi petani.

10.4 Contoh Penerapan PHT dengan Model Manajemen Tanaman Sehat

Penerapan PHT seringkali diterapkan dengan nama atau model yang berbeda. Sejak tahun 2016, petani padi di Desa Besur menerapkan program Manajemen Tanaman Sehat (MTS) sebagai landasan utama budidaya tanaman padi (Rizki 2020). Program tersebut dirumuskan menjadi sebuah *standard operating procedure* (SOP) yang harus dijalankan oleh petani selama satu musim tanam (Tabel 3).

Tabel 3. SOP program MTS di Desa Besur

Waktu	Kegiatan
30 - 25 hari sebelum tanam	Pengolahan lahan awal
27 - 23 hari sebelum tanam	Pembuatan persemaian
25 - 20 hari sebelum tanam	Penyemprotan decomposer
25 - 20 hari sebelum tanam	Perendaman benih + PGPR
25 - 20 hari sebelum tanam	Penanaman benih
20 hari sebelum tanam	Penanaman refugia di pematang
10 hari sebelum tanam	Penyemprotan PGPR + POC + Beauveria
5 - 3 hari sebelum tanam	Pengolahan lahan akhir
4 - 2 hari sebelum tanam	Pemberian kompos
4 - 2 hari sebelum tanam	Penyemprotan dekomposer + PGPR
1 hari sebelum tanam	Pemindahan bibit
0 hari tanam	Penanaman bibit & pemberian pupuk dasar
10 hari setelah tanam	Pengamatan Agroekosistem (1 minggu 1x)
10 hari setelah tanam	Penyemprotan PGPR + POC + Beauveria
14 hari setelah tanam	Pemupukan susulan
21 hari setelah tanam	Penyiangan
28 - 35 hari setelah tanam	Pemupukan susulan kedua
30 hari setelah tanam	Penyemprotan Trichoderma + Beauveria
75 hari setelah tanam	Pengeringan lahan

PGPR: Plant growth promoting rhizobacteria, POC: Pupuk organik cair.

Berdasarkan daftar kegiatan pada SOP tersebut, dapat diketahui bahwa program MTS berhasil membantu petani untuk menekan penggunaan pestisida sintetis. Sebagai gantinya, petani diarahkan untuk menggunakan biopestisida berbahan cendawan *Beauveria* sp. dan *Trichoderma* sp.. Keberhasilan ini tentunya

merupakan kabar baik bagi pegiat pertanian berkelanjutan, salahsatunya sistem pertanian terpadu. Dengan begitu, permintaan produk pangan yang bersih dari cemaran pestisida sintetik perlahan-lahan dapat dipenuhi.

10.5 Potensi Keberhasilan PHT dalam Sistem Pertanian Terpadu

Sebelumnya telah dikemukakan bahwa PHT merupakan bagian dari pengelolaan tanaman terpadu (PTT) dalam kesatuan sistem pertanian terpadu. sementara itu sistem pertanian terpadu terdiri atas berbagai sub-ekosistem: pertanaman, peternakan, dan perikanan. Tentu saja sub-ekosistem tersebut memiliki karakteristik yang bervariasi. Variasi karakter tersebut dapat menjadi modal keseimbangan dan keberlanjutan agroekosistem.

Jika keberhasilan PHT ditinjau dari segi keberhasilan pengendalian hayati alamiah dan pengurangan penggunaan pestisida kimia sintetik, paling tidak terdapat tiga potensi pokok yang disediakan sistem pertanian terpadu untuk keberhasilan penerapan PHT. Potensi tersebut antara lain potensi bahan organik, potensi vegetasi, dan potensi lanskap.

Pertama sistem pertanian terpadu hampir selalu memiliki bahan organik yang berasal dari kompos bagian tumbuhan atau kotoran hewan. Asupan bahan organik tersebut selain dapat mengurangi penggunaan pupuk kimia, asupan bahan organik juga dapat meningkatkan keanekaragaman mikroorganisme tanah yang membantu tanaman dalam penyerapan nutrisi dan perlindungan terhadap mikroorganisme yang bersifat pathogen. Kedua sistem polikultur yang diterapkan pada sistem pertanian terpadu memastikan bahwa agroekosistem terdiri dari berbagai jenis vegetasi. Vegetasi tersebut dapat berupa tanaman semusim, dua musim, atau menahun. Keanekaragaman vegetasi tersebut seringkali diikuti oleh keanekaragaman fauna-fauna di sekitar pertanaman. Hal ini meningkatkan peluang meningkatnya jasa ekosistem dari fauna-fauna bermanfaat seperti predator, parasitoid, dan pollinator (Mace *et al.*, 2012). Terlebih lagi situs hijauan untuk pakan ternak dapat juga berperan sebagai situs konservasi bagi fauna-fauna yang

penting bagi pertanian. Selain itu dia area pertanian terpadu dapat disisipkan lahan-lahan khusus untuk tumbuh-tumbuhan yang bisa dijadikan bahan pestida nabati seperti *Ageratum conyzoides*, *Azadirachta indica*, *Derris elliptica*, dll. Terakhir, variasi lanskap dalam pertanian terpadu juga menjadi faktor pendukung keanekaragaman hayati dan optimalisasi jasa ekosistem. Pada pertanian terpadu paling tidak terdapat tiga jenis bentangan lahan: daratan terbuka, daratan ternaung, dan perairan (perikanan). Masing masing jenis lahan tersebut dapat menjadi penghubung (koridor) bagi berbagai mikrofauna atau makrofauna yang dibutuhkan sebagai penyedia jasa lingkungan di pertanian yang sedang diimplementasikan sistem PHT (Hermann *et al.*, 2011). Contoh sederhana, reptil pemakan hama belalang dapat hadir ke pertanian melauli jalur pepohonan yang dapat berpindah dari dahan satu ke dahan lain. Demikian juga katak dapat hadir dan memakan serangga hama jika di sekitar pertanian terdapat lahan perairan yang dimanfaatkan sebagai situs bertelurnya. Begitu juga dengan capung predator yang menghabiskan fase pradewasa pada lahan perairan. Saat memasuki fase dewasa, capung segera siap mencari mangsanya di sekitar lahan pertanian. Ringkasnya, kekayaan bahan organik, vegetasi, dan lanskap dapat menjadi sumber fauna-fauna penting untuk melengkapi jejaring makanan pada sub-ekosistem pertanian. Dengan demikian ketersediaan jasa ekosistem ldi pertanian lebih terjamin.

Dalam kasus khusus pertanian terpadu model minapadi, keberadaan ikan nila mampu mengurangi serangan hama tikus (Rahman *et al.*, 2018). Selain itu hama wereng yang tereletak pada pangkal batang padi terancam oleh serangan ikan. Pada model integrasi padi dan itik, Teng *et al.*, (2016) mengemukakan bahwa keberadaan itik dapat mengurangi populasi gulma dan hama dan patogen padi. Hama tersebut antara lain *Chilo suppressalis*, *Cnaphalocrocis medinalis*, dan kelompok wereng. Populasi cendawan pathogen *Rhizoctonia solani* penyebab hawar daun juga diketahui terdampak negatif oleh kehadiran itik.

Daftar Pustaka

- Baumann, K., Dignac, M.F., Rumpel, C., Bardoux, G., Sarr, A., Steffens, M., Maron, P.A. (2013). Soil microbial diversity affects soil organic matter decomposition in a silty grassland soil. *Biogeochemistry*. 114:201–212. DOI 10.1007/s10533-012-9800-6
- [FAO] Food And Agriculture Organization. (2022). NSP - Integrated Pest Management [internet]. [diakses 20 Juni 2022]. Tersedia pada : <https://www.fao.org/agriculture/crops/core-themes/theme/pests/ipm/en/>
- Hermann, A., Schleifer, S., Wrabka, T. (2011). The concept of ecosystem services regarding landscape research: a review. *Living Review in Landscape Research*. 5(1): 5-37
- Mace, G.M., Norris, K., Fitter, A.H. (2012). Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship. *Trends in Ecology & Evolution*. 27(1): 19-26. DOI 10.1016/j.tree.2011.08.006
- Macneale, K.H., Kiffney, P.M., Scholz, N.L. (2010). Pesticides, Aquatic Food Webs, and the Conservation of Pacific Salmon. *The Ecological Society of America*. DOI: 10.1890/090142
- Purba, D.W., Dalimunthe, B.A., Septariani, D.N., Mahyati, Setiawan, R.B., Sudarmi, N., Megasari, R., Inayah, A.N., Anwarudin, O., Amrudin. (2022). *Sistem Pertanian Terpadu: Pertanian Masa Depan*. Watrionthos, R., Editor. Medan (ID): Yayasan Kita Menulis.
- Rahman, A., Nuriadi, Taufik, M. (2018). pengendalian hama tikus sawah dengan teknik mina padi Desa Lara Kecamatan Tirwuta, Kolaka Timur. *Aplikasi Ipteks Ngayah*. 9(1): 1-9.
- Rekha, S.N., Naik, Prasad, R. (2006). Pesticide residue in organic and conventional food-risk analysis. *Chemical Health & Safety*. 13(6):12-19. DOI:10.1016/j.chs.2005.01.012
- Rizki, F.H. (2020). *Pemanfaatan Tanaman Refugia pada Pertanian*

- Padi di Desa Besur, Lamongan, Jawa Timur* [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Rizki, F.H., Maryana, N., Triwidodo, H. (2021). Arthropoda yang Berasosiasi dengan Tanaman Refugia pada Pertanaman Padi di Desa Besur, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 26, 15–23. <https://doi.org/10.18343/jipi.26.1.15>
- Suwahyono, U. (2010). *Biopestisida: Cara Membuat dan Petunjuk Penggunaan*. Jakarta (ID): Penebar Swadaya.
- Teng, Q., Hu, X.F., Cheng, C., Luo, Z., Luo, F., Xue, Y., Jiang, Y., Mu, Z., Liu, L., Yang, M. (2016). Ecological effects of rice-duck integrated farming on soil fertility and weed and pest control. *Journal of Soils Sediments*. DOI 10.1007/s11368-016-1455-9
- Untung, K. (2013). *Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu*. Yogyakarta (ID): Gadjah Mada University Press.
- Weißhuhn, P., Reckling, M., Stachow, U., Wiggering H. (2017). Supporting agricultural ecosystem services through the integration of perennial polycultures into crop rotations. *Sustainability* 2267(9): 1-20. doi:10.3390/su9122267

BIODATA PENULIS



Yudia Azmi

Penulis lahir di Pekanbaru pada tanggal 27 Oktober 1990. Penulis merupakan dosen tetap di Institut Teknologi Perkebunan Pelalawan Indonesia Program Studi Agroteknologi. Penulis telah menyelesaikan pendidikan S2 di Magister Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman Institut Pertanian Bogor.

BIODATA PENULIS



Agus Yulistiyono

Penulis adalah seorang praktisi sejati lahir di Kabupaten Blitar Provinsi Jawa Timur 10 Juli 1973 yang berkiprah di dunia usaha dan terjun langsung ke persaingan dunia bisnis yang sangat kompetitif dan penuh tantangan. Ia seorang pekerja keras yang belajar langsung di lapangan dan dalam ketatnya persaingan dunia usaha telah menyelesaikan program pemagangan IMM Japan di Khosin Kabushiki Kaisha di Hashimoto Dai Kanagawa dan Tokyo Kogyo Daigaku di Ookayama Meguro City Tokyo Japan tahun 2000. Pernah menagani SDM di salah satu Perusahaan Adidas di Indonesia dengan jumlah karyawan lebih dari 12.000 orang dan melakukan kegiatan wirausaha dibidang perlengkapan peralatan *fire fighting* atau alat-alat pemadam kebakaran. Menyelesaikan Sarjana Ekonomi tahun 2011, Pasca Sarjana tahun 2014 dan sedang dalam proses menyelesaikan Program Doktor Bisnis Administrasi Philipine Womens University (PWU) di Manila.

Penulis aktif sebagai Peneliti dan Dosen tetap di Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Muhammadiyah Tangerang dengan NIDN : 0410077302 *Asisten Ahli MENDIKBUD RI* No : 534/LL4/KP/2020. Sebagai *Anggota Asosiasi Dosen Indonesia* No : 2912080 *Asesor Sertifikasi Profesi BNSP* No. Reg. MET.

000.001440.2020 Sebagai Anggota Pengurus PT. Pilar Pendidikan dan Pelatihan Indonesia (P3I) No : 2303 0004.

Penulis kompeten dibidang Manejemen Sumber Daya Manusia BNSP No. Reg. SDM. 1809 00228 2020, kompeten dibidang Pelaksanaan Pemasaran BNSP No. Reg. IKM 908 02165 2019, kompeten dibidang Metodologi Pelatihan BNSP No. Reg. FIT. 444 02431 2020, kompeten dibidang Penulisan Buku Nonfiksi BNSP No. Reg. KOM. 1446.00750 2020, kompeten dibidang Operator Komputer Muda BNSP No. Reg. ICT 294 0001441 2020, kompeten dibidang Kewirausahaan Industri Level V BNSP No. Reg. KW1.1819.00006 2022.

Selain itu penulis juga aktif sebagai Tokoh Penggerak Ekonomi Pancasila dengan memperoleh Penghargaan Nasional SK No. 01/MEP/IST/VI/2022 dalam Asosiasi Masyarakat Ekonomi Pancasila.

BIODATA PENULIS



Ir. Tungga Bhimadi Karyasa, MT.

Lahir dari kota pecel, Madiun, 31 Agustus 1961. Saat ini, penulis adalah dosen tetap yayasan pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Gajayana Malang sejak tahun 2016, juga konsultan madya bidang mekanikal serta bidang pompa dan *plumbing*, menyelesaikan studi S1 pada jurusan Teknik Penerbangan ITB-Bandung lulus 1986 dan melanjutkan S2 pada Jurusan Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh November lulus 1997. Penulis menekuni bidang non teknik berawal dari tahun 1993 hijrah ke Surabaya sebagai dosen tetap yayasan pada Program Studi Teknik Mesin Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS) sampai sebagai lektor kepala sejak tahun 2000, mantan Wakil Rektor (2014) dan anggota yayasan (2012), mendapat pengalaman bidang non teknik dari interaksi dengan masyarakat sebagai pengurus informal, dari ketua-RT sampai ketua bidang MUI-Surabaya, Penulis memiliki kepakaran penelitian bidang Mesin dan Penerbangan. Penelitian terakhir penulis terkait bidang penerbangan adalah usulan dalam merumuskan **model dan metoda** yang dipublikasikan dalam jurnal internasional terindeks, dengan judul antara lain: *Air Starting System Reliability Uses*

Reliability Requirement Setting Model and Management Action Selection Method (2021), Suggestion Aspect Design Model and Proper Average Parameter Method for Preliminary Desain Phase of Basic Trainer Turboprop Aircraft (2021), dan Reliability Requirement Setting Model Used Management Action Selection Method for Tanker Machinery System (2020). Penelitian penulis bidang non teknik yang diseminarkan antara lain adalah: ***Inisiatif Pergantian Tatanan Esensial Langkah Awal Pelaksanaan Revolusi Mental, Peran Budaya Dalam Dinamika Sistem Politik Indonesia, Membumikan Akhlak Rasul dengan Keteladanan yang Istiqomah untuk Mewujudkan Rasa Keadilan, dan Stress and Health Family as The Impact of Egoism and External Factor,*** kemudian penulisan dalam 8(selapan) bab dalam buku ajar mahasiswa non teknik. Penulis membuat buku antara lain adalah: *Manajemen Industri untuk Mahasiswa Non Teknik (1995), Dasar Dasar Getaran Mekanik (2010), Konsep Teknologi (2014), Pemeliharaan Sistem Berbasis Keandalan (2016), Bunga Rampai Penelitian Teknik Mesin (2020), dan Dasar Dasar Sistem Pengaturan.* Atas dedikasi dan kerja keras dalam penelitian, Kemenristek DIKTI memberikan penghargaan, salah satu Pemenang Hibah Fundamental Tahun 2014.

Email Penulis:

tunggabhimadi2@gmail.com

tunggabhimadi@unigamalang.ac.id

BIODATA PENULIS



Rivandi Pranandita Putra, S.P, MSc

Rivandi Pranandita Putra lahir di Lampung Tengah pada tanggal 26 Mei 1992. Pendidikan sarjana ditempuh di prodi Agronomi, jurusan Budidaya Pertanian di Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia. Selama studi sarjana tepatnya sebelum wisuda, ia berkesempatan mendapatkan beasiswa penuh dari Erasmus+ untuk student exchange selama satu semester di University of Goettingen, Jerman pada prodi *Sustainable International Agriculture*. Selanjutnya, ia melanjutkan pendidikan magister pada jurusan Ilmu Lingkungan, Wageningen University, Belanda dengan beasiswa penuh dari LPDP. Sejak 2019 hingga saat ini, ia bekerja sebagai peneliti di Pusat Perkebunan Gula Indonesia di Pasuruan, Jawa Timur, Indonesia. Beberapa topik yang menjadi ketertarikan riset (*research interest*)-nya, antara lain ilmu lingkungan, pertanian perkotaan, agroekologi, dan biologi tanah. Berbagai publikasi Rivandi dapat dilihat di akun Researchgate dan Google Scholar berikut: Rivandi Pranandita Putra. Rivandi memiliki pengalaman sebagai *reviewer* di beberapa jurnal, antara lain Sugar Tech (Springer) dan Journal of Agricultural Economics and Rural Development (Premier Publishers). Rivandi dapat dihubungi melalui email berikut: rivandiprananditap@gmail.com.

BIODATA PENULIS

Dr.Ir.Suriyanti HS, M.Pd.

BIODATA PENULIS



Nining Triani Thamrin, S.P., M.Si.
Dosen Program Studi Agroteknologi

Penulis lahir di Ujung Pandang pada tanggal 16 Juni 1990. Anak ketiga dari pasangan Ir. Thamrin Tola, MP dan Ramlah Rapi. Menempuh dan menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Agroteknologi Universitas Hasanuddin dan pendidikan S2 di Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Universitas Hasanuddin. Penulis merupakan dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Sidenreng Rappang.

Dalam hal pengalaman penelitian, beberapa tahun terakhir secara aktif melakukan riset dan hasil penelitian yang telah melahirkan banyak tulisan dalam bentuk Artikel Jurnal dan Prosiding baik Nasional maupun Internasional bereputasi, serta memperoleh beberapa HAKI.

BIODATA PENULIS



Dudi Septiadi

Penulis lahir di Indramayu, Jawa Barat pada tanggal 13 September 1991. Penulis merupakan dosen tetap di Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram. Penulis telah menyelesaikan pendidikan sarjana di Program Studi Pendidikan Ekonomi FPEB UPI, kemudian menyelesaikan Program S2 di Magister Ilmu Ekonomi Pertanian di Institut Pertanian Bogor.

BIODATA PENULIS



Gallyndra Fatkhu Dinata, S.P., M.P.

Email: gallyndra@gmail.com

Media pembelajaran: s.id/media-ajar-gallyndra

Penulis lahir di Surabaya pada tanggal 30 April 1996. Lulus program Sarjana Pertanian pada program studi Agroekoteknologi, Universitas Brawijaya, di tahun 2014 kemudian menyelesaikan program Magister Pertanian pada program studi Patologi Tumbuhan, Universitas Brawijaya, di tahun 2020. Penulis merupakan dosen tetap di Jurusan Produksi Pertanian, Politeknik Negeri Jember sejak 2022 dan mengampu beberapa matakuliah yaitu Pertanian Organik, Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman, Perlindungan Tanaman, Ilmu Penyakit Tanaman, Ilmu Hama Tanaman, Hama dan Penyakit Benih, Pengendalian Hama Terpadu, Pestisida dan Teknik Aplikasi, serta Fisiologi Tumbuhan.

BIODATA PENULIS



Dr. Sri Jumiati, S.P., M.Si
Staf Dosen Program Studi Agribisnis

Penulis lahir di Luwuk, Sulawesi Tengah pada tanggal 17 Oktober 1968. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agribisnis Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Palu. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Tadulako (UNTAD) Palu dan melanjutkan pendidikan S2 pada Program Magister Pengembangan Wilayah Pedesaan juga di UNTAD Palu, kemudian menyelesaikan pendidikan S3 pada Program Doktor Ilmu Kehutanan di Universitas Mulawarman (UNMUL) Samarinda. Penulis adalah pengampu mata kuliah Ekonomi Sumberdaya Alam pada Program Studi Agribisnis. Selain mengajar Penulis aktif melakukan pengembangan kompetensi untuk menunjang pelaksanaan Tri Dharma Perguruan Tinggi di bidang pengabdian dan penelitian serta publikasi terkait masalah lingkungan dan sumberdaya alam baik tingkat nasional maupun internasional.

BIODATA PENULIS



Fathan Hadyan Rizki, SPd, MSi

Dosen Fakultas Pertanian Universitas Nusa Bangsa

Penulis lahir di Bogor 4 Januari 1992. Penulis merupakan Dosen Tetap di Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Nusa Bangsa. Penulis menempuh pendidikan S1 pada Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Negeri Jakarta dan melanjutkan Pendidikan S2 pada Program Studi Pengendalian Hama Terpadu Institut Pertanian Bogor. Sebelum menjadi dosen, penulis aktif mengajar pada tingkat sekolah menengah. Penulis juga pernah aktif di berbagai organisasi keilmiah dan kemahasiswaan. Saat ini penulis tergabung sebagai anggota komunitas Sekolah Tani Muda Bogor (Sektimuda Bogor). Penulis dapat dihubungi melalui email fathan.hadriz@gmail.com atau instagram: [@fhrizki_](https://www.instagram.com/fhrizki_)