

PENGETAHUAN DASAR BUDIDAYA TANAMAN

Penulis :

**Yanieta Arbiastutie, Libria Widiastuti, Baso Daeng, Indah Sriwahyuni,
Mahmudin, Henly Yulina, Sutiharni, Sari Widya Utami, Dora Palupi,
Nursyawal Nacing, aPuri Eka Dewi Fortuna, Limartaida Siahaan**



PENGETAHUAN DASAR BUDIDAYA TANAMAN

**Yanieta Arbiastutie
Libria Widiastuti
Baso Daeng
Indah Sriwahyuni
Mahmudin
Henly Yulina
Sutiharni
Sari Widya Utami
Dora Palupi
Nursyawal Nacing
Puri Eka Dewi Fortuna
Limartaida Siahaan**



GET PRESS INDONESIA

PENGETAHUAN DASAR BUDIDAYA TANAMAN

Penulis :

Yanieta Arbiastutie
Libria Widiastuti
Baso Daeng
Indah Sriwahyuni
Mahmudin
Henly Yulina
Sutiharni
Sari Widya Utami
Dora Palupi
Nursyawal Nacing
Puri Eka Dewi Fortuna
Limartaida Siahaan

ISBN : 978-623-125-925-7

Editor : DR. D.Sc. Drs. Sunarno SastroAtmodjo, S.E., S.H., S.T., S.AP., S.IP.,
S.Pd., S.Sos., S.IKom., M.Sc., M.Si., M.M. B.Sc., AP., C.CW., C.JKP., C.ED

Penyunting : Tri Putri Wahyuni, S.Pd

Desain Sampul dan Tata Letak : Atyka Trianisa, S.Pd

Penerbit : GET PRESS INDONESIA

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :

Jln. Palarik Air Pacah No 26 Kel. Air Pacah
Kec. Koto Tangah Kota Padang Sumatera Barat
Website : www.getpress.co.id
Email : adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, Agustus 2025

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan
dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT dalam segala kesempatan. Sholawat beriring salam dan doa kita sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW. Alhamdulillah atas Rahmat dan Karunia-Nya penulis telah menyelesaikan Buku Pengetahuan Dasar Budidaya Tanaman ini.

Buku Ini Membahas Pengantar Budidaya Tanaman, Jenis-Jenis Tanaman, Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Tanaman, Teknik Penanaman, Pengelolaan Tanah, Pengelolaan Air, Pengelolaan Hama dan Penyakit, Pengelolaan Nutrisi, Pengelolaan Lingkungan, Pengelolaan Pasca Panen, Pengelolaan Usaha Tani, Pengelolaan Sumber Daya Alam.

Proses penulisan buku ini berhasil diselesaikan atas kerjasama tim penulis. Demi kualitas yang lebih baik dan kepuasan para pembaca, saran dan masukan yang membangun dari pembaca sangat kami harapkan.

Penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian buku ini. Terutama pihak yang telah membantu terbitnya buku ini dan telah mempercayakan mendorong, dan menginisiasi terbitnya buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi masyarakat Indonesia.

Padang, Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB 1 PENGANTAR BUDIDAYA TANAMAN	1
1.1 Pengertian dan Konsep Dasar Budidaya Tanaman.....	1
1.1.1 Definisi Budidaya Tanaman	1
1.1.2 Tujuan dan Manfaat Budidaya Tanaman	2
1.1.3 Prinsip Dasar Budidaya.....	2
1.2 Klasifikasi Budidaya Tanaman.....	3
1.2.1 Klasifikasi Berdasarkan Tujuan Produksi.....	3
1.2.2 Klasifikasi Berdasarkan Sistem Budidaya	4
1.2.3 Klasifikasi Berdasarkan Skala Usaha	5
1.3 Ekosistem Budidaya Tanaman	5
1.3.1 Komponen Ekosistem Budidaya	5
1.3.2 Faktor Lingkungan yang Berpengaruh.....	6
1.3.3 Konsep Agroekosistem	7
1.4 Pendekatan dan Metodologi Budidaya Tanaman	8
1.4.1 Pendekatan Ilmiah	8
1.4.2 Metodologi Penelitian Budidaya	8
1.4.3 Integrasi Pengetahuan Tradisional dan Modern.....	9
1.5 Tantangan dan Peluang dalam Budidaya Tanaman	10
1.5.1 Tantangan Global.....	10
1.5.2 Tantangan di Indonesia	10
1.5.3 Peluang dan Solusi	11
1.6 Peran Budidaya Tanaman dalam Pembangunan Berkelanjutan.....	12
1.6.1 Kontribusi terhadap Ketahanan Pangan	12
1.6.2 Aspek Ekonomi dan Sosial	13
1.6.3 Aspek Lingkungan dan Konservasi.....	14
DAFTAR PUSTAKA.....	15
BAB 2 JENIS-JENIS TANAMAN	17
2.1 Pendahuluan	17
2.2 Klasifikasi Umum Jenis Tanaman Budidaya	17
2.2.1 Tanaman Pangan	18
2.2.2 Tanaman Sayuran	20

2.2.3 Tanaman Buah-buahan.....	21
2.2.4 Tanaman Perkebunan.....	22
2.2.5 Tanaman Kehutanan.....	23
2.2.6 Tanaman Hias.....	25
2.2.7 Tanaman Obat Tradisional.....	26
2.2.8 Tanaman Rempah dan Aromatik.....	27
2.2.9 Tanaman Pakan Ternak.....	28
DAFTAR PUSTAKA	29
BAB 3 FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI	
PERTUMBUHAN TANAMAN	31
3.1 Pendahuluan.....	31
3.2 Faktor Internal	32
3.3 Faktor Eksternal.....	34
3.4 Interaksi Antar Faktor	36
3.5 Implikasi Praktis dalam Budidaya.....	38
3.6 Penutup	39
DAFTAR PUSTAKA	41
BAB 4 TEKNIK PENANAMAN.....	45
4.1 Pendahuluan.....	45
4.2 Persiapan Lahan.....	46
4.2 Penentuan Pola dan Jarak Tanam.....	49
4.3 Media dan Alat Penanaman.....	52
4.4 Kesimpulan.....	53
DAFTAR PUSTAKA	55
BAB 5 PENGELOLAAN TANAH.....	57
5.1 Pendahuluan.....	57
5.2 Pengertian Pengelolaan Tanah.....	57
5.3 Tujuan Pengelolaan Tanah	59
5.3.1 Menjaga dan Meningkatkan Kesuburan Tanah	59
5.3.2 Mencegah Kerusakan dan Degradasi Tanah.....	59
5.3.3 Mengoptimalkan Pemanfaatan Tanah Sesuai	
Karakteristiknya.....	60
5.3.4 Mendukung Ketahanan Pangan	60
5.3.5 Pengelolaan Tanah Berkelanjutan untuk Masa	
Depan	60
5.4 Teknik-Teknik Pengelolaan Tanah	60
5.4.1 Pengolahan Tanah (<i>Tillage</i>).....	61
5.4.2 Konservasi Tanah dan Air	61
5.4.3 Pemupukan.....	61

5.4.4 Pengelolaan pH Tanah.....	62
5.4.5 Rotasi Tanaman.....	62
5.4.6 Pengelolaan Irigasi dan Drainase.....	63
5.4.7 Penambahan Bahan Organik.....	63
5.4.8 Pengendalian Gulma, Hama dan Penyakit.....	64
5.4.9 Rehabilitasi dan Reklamasi Lahan.....	64
5.4.10 Pemanfaatan Teknologi Pertanian Modern.....	64
5.5 Teknologi dalam Pengelolaan Tanah.....	65
5.5.1 Sensor Tanah.....	65
5.5.2 Sistem Irigasi Modern	66
5.5.3 <i>Geographic Information System (GIS)</i>	66
5.5.4 <i>Drone</i>	66
5.5.5 Kecerdasan Buatan	67
DAFTAR PUSTAKA.....	68
BAB 6 PENGELOLAAN AIR	69
6.1 Pendahuluan	69
6.2 Pengelolaan Air dalam Pertanian.....	71
6.3 Metode Pengelolaan Air dalam Pertanian.....	72
6.4 Kesimpulan	79
DAFTAR PUSTAKA.....	80
BAB 7 PENGELOLAAN HAMA DAN PENYAKIT	
TERPADU	85
7.1 Batasan dan Pengertian Hama dan Penyakit	
Tanaman	85
7.1.1 Hama Tanaman.....	86
7.1.2 Penyakit Tanaman	89
7.2 Pengelolaan Hama Terpadu (PHT) Menurut	
Undang -Undang	92
7.3 Inovasi Teknologi Ramah Lingkungan Pengelolaan	
Hama dan Penyakit Tanaman dalam Pertanian	
Organik / Pertanian Berkelanjutan / Pertanian	
Modern.....	95
7.3.1 Pengelolaan Secara Kultur Teknis.....	96
7.3.2 Penggunaan Pestisida Nabati	96
7.3.3 Pengelolaan Secara Fisik	97
7.3.4 Pengelolaan Hayati (Penggunaan Agens Hayati)	97
7.3.5 Pengelolaan Secara Mekanik	99
7.3.6 Pengelolaan Dengan Peraturan / Regulasi /	
Karantina.....	99

7.3.7 Teknologi Pengusir Hama.....	100
7.3.8 Pendeteksi dan Pengendali Status OPT di Lapang.....	100
7.3.9 Interferensi RNA (RNAi)	100
7.3.10 Pestisida Nano.....	100
DAFTAR PUSTAKA	102
BAB 8 PENGELOLAAN NUTRISI TANAMAN	107
8.1 Pendahuluan.....	107
8.2 Jenis Nutrisi Tanaman	107
8.3 Sumber Nutrisi Tanaman	110
8.4 Mekanisme Penyerapan Nutrisi Tanaman.....	112
8.5 Faktor Ketersediaan Nutrisi Tanaman	113
8.6 Permasalahan Pengelolaan Nutrisi Tanaman.....	115
8.7 Strategi Pengelolaan Nutrisi Tanaman.....	119
DAFTAR PUSTAKA	124
BAB 9 PENGELOLAAN LINGKUNGAN.....	127
9.1 Pendahuluan.....	127
9.2 Komponen Lingkungan dalam Budidaya Tanaman.....	127
9.2.1 Tanah.....	128
9.2.2 Air	128
9.2.3 Udara	128
9.2.4 Iklim dan Cuaca	129
9.2.5 Komponen Biotik.....	129
9.3 Teknik Pengelolaan Lingkungan yang Baik dalam Budidaya Tanaman	130
9.3.1 Konservasi Tanah dan Air	130
9.3.2 Pemupukan Berimbang dan Organik.....	130
9.3.3 Pengendalian Hama Terpadu	131
9.3.4 Sistem Tanam Berkelanjutan.....	131
9.4 Dampak Negatif Budidaya Tanaman terhadap Lingkungan	132
9.4.1 Degradasi Tanah.....	132
9.4.2 Pencemaran Air.....	133
9.4.3 Penurunan Keanekaragaman Hayati	133
9.4.4 Gas Rumah Kaca.....	133
9.5 Prinsip-Prinsip Budidaya Ramah Lingkungan	134
9.5.1 Efisiensi Sumber Daya Alam.....	134
9.5.2 Mengurangi Limbah dan Polusi.....	135
9.5.3 Pelestarian Ekosistem	135

9.5.4 Mengutamakan Keberlanjutan.....	136
DAFTAR PUSTAKA.....	137
BAB 10 PENGELOLAAN PASCAPANEN.....	139
101 Pendahuluan.....	139
10.2 Fisiologi dan Biokimia Pascapanen.....	141
10.3 Kerusakan Pascapanen.....	145
10.4 Faktor Prapanen yang Mempengaruhi Kualitas Pascapanen	147
10.5 Panen.....	148
10.6 Praktik dan Sistem Manajemen Teknologi Pascapnen.....	150
10.6.1 Suhu	150
10.6.2 <i>Realtive Humidity</i> (RH).....	153
10.6.3 Pengepakan.....	155
10.6.4 Pengemasan.....	157
10.6.5 <i>Modified Atmosphere/Controlled Atmosphere</i> (MA/CA)	158
10.6.4 Transportasi.....	159
DAFTAR PUSTAKA.....	161
BAB 11 PENGELOLAAN USAHA TANI.....	163
11.1 Pendahuluan	163
11.2 Perencanaan Usaha Tani	164
11.2.1 Penerapan Tujuan dan Sasaran	164
11.2.2 Pemilihan Komoditas Tanaman	165
11.2.3 Analisis Pasar	165
11.2.4 Evaluasi Sumber Daya	165
11.2.5 Faktor yang Mempengaruhi Perencanaan	166
11.3 Manajemen Operasional.....	166
11.3.1 Persiapan Lahan	166
11.3.2 Teknik Penanaman	167
11.3.3 Pengelolaan Air dan Irigasi	167
11.3.4 Pemupukan dan Pengendalian Hama	167
11.3.5 Pemanenan dan Pascapanen	168
11.4 Manajemen Keuangan.....	168
11.4.1 Penyusunan Anggaran.....	168
11.4.2 Analisis Biaya Manfaat.....	169
11.4.3 Harga Jual dan Margin Keuntungan	169
11.4.4 Sumber Pembiayaan.....	169
11.4.5 Manajemen Risiko Keuangan.....	170

11.5 Manajemen Sumber Daya Manusia	170
11.5.1 Struktur Organisasi Usaha Tani.....	170
11.5.2 Pelatihan dan Pengembangan Keterampilan.....	170
11.5.3 Motivasi dan Produktivitas Tenaga Kerja	171
11.6 Pemasaran Hasil Pertanian	171
11.6.1 Strategi Pemasaran	172
11.6.2 Pengembangan Branding.....	172
11.6.3 Peran Teknologi Digital	173
11.7 Manajemen Risiko dalam Pertanian	173
11.7.1 Identifikasi Risiko.....	174
11.7.2 Strategi Mitigasi.....	174
11.8 Keberlanjutan Usaha Tani.....	175
11.8.1 Pertanian Berkelanjutan	175
11.8.2 Keseimbangan Ekologi.....	176
11.8.3 Keterlibatan Sosial.....	177
11.9 Penutup	177
DAFTAR PUSTAKA	180
BAB 12 PENGELOLAAN SUMBER DAYA ALAM HAYATI	189
12.1 Pendahuluan.....	189
12.2 Jenis-Jenis Sumber Daya Alam Hayati dalam Budidaya Tanaman.....	190
12.2.1 Flora.....	190
12.2.2 Fauna	195
12.2.3 Mikroba Tanah.....	197
12.3 Prinsip Pengelolaan Berkelanjutan	199
12.4 Tantangan dalam Pengelolaan SDA Hayati.....	202
12.5 Penutup	203
DAFTAR PUSTAKA	205
BIODATA PENULIS	

DAFTAR TABEL

Tabel 8.1. Fungsi dan bentuk unsur hara yang diserap oleh tanaman.....	109
Tabel 8.2. Gejala kekurangan (defisiensi) dan kelebihan (toksisitas) unsur hara esensial pada tanaman.....	116
Tabel 8.3. Kandungan beberapa hara tanah Kalitirto, Berbah Sleman	121
Tabel 8.4. Perhitungan kebutuhan pupuk dengan metode kompilasi hasil analisa kandungan hara pupuk dan rekomendasi pemupukan untuk tanaman jagung manis.....	123

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1. Proses Olah Lahan	47
Gambar 4.2. Pembuatan Bendungan	47
Gambar 5.1. Pengelolaan Tanah	58
Gambar 6.1. Pemanenan air hujan menggunakan system tangkapan atap (<i>rainwater harvesting roof catchment</i>).....	71
Gambar 6.2. Pemanenan air hujan dengan sistem bawah permukaan tanah (<i>rainwater harverst ground catchment</i>).....	77
Gambar 10.1. Penagangan yang kasar pada produk.....	146
Gambar 10.2. Pemajangan produk di luar ruangan	147
Gambar 10.3. Pemajangan produk di dalam ruangan	147
Gambar 10.4. Panen Mangga	149
Gambar 10.5. Panen Apel	149
Gambar 10.6. Pisang yang sudah dipanen untuk dikemas .	150
Gambar 10.7. Transportasi berpendingin	152
Gambar 10.8. Pendinginan es	152
Gambar 10.9. Ruang Penyimpanan Berpendingin	153
Gambar 10.10. Ruang Penyimpanan Berpendingin	153
Gambar 10.11. Panen stroberi dan pengemasan langsung di kebun	156
Gambar 10.12. Pemanenan dan pengemasan buah di kebun	156
Gambar 10.13. Rumah pengemasan jeruk.....	157
Gambar 10.14. Rumah pengemasan Sayuran.....	157
Gambar 10.15. Pengemasan alpukat dengan karton	158
Gambar 10.16. Sistem MA/CA pada buah beri	159
Gambar 10.17. Transportasi laut	160
Gambar 12.1. Contoh penggunaan sumberdaya hayati untuk budidaya tanaman. (kiri) pembajakan sawah dengan kerbau, (tengah) pohon penaung pada budidaya kopi, (kanan) pupuk hayati <i>Rhizobium</i>	190
Gambar 12.2. Penggunaan <i>legume cover crop</i> pada lokasi budidaya kelapa sawit.....	192

Gambar 12.3. Contoh kegiatan pengendalian gulma (secara mekanis)	194
Gambar 12.4. Kumbang <i>Elaeidobius kamerunicus</i> sebagai pollinator kelapa sawit	196
Gambar 12.5. Irigasi tetes	200
Gambar 12.6. Pengelolaan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) menjadi kompos	201

BAB 1

PENGANTAR BUDIDAYA TANAMAN

Oleh Yanieta Arbiastutie

1.1 Pengertian dan Konsep Dasar Budidaya Tanaman

1.1.1 Definisi Budidaya Tanaman

Budidaya tanaman merupakan suatu kegiatan yang terencana untuk menanam, memelihara, dan mengelola tanaman dengan tujuan memperoleh hasil yang optimal. Secara umum, budidaya tanaman tidak hanya mencakup proses menanam, tetapi juga melibatkan serangkaian aktivitas mulai dari persiapan lahan, pemilihan bibit unggul, pemupukan, pengendalian hama dan penyakit, hingga panen dan pascapanen. Kegiatan ini dilakukan berdasarkan pengetahuan ilmiah dan teknologi yang terus berkembang, sehingga mampu meningkatkan produktivitas serta kualitas hasil tanaman. Berbeda dengan pertanian tradisional yang umumnya masih mengandalkan cara-cara konvensional dan pengalaman turun-temurun, budidaya tanaman modern mengedepankan efisiensi, penggunaan teknologi, serta pengelolaan sumber daya yang lebih baik untuk mendapatkan hasil yang maksimal dan berkelanjutan (Anshori *et al.*, 2024).

Ruang lingkup budidaya tanaman modern mencakup berbagai aspek, mulai dari penerapan teknik pertanian presisi, penggunaan varietas tanaman unggul, pemanfaatan sistem irigasi yang efisien, hingga pengelolaan lingkungan yang ramah terhadap ekosistem. Dengan demikian, budidaya tanaman tidak hanya berfokus pada peningkatan hasil panen, tetapi juga memperhatikan aspek keberlanjutan lingkungan dan sosial. Dalam praktiknya, budidaya tanaman modern juga mendorong inovasi, seperti penggunaan metode hidroponik di lahan sempit, sehingga memungkinkan produksi tanaman tetap optimal meskipun lahan terbatas (Dewi *et al.*, 2024).

1.1.2 Tujuan dan Manfaat Budidaya Tanaman

Tujuan utama budidaya tanaman adalah untuk meningkatkan produktivitas dan pendapatan petani secara ekonomis. Melalui penerapan teknologi dan manajemen yang baik, hasil panen dapat ditingkatkan baik dari segi kuantitas maupun kualitasnya, sehingga memberikan nilai tambah dan keuntungan yang lebih besar bagi pelaku usaha tani. Selain itu, budidaya tanaman juga memiliki tujuan ekologis, yaitu menjaga kelestarian lingkungan dan keanekaragaman hayati. Praktik budidaya yang ramah lingkungan dapat mencegah kerusakan lahan, mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya, serta menjaga keseimbangan ekosistem (Elfarisna *et al.*, 2021).

Dari sisi sosial, budidaya tanaman berperan penting dalam mendukung ketahanan pangan dan pemberdayaan masyarakat, khususnya di wilayah pedesaan. Kegiatan ini mampu menciptakan lapangan kerja, meningkatkan kesejahteraan masyarakat, serta memperkuat ketahanan pangan nasional. Manfaat budidaya tanaman dapat dirasakan baik dalam jangka pendek, seperti peningkatan pendapatan dan ketersediaan pangan, maupun dalam jangka panjang berupa keberlanjutan lingkungan, peningkatan kualitas hidup, dan adaptasi terhadap perubahan iklim yang semakin dinamis (Bharata *et al.*, 2023).

1.1.3 Prinsip Dasar Budidaya

Prinsip berkelanjutan atau *sustainable agriculture* menjadi dasar utama dalam budidaya tanaman. Prinsip ini menekankan pentingnya menjaga keseimbangan antara kebutuhan produksi saat ini dengan kelestarian sumber daya alam untuk generasi mendatang. Selain itu, prinsip efisiensi sumber daya juga sangat penting, di mana seluruh proses budidaya harus memanfaatkan lahan, air, pupuk, dan tenaga kerja secara optimal dan tidak berlebihan. Penggunaan teknologi tepat guna dan inovasi juga menjadi bagian dari upaya meningkatkan efisiensi dan produktivitas (Yuriansyah *et al.*, 2020).

Prinsip ramah lingkungan diwujudkan dengan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, seperti pencemaran tanah dan air, serta menjaga keanekaragaman hayati. Penerapan rotasi tanaman, penggunaan pupuk organik, dan pengendalian hama terpadu merupakan beberapa contoh upaya yang dapat dilakukan

untuk mewujudkan budidaya tanaman yang ramah lingkungan. Dengan menerapkan prinsip-prinsip dasar ini, budidaya tanaman dapat berjalan secara produktif, efisien, dan tetap menjaga keseimbangan ekologi serta sosial di sekitarnya (Yuriansyah *et al.*, 2020).

1.2 Klasifikasi Budidaya Tanaman

1.2.1 Klasifikasi Berdasarkan Tujuan Produksi

Klasifikasi budidaya tanaman berdasarkan tujuan produksi mengelompokkan tanaman sesuai dengan fungsi utama dan hasil yang ingin dicapai dari proses budidaya tersebut. Tanaman pangan merupakan kelompok utama yang sangat vital karena menjadi sumber utama energi dan nutrisi bagi manusia. Contohnya adalah padi, jagung, gandum, dan umbi-umbian yang menyediakan karbohidrat dan protein sebagai kebutuhan pokok sehari-hari (Atika *et al.*, 2022). Di Indonesia, padi menjadi tanaman pangan paling penting yang selalu menjadi fokus utama dalam program ketahanan pangan nasional karena hampir seluruh masyarakat mengonsumsinya sebagai makanan pokok. Selain tanaman pangan, terdapat tanaman hortikultura yang meliputi sayuran, buah-buahan, dan tanaman hias. Tanaman hortikultura memiliki nilai ekonomi tinggi dan permintaan pasar yang besar, sehingga budidayanya tidak hanya untuk konsumsi rumah tangga tetapi juga untuk pasar komersial. Sayuran seperti kol, wortel, dan tomat serta buah-buahan seperti mangga dan pisang termasuk dalam kelompok ini, yang juga berperan penting dalam memenuhi kebutuhan gizi masyarakat.

Selain itu, tanaman perkebunan merupakan kelompok tanaman yang biasanya dibudidayakan dalam skala luas dan memiliki siklus hidup tahunan atau lebih lama (Rosmegawati, 2021). Contoh tanaman perkebunan adalah kopi, karet, kelapa sawit, dan tebu yang sering menjadi komoditas ekspor dan berkontribusi besar terhadap perekonomian nasional. Budidaya tanaman perkebunan memerlukan pengelolaan yang lebih intensif dan terorganisir karena melibatkan investasi besar serta manajemen sumber daya yang kompleks. Kelompok terakhir adalah tanaman industri dan bioenergi, yang berfungsi sebagai bahan baku industri dan sumber energi terbarukan. Contohnya adalah tanaman jarak untuk biodiesel

dan tebu untuk produksi gula serta bioetanol. Tanaman ini semakin penting seiring dengan meningkatnya kebutuhan energi alternatif dan bahan baku industri yang ramah lingkungan.

1.2.2 Klasifikasi Berdasarkan Sistem Budidaya

Klasifikasi berdasarkan sistem budidaya menyoroti metode dan teknik yang digunakan dalam proses pembudidayaan tanaman. Budidaya intensif adalah sistem yang mengutamakan penggunaan teknologi tinggi dan pengelolaan sumber daya secara optimal untuk mendapatkan hasil maksimal per satuan luas lahan (Jayaputra *et al.*, 2022). Sistem ini biasanya melibatkan penggunaan pupuk, pestisida, irigasi yang teratur, dan varietas unggul. Sebaliknya, budidaya ekstensif mengandalkan lahan yang luas dengan pengelolaan yang lebih sederhana dan penggunaan *input* yang minimal, sehingga hasil per hektar cenderung lebih rendah tetapi biaya produksi juga lebih kecil. Sistem ini lebih cocok untuk tanaman yang tahan terhadap kondisi lingkungan dan tidak memerlukan perawatan intensif.

Selain itu, budidaya monokultur menanam satu jenis tanaman dalam satu area, yang memudahkan pengelolaan dan panen, namun berisiko terhadap serangan hama dan penyakit yang dapat menyebar dengan cepat (Saslidar *et al.*, 2022). Sebaliknya, budidaya polikultur menanam beberapa jenis tanaman secara bersamaan dalam satu lahan, yang dapat meningkatkan keanekaragaman hayati, memperbaiki kesuburan tanah, dan mengurangi risiko serangan hama. Dalam hal metode, budidaya konvensional menggunakan bahan kimia sintetis seperti pupuk dan pestisida, sedangkan budidaya organik mengandalkan bahan alami dan teknik ramah lingkungan untuk menjaga kesuburan tanah dan kesehatan tanaman. Terakhir, budidaya lahan terbuka dilakukan di area *outdoor* biasa tanpa perlindungan khusus, sedangkan budidaya terkontrol seperti *greenhouse* memungkinkan pengaturan iklim mikro, suhu, dan kelembaban sehingga tanaman dapat tumbuh optimal sepanjang tahun dan risiko kerusakan akibat cuaca ekstrim dapat diminimalisir (Noywuli, 2023).

1.2.3 Klasifikasi Berdasarkan Skala Usaha

Klasifikasi berdasarkan skala usaha mengelompokkan budidaya tanaman menurut ukuran dan tujuan produksi usaha tani. Budidaya skala rumah tangga biasanya dilakukan oleh keluarga dengan lahan terbatas untuk memenuhi kebutuhan konsumsi sendiri atau sebagai tambahan penghasilan (Sundari *et al.*, 2024). Sistem ini sering bersifat sederhana dengan teknik yang mudah diterapkan dan modal yang relatif kecil. Budidaya dalam skala ini sangat penting untuk ketahanan pangan keluarga dan dapat menjadi sumber pendapatan tambahan melalui penjualan hasil panen secara lokal (Sundari *et al.*, 2024).

Selanjutnya, budidaya skala komersial kecil-menengah merupakan usaha yang lebih terorganisir dan menggunakan teknologi yang lebih baik untuk memenuhi kebutuhan pasar lokal maupun regional. Usaha ini biasanya melibatkan penggunaan *input* pertanian yang lebih intensif dan manajemen yang lebih profesional dibandingkan skala rumah tangga. Terakhir, budidaya skala industri atau agribisnis besar melibatkan pengelolaan lahan yang luas dan investasi modal besar. Skala ini menerapkan teknologi modern, sistem manajemen profesional, serta rantai pasok yang terintegrasi untuk memenuhi permintaan pasar nasional dan internasional. Budidaya skala besar ini berperan penting dalam perekonomian nasional karena mampu menghasilkan produk dalam jumlah besar dengan kualitas yang konsisten dan efisiensi tinggi (Dewi *et al.*, 2022).

1.3 Ekosistem Budidaya Tanaman

1.3.1 Komponen Ekosistem Budidaya

Ekosistem budidaya tanaman terdiri dari komponen biotik dan abiotik yang saling berinteraksi membentuk suatu kesatuan fungsional (Picarima *et al.*, 2024). Komponen biotik mencakup semua makhluk hidup yang terlibat dalam sistem budidaya, seperti tanaman budidaya itu sendiri, mikroorganisme tanah yang berperan dalam proses dekomposisi dan siklus nutrisi, hama yang dapat merusak tanaman, serta predator atau musuh alami yang membantu mengendalikan populasi hama. Interaksi antar komponen biotik ini sangat penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem dan mendukung produktivitas tanaman. Misalnya, keberadaan

mikroorganisme pengurai membantu memperbaiki kesuburan tanah, sementara predator alami seperti serangga pemangsa hama menjaga agar populasi hama tidak meledak dan merusak tanaman.

Di sisi lain, komponen abiotik meliputi unsur-unsur tak hidup yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman serta organisme lain dalam ekosistem. Komponen ini meliputi tanah sebagai media tumbuh yang menyediakan air dan nutrisi, air sebagai sumber kehidupan, udara yang menyediakan gas penting seperti karbon dioksida dan oksigen, serta iklim yang mencakup suhu, kelembaban, curah hujan, dan intensitas cahaya matahari. Interaksi antara komponen biotik dan abiotik menciptakan suatu sistem yang dinamis, di mana perubahan pada salah satu komponen dapat mempengaruhi keseluruhan ekosistem. Misalnya, perubahan suhu atau kelembaban dapat mempengaruhi aktivitas mikroorganisme tanah dan populasi hama, sehingga berdampak pada kesehatan tanaman dan hasil panen (Picarima *et al.*, 2024).

1.3.2 Faktor Lingkungan yang Berpengaruh

Faktor lingkungan merupakan elemen penting yang sangat mempengaruhi keberhasilan budidaya tanaman. Faktor iklim seperti suhu, kelembaban, curah hujan, dan radiasi matahari menjadi penentu utama dalam proses fisiologis tanaman, termasuk fotosintesis, respirasi, dan transpirasi. Suhu yang sesuai akan mempercepat pertumbuhan tanaman, sedangkan kelembaban dan curah hujan yang cukup akan memastikan ketersediaan air untuk tanaman. Radiasi matahari adalah sumber energi utama bagi tanaman untuk melakukan fotosintesis, sehingga intensitas dan durasi cahaya sangat mempengaruhi produksi biomassa tanaman. Kondisi iklim yang tidak sesuai, seperti suhu ekstrem atau kekeringan, dapat menurunkan produktivitas dan bahkan menyebabkan kematian tanaman (Susanna *et al.*, 2019).

Selain faktor iklim, faktor edafik juga sangat menentukan kualitas dan produktivitas tanaman. Struktur tanah yang baik memungkinkan akar tanaman tumbuh dengan optimal dan memudahkan penyerapan air serta nutrisi. pH tanah mempengaruhi ketersediaan unsur hara bagi tanaman; tanah yang terlalu asam atau basa dapat menghambat penyerapan nutrisi penting. Ketersediaan

hara seperti nitrogen, fosfor, dan kalium harus mencukupi agar tanaman dapat tumbuh sehat dan menghasilkan hasil panen yang maksimal. Faktor topografi seperti ketinggian, kemiringan, dan aspek lahan juga berperan dalam menentukan iklim mikro dan drainase lahan. Misalnya, lahan dengan kemiringan curam lebih rentan terhadap erosi, sedangkan ketinggian dapat mempengaruhi suhu dan kelembaban di sekitar tanaman (Suryatini, 2018).

1.3.3 Konsep Agroekosistem

Agroekosistem adalah suatu sistem ekologi yang terdiri dari komunitas tanaman budidaya, organisme lain, dan lingkungan fisik yang telah dimodifikasi oleh aktivitas manusia untuk tujuan produksi pertanian. Agroekosistem memiliki karakteristik yang berbeda dengan ekosistem alami karena adanya intervensi manusia dalam pengelolaan tanaman, tanah, dan organisme lain yang berperan dalam sistem tersebut. Dalam agroekosistem, tanaman budidaya berperan sebagai produsen utama yang mengubah energi matahari menjadi bahan organik melalui fotosintesis, sementara manusia berperan sebagai pengelola utama yang mengatur interaksi antar komponen agar sistem dapat berfungsi optimal (Fellica *et al.*, 2018).

Keseimbangan ekologi dalam agroekosistem sangat penting untuk menjaga keberlanjutan produksi dan kelestarian lingkungan. Pengelolaan agroekosistem yang berkelanjutan melibatkan penerapan prinsip-prinsip konservasi tanah dan air, pengendalian hama terpadu dengan memanfaatkan musuh alami, serta penggunaan pupuk dan pestisida secara bijaksana untuk meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan. Pendekatan agroekologi juga mendorong diversifikasi tanaman dan rotasi tanaman untuk memperbaiki kesuburan tanah dan mengurangi risiko serangan hama. Dengan pengelolaan yang tepat, agroekosistem dapat menjadi sistem produksi yang produktif sekaligus ramah lingkungan, mendukung ketahanan pangan dan kesejahteraan petani secara berkelanjutan (Fellica *et al.*, 2018).

1.4 Pendekatan dan Metodologi Budidaya Tanaman

1.4.1 Pendekatan Ilmiah

Pendekatan ilmiah dalam budidaya tanaman merupakan suatu proses sistematis yang dimulai dengan pengamatan dan identifikasi masalah di lapangan. Pengamatan ini bertujuan untuk mengenali berbagai kendala yang dihadapi dalam proses budidaya, seperti serangan hama, kondisi tanah yang kurang subur, atau perubahan iklim yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Setelah masalah teridentifikasi, langkah selanjutnya adalah merumuskan hipotesis, yaitu dugaan sementara mengenai penyebab masalah dan cara mengatasinya. Hipotesis ini kemudian diuji melalui eksperimen yang dirancang secara cermat untuk memperoleh data yang valid dan dapat dipercaya. Eksperimen ini bisa berupa uji coba penggunaan pupuk baru, metode irigasi, atau teknik pengendalian hama yang berbeda.

Setelah data terkumpul, dilakukan analisis secara mendalam untuk memahami efek dari perlakuan yang diberikan dan menentukan solusi yang paling efektif. Implementasi solusi ini harus didukung dengan *monitoring* dan evaluasi secara berkala untuk memastikan bahwa hasil yang diharapkan tercapai dan tidak menimbulkan dampak negatif lain. *Monitoring* juga berfungsi untuk mengidentifikasi masalah baru yang mungkin muncul selama proses budidaya. Dengan pendekatan ilmiah ini, budidaya tanaman menjadi lebih terarah dan berbasis bukti, sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan usaha tani.

1.4.2 Metodologi Penelitian Budidaya

Metodologi penelitian dalam budidaya tanaman melibatkan rancangan percobaan yang dirancang secara sistematis di lapangan untuk menguji berbagai variabel yang mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman. Rancangan percobaan ini harus mempertimbangkan faktor-faktor seperti jenis tanaman, perlakuan yang diberikan (misalnya jenis pupuk atau teknik pengairan), serta kondisi lingkungan yang ada. Dengan rancangan yang baik, data yang diperoleh akan lebih akurat dan dapat digunakan untuk membuat kesimpulan yang valid. Percobaan lapangan ini menjadi landasan

penting dalam mengembangkan teknik budidaya yang lebih efektif dan efisien.

Pengumpulan data dilakukan secara teliti dengan menggunakan berbagai alat dan metode, seperti pengukuran pertumbuhan tanaman, pengamatan serangan hama, dan analisis kualitas hasil panen. Data yang terkumpul kemudian dianalisis dengan metode statistik untuk mengetahui hubungan sebab-akibat dan signifikansi perlakuan yang diberikan. Interpretasi hasil penelitian ini sangat penting untuk memberikan rekomendasi praktis yang dapat diterapkan oleh petani dan pelaku agribisnis. Rekomendasi tersebut harus disusun dengan mempertimbangkan kondisi lokal agar teknologi dan metode budidaya yang dihasilkan dapat diadaptasi dan memberikan hasil optimal.

1.4.3 Integrasi Pengetahuan Tradisional dan Modern

Pengetahuan tradisional dalam budidaya tanaman merupakan hasil akumulasi pengalaman dan kearifan lokal yang telah diwariskan secara turun-temurun oleh masyarakat petani. Kearifan lokal ini mencakup cara-cara tradisional dalam memilih bibit, pengelolaan lahan, pengendalian hama secara alami, serta pemanfaatan sumber daya alam sekitar. Meskipun sederhana, pengetahuan ini sering kali sangat efektif dan sesuai dengan kondisi lingkungan setempat. Oleh karena itu, penting untuk menghargai dan melestarikan kearifan lokal sebagai bagian dari strategi budidaya yang berkelanjutan (Dewi *et al.*, 2024).

Integrasi antara pengetahuan tradisional dan teknologi modern menjadi pendekatan yang sangat strategis dalam pengembangan budidaya tanaman. Teknologi modern seperti penggunaan varietas unggul, pupuk dan pestisida yang ramah lingkungan, serta sistem irigasi otomatis dapat disinergikan dengan praktik tradisional untuk meningkatkan produktivitas tanpa mengorbankan kelestarian lingkungan. Adaptasi teknologi harus disesuaikan dengan kondisi lokal agar dapat diterima dan digunakan secara optimal oleh petani. Dengan demikian, sinergi antara pengetahuan lama dan baru ini dapat menciptakan sistem budidaya yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan berkelanjutan (Dewi *et al.*, 2024).

1.5 Tantangan dan Peluang dalam Budidaya Tanaman

1.5.1 Tantangan Global

Sektor budidaya tanaman menghadapi berbagai tantangan global yang semakin kompleks dan berdampak langsung pada produksi serta produktivitas tanaman. Salah satu tantangan terbesar adalah perubahan iklim yang menyebabkan ketidakpastian pola cuaca, seperti fenomena El Nino dan La Nina yang bergantian memicu kekeringan berkepanjangan atau curah hujan yang berlebihan. Kondisi ini mengganggu siklus tanam, menghambat pertumbuhan tanaman, dan meningkatkan risiko gagal panen. Perubahan iklim juga mempengaruhi ketersediaan air, yang menjadi sangat krusial karena kelangkaan air semakin terasa di banyak wilayah pertanian. Selain itu, degradasi lahan akibat erosi, pencemaran, dan praktik budidaya yang tidak berkelanjutan menyebabkan penurunan kesuburan tanah, sehingga produktivitas lahan menurun secara signifikan. Tantangan lain yang tidak kalah penting adalah pertumbuhan populasi dunia yang terus meningkat, yang menuntut peningkatan produksi pangan secara signifikan untuk memenuhi kebutuhan konsumsi yang semakin besar (Dewi *et al.*, 2024).

Selain itu, keterbatasan sumber daya alam seperti air dan lahan subur semakin mempersempit ruang gerak sektor pertanian dalam memenuhi permintaan pangan global. Ketergantungan pada *input* pertanian yang mahal, seperti pupuk dan pestisida, juga menjadi kendala, apalagi dengan fluktuasi harga bahan baku akibat kondisi geopolitik dan ekonomi dunia. Dalam konteks ini, sektor pertanian harus mampu beradaptasi dengan kondisi yang berubah dan mengembangkan strategi yang inovatif agar tetap produktif dan berkelanjutan. Tantangan global ini menuntut kolaborasi internasional, riset teknologi pertanian, dan kebijakan yang mendukung untuk menjaga ketahanan pangan dunia di tengah tekanan lingkungan dan sosial yang semakin berat (Dewi *et al.*, 2024).

1.5.2 Tantangan di Indonesia

Indonesia menghadapi tantangan spesifik yang cukup kompleks dalam mengembangkan budidaya tanaman. Salah satu

masalah utama adalah konversi lahan pertanian menjadi lahan non-pertanian, seperti pemukiman dan industri, yang mengakibatkan berkurangnya lahan produktif. Fragmentasi kepemilikan lahan juga menjadi kendala serius karena lahan pertanian yang terbagi-bagi dalam ukuran kecil menyulitkan penerapan teknologi modern dan manajemen usaha tani yang efisien. Keterbatasan akses terhadap teknologi pertanian dan modal menjadi hambatan bagi banyak petani, terutama di daerah terpencil, sehingga mereka sulit meningkatkan produktivitas dan daya saing hasil panen. Selain itu, fluktuasi harga komoditas pertanian yang tidak stabil sering kali merugikan petani, karena harga yang rendah dapat mengurangi motivasi dan kemampuan mereka untuk berinvestasi dalam budidaya yang lebih baik (Dewi *et al.*, 2024).

Masalah distribusi pangan yang belum optimal juga menambah kompleksitas tantangan di Indonesia. Meskipun produksi pangan meningkat, kendala dalam transportasi dan penyimpanan menyebabkan ketidakseimbangan pasokan di berbagai wilayah, terutama di pusat konsumsi seperti Pulau Jawa. Perubahan iklim yang tidak menentu juga sangat mempengaruhi hasil pertanian, dengan musim kemarau yang panjang dan curah hujan yang tidak menentu menyebabkan kesulitan dalam pengelolaan air dan risiko gagal panen. Oleh karena itu, pemerintah dan pelaku pertanian harus bekerja sama untuk mengatasi masalah ini melalui kebijakan yang tepat, peningkatan infrastruktur, serta penguatan kapasitas petani agar sektor budidaya tanaman di Indonesia dapat berkembang secara berkelanjutan (Dewi *et al.*, 2024).

1.5.3 Peluang dan Solusi

Di tengah berbagai tantangan yang ada, terdapat peluang besar untuk mengembangkan budidaya tanaman yang lebih produktif dan berkelanjutan. Salah satu peluang utama adalah pengembangan varietas tanaman unggul yang tahan terhadap stres lingkungan seperti kekeringan, serangan hama, dan perubahan iklim. Varietas ini dapat meningkatkan ketahanan tanaman dan memperbaiki hasil panen secara signifikan. Selain itu, implementasi teknologi digital dan otomasi dalam budidaya tanaman membuka peluang baru untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan lahan dan sumber daya.

Teknologi seperti sensor tanah, irigasi otomatis, dan pemantauan cuaca berbasis data dapat membantu petani mengambil keputusan yang lebih tepat dan cepat (Dewi *et al.*, 2024).

Pengembangan sistem budidaya terintegrasi juga menjadi solusi penting untuk mengoptimalkan penggunaan lahan dan sumber daya, sekaligus menjaga keseimbangan ekosistem. Sistem ini menggabungkan berbagai teknik seperti rotasi tanaman, agroforestri, dan pengendalian hama terpadu agar produksi tetap berkelanjutan dan ramah lingkungan. Selain itu, peningkatan nilai tambah produk pertanian melalui hilirisasi dan pengolahan hasil dapat meningkatkan pendapatan petani dan daya saing produk di pasar lokal maupun global. Dengan dukungan kebijakan yang mendukung dan pelatihan bagi petani, peluang-peluang ini dapat diwujudkan untuk menjawab tantangan masa depan dan memperkuat ketahanan pangan nasional (Dewi *et al.*, 2024).

1.6 Peran Budidaya Tanaman dalam Pembangunan Berkelanjutan

1.6.1 Kontribusi terhadap Ketahanan Pangan

Budidaya tanaman memegang peranan sentral dalam menjamin ketahanan pangan suatu negara. Melalui peningkatan produksi dan produktivitas tanaman pangan, kebutuhan pangan masyarakat dapat terpenuhi secara lebih optimal. Penggunaan teknologi modern seperti varietas unggul, teknik irigasi yang efisien, dan pengelolaan hama terpadu memungkinkan peningkatan hasil panen tanpa harus memperluas lahan secara signifikan. Hal ini sangat penting mengingat keterbatasan lahan subur dan tekanan terhadap lingkungan. Selain itu, diversifikasi pangan melalui pengembangan berbagai jenis tanaman hortikultura dan tanaman lokal dapat meningkatkan variasi gizi masyarakat, sehingga tidak hanya terpenuhi kebutuhan kalori tetapi juga nutrisi penting lainnya. Dengan demikian, budidaya tanaman tidak hanya menyediakan pangan dalam jumlah cukup tetapi juga berkontribusi pada peningkatan kualitas kesehatan masyarakat (Dewi *et al.*, 2024).

Stabilitas pasokan pangan nasional juga menjadi aspek krusial yang didukung oleh budidaya tanaman. Ketahanan pangan tidak hanya soal ketersediaan, tetapi juga tentang distribusi dan

aksesibilitas pangan sepanjang tahun. Budidaya tanaman yang dilakukan secara berkelanjutan dan terencana dapat mengurangi ketergantungan pada impor pangan dan mengantisipasi fluktuasi harga akibat gangguan pasokan. Inovasi seperti urban farming dan teknologi budidaya di lahan terbatas turut membantu memperkuat ketahanan pangan, terutama di daerah perkotaan yang lahan terbatas. Secara keseluruhan, peran budidaya tanaman dalam ketahanan pangan sangat strategis untuk mendukung kemandirian pangan dan kesejahteraan masyarakat luas (Dewi *et al.*, 2024).

1.6.2 Aspek Ekonomi dan Sosial

Budidaya tanaman juga memberikan kontribusi besar dalam aspek ekonomi dan sosial, khususnya di daerah pedesaan. Sektor pertanian menjadi sumber utama penciptaan lapangan kerja dan pendapatan bagi jutaan petani dan pekerja tani. Dengan meningkatnya produktivitas dan nilai tambah produk pertanian, pendapatan petani dapat meningkat, yang pada gilirannya membantu mengurangi kemiskinan di wilayah pedesaan. Peningkatan kesejahteraan petani juga berdampak positif pada pembangunan sosial, seperti peningkatan akses pendidikan dan kesehatan. Selain itu, pengembangan agribisnis dan agroindustri yang berbasis hasil budidaya tanaman membuka peluang usaha baru, memperkuat rantai nilai pertanian, dan meningkatkan daya saing produk di pasar domestik maupun internasional (Kurniawan *et al.*, 2021).

Lebih jauh lagi, sektor budidaya tanaman berperan dalam memperkuat struktur ekonomi nasional melalui kontribusinya terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) dan ekspor. Investasi dalam teknologi pertanian dan pengembangan infrastruktur pendukung seperti irigasi, jalan, dan fasilitas pengolahan hasil dapat meningkatkan efisiensi produksi dan distribusi. Pemberdayaan petani melalui pelatihan dan akses terhadap teknologi modern juga memperkuat kapasitas mereka untuk berpartisipasi dalam pasar yang lebih luas. Dengan demikian, budidaya tanaman tidak hanya menjadi sumber penghidupan tetapi juga motor penggerak pembangunan ekonomi dan sosial yang inklusif (Kurniawan *et al.*, 2021).

1.6.3 Aspek Lingkungan dan Konservasi

Budidaya tanaman yang berkelanjutan memiliki peran penting dalam pelestarian lingkungan dan konservasi sumber daya alam. Salah satu aspek utama adalah pelestarian keanekaragaman hayati, di mana sistem budidaya yang beragam dan ramah lingkungan dapat menjaga keberadaan berbagai spesies tanaman dan organisme lain yang mendukung kesehatan ekosistem. Praktik seperti rotasi tanaman, agroforestri, dan penggunaan varietas lokal membantu menjaga keseimbangan ekologi dan mengurangi risiko serangan hama serta penyakit. Selain itu, pengelolaan lahan yang baik dapat mencegah erosi dan degradasi tanah, yang merupakan masalah serius di banyak daerah pertanian akibat pengolahan tanah yang tidak tepat dan perubahan iklim (Dadi, 2021).

Mitigasi perubahan iklim juga menjadi bagian penting dari peran budidaya tanaman dalam pembangunan berkelanjutan. Tanaman dan tanah berfungsi sebagai penyerap karbon melalui proses fotosintesis dan penyimpanan bahan organik di dalam tanah. Dengan menerapkan teknik budidaya yang mendukung sequestrasi karbon, seperti penggunaan pupuk organik, pengelolaan residu tanaman, dan konservasi tanah, sektor pertanian dapat berkontribusi mengurangi emisi gas rumah kaca. Selain itu, budidaya tanaman yang berkelanjutan membantu menjaga keseimbangan siklus air dan mengurangi dampak negatif perubahan iklim, sehingga mendukung ketahanan ekosistem dan masyarakat di masa depan (Dadi, 2021).

DAFTAR PUSTAKA

- Anshori A.W., Ningsih H., Adi R.K., 2024. Manajemen Usaha Budidaya Tanaman Buah MeloN (Cucumis Melo L.) untuk Menghasilkan Produk Pertanian Berkualitas di PT Tunas Agro Persada Boyolali. *Journal of Cooperative, Small and Medium Enterprise Development*. 3(1):10-22.
- Atika P., Karimah U., Wasiaturrohman A., Halizah R.N., Mubarik M.A., Murtasiya., Sulimah., Puspitasari A.D., 2022. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 1(2):37-44.
- Bharata W., Hasbar M.H.A., Ariani N.A., Sutejo M.S., Syarah N.K., Priambodo F.A., Verdiansyah V., 2023. 4(1):64-69.
- Dewi S.M., Harahap L.H., Arisandi D., 2024. Budidaya dan Tanaman. *Literasi Nusantara Abadi Grup:Malang*.
- Elfarisna., Rahmayuni E., Fitriah N., Nur N., Sukrianto., Adawiyah S.E., 2021. Mengajar Budidaya Tanaman Hias di Yayasan Assyifa Al Islami. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat LPPM UMJ*: 1-6.
- Fellica., Afriansyah B., Gunawan., 2018. Pengelolaan Agroekosistem dengan Pendekatan Etnoekologi di Kecamatan Namang, Bangka Tengah. *Jurnal Penelitian Biologi, Botani, Zoologi dan Mikrobiologi*. 3(2):70-76.
- Jayaputra., Jaya I.K.D., Santoso B.B., Pengembangan Hortikultura Lahan Kering dan Penerapan Teknologi Budidaya Ramah Lingkungan untuk Meningkatkan Pendapatan Petani di Desa Sukadana Lombok Utara. *Jurnal Gema Ngabdi*. 4(3): 262-272.
- Kurniawan I.M.G.A., 2021. Aspek Sosial Ekonomi Agribisnis Padi di Desa Kerbokan, Sawan Kabupaten Buleleng Bali. *Jurnal Ilmu Pengetahuan*. 1(4):304-307
- Noywuli N., 2023. Pendekatan Konservasi dalam Pengelolaan Lahan Perbukitan untuk Usaha Pertanian. *Jurnal Pertanian Unggul*. 2(1): 16-27.
- Picarima R., Kakisina P., Sabertian D.E., 2024. Keanekaragaman dan Dominansi Vegetasi Pohon Pada Habitat *Eulipoa wallacei* di Hutan Hii Desa Haruku Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*. 15(2):7-13.

- Rosmegawati, 2021. Peran Aspek Tehnologi Pertanian Kelapa Sawit Untuk Meningkatkan Produktivitas Produksi Kelapa Sawit. *Jurnal Agrisia*.13(2):73-93.
- Saslidar M., Rusdy A., Hasnah H., Biodiversitas Serangga pada Budidaya Tanaman Nilam dengan Pola Tanam Monokultur dan Polikultur. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 7(3): 540-550.
- Sundari., Rahayu E.S., Irianto H., Handayani S.M., Setyowati., Widadie F., 2024. Peningkatan Gizi Keluarga melalui Sistem Pertanian Vertikultur Sayuran pada Masyarakat di Kelurahan Selosari, Kabupaten Magetan. *Seminar Nasional Pengabdian dan CSR Ke-4 Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret*. 4(1):18-26.
- Suryatini L., 2018. Analisis Keragaman dan Komposisi Gulma pada Tanaman Padi Sawah. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 7(1):77-89.
- Susanna., Sinaga M.S., Wiyono M.S., Triwidodo H., 2019. Faktor Lingkungan dan Teknik Budi daya terhadap Epidemi Penyakit Mati Meranggas pada Pohon Pala di Aceh Selatan. *J Fitopatol Indonesia*. 15(6):213-220.
- Yuriansyah., Dulbari., Sutrisno H., Maksum A., 2020. Pertanian Organik sebagai Salah Satu Konsep Pertanian Berkelanjutan. *Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat*. 5(2):127-132.

BAB 2

JENIS-JENIS TANAMAN

Oleh Libria Widiastuti

2.1 Pendahuluan

Tanaman budidaya didefinisikan sebagai tanaman yang sengaja ditanam dan dirawat oleh manusia untuk dimanfaatkan hasilnya, baik untuk konsumsi, bahan baku industri, maupun keperluan lainnya. Berbeda dengan tanaman liar yang tumbuh secara alami, tanaman budidaya memerlukan campur tangan manusia dalam proses penanaman, perawatan, dan panennya untuk menghasilkan produk yang optimal. [Gembong, 2007].

Di Indonesia, tanaman budidaya memegang peranan yang sangat vital sebagai pilar utama ketahanan pangan nasional. Produksi tanaman pangan yang mencukupi merupakan faktor kunci dalam menjamin ketersediaan dan akses pangan bagi seluruh masyarakat. Kondisi geografis Indonesia yang beragam memungkinkan budidaya berbagai jenis tanaman pangan yang bervariasi di seluruh wilayah nusantara, memperkaya keanekaragaman pangan nasional. [Anonim, 2013].

Kontribusi tanaman budidaya terhadap ekonomi Indonesia juga tidak dapat diremehkan. Sektor pertanian menyumbang sekitar 13% dari produk domestik bruto (PDB) nasional dan menyerap hampir 30% tenaga kerja. Bagi banyak masyarakat pedesaan, pertanian tanaman budidaya bukan hanya sekadar sumber penghasilan, tetapi juga merupakan jalan hidup yang telah diwariskan dari generasi ke generasi. [Departemen Pertanian, 2019]

2.2 Klasifikasi Umum Jenis Tanaman Budidaya

Tanaman budidaya di Indonesia dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa kelompok utama berdasarkan fungsi dan pemanfaatannya. Klasifikasi ini penting untuk memahami karakteristik dasar, kebutuhan budidaya, serta potensi ekonomi dari masing-masing jenis tanaman. Pemahaman yang baik terhadap

klasifikasi ini akan membantu petani dan pelaku usaha pertanian dalam menentukan jenis tanaman yang akan dibudidayakan sesuai dengan kondisi lahan, iklim, serta permintaan pasar [Kartasaputra, 2005].

Klasifikasi umum tanaman budidaya meliputi tanaman pangan, tanaman sayuran, tanaman buah-buahan, tanaman perkebunan, tanaman kehutanan, dan tanaman hias. Tanaman pangan mencakup berbagai komoditas yang menjadi sumber karbohidrat utama bagi masyarakat seperti padi, jagung, dan umbi-umbian. Tanaman sayuran meliputi jenis-jenis tanaman yang dikonsumsi bagian vegetatifnya seperti daun, batang, dan umbi. Tanaman buah-buahan adalah kelompok tanaman yang menghasilkan buah untuk dikonsumsi. Tanaman perkebunan umumnya dibudidayakan dalam skala luas dan menjadi komoditas perdagangan penting. Tanaman kehutanan ditanam terutama untuk menghasilkan kayu dan produk hutan lainnya. Sedangkan tanaman hias dibudidayakan karena nilai estetikanya. [Willis, 2017].

Selain klasifikasi utama tersebut, terdapat pula beberapa klasifikasi tambahan yang tidak kalah penting, yaitu tanaman obat, tanaman rempah, tanaman pakan ternak, serta tanaman yang dibudidayakan dengan teknologi modern seperti hidroponik dan akuaponik. Tanaman obat memiliki kandungan senyawa aktif yang bermanfaat untuk kesehatan dan pengobatan. Tanaman rempah digunakan sebagai bumbu masakan dan memiliki nilai ekonomi tinggi. Tanaman pakan menjadi sumber nutrisi bagi hewan ternak. Sementara itu, pengembangan teknologi budidaya modern memungkinkan berbagai jenis tanaman ditanam secara efisien tanpa bergantung pada lahan konvensional, menjadi solusi bagi keterbatasan lahan di daerah perkotaan. [Raven, 2005]

2.2.1 Tanaman Pangan

Indonesia memiliki beragam tanaman pangan pokok yang memenuhi kebutuhan karbohidrat penduduknya. Enam jenis utama tanaman pangan yang dibudidayakan secara luas adalah padi, jagung, singkong, ubi jalar, kentang, dan tebu. Masing-masing tanaman ini memiliki karakteristik budidaya yang berbeda dan tersebar di

berbagai wilayah sesuai dengan kondisi iklim dan tanah yang sesuai bagi pertumbuhannya.

Selain padi, jagung (*Zea mays*) menjadi tanaman pangan pokok kedua yang penting di beberapa daerah seperti Madura, Nusa Tenggara Timur, dan Sulawesi. Jagung dapat tumbuh di lahan kering dan memiliki masa panen yang relatif singkat sekitar 3 bulan. Sementara itu, umbi-umbian seperti singkong (*Manihot esculenta*) dan ubi jalar (*Ipomoea batatas*) menjadi sumber karbohidrat alternatif yang banyak dibudidayakan di lahan kering dan dataran tinggi. Kentang (*Solanum tuberosum*) dibudidayakan terutama di dataran tinggi dengan suhu sejuk seperti di Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Sumatera Utara. Tebu (*Saccharum officinarum*) sebagai bahan baku gula juga termasuk dalam tanaman pangan pokok penting yang dibudidayakan secara luas di Jawa dan Sumatera.

Padi (*Oryza sativa*) merupakan tanaman pangan pokok utama di Indonesia yang dibudidayakan secara luas di hampir seluruh wilayah. Sebagai sumber karbohidrat utama, padi ditanam melalui sistem irigasi teknis maupun tadah hujan dengan siklus panen 3-4 bulan.

Tanaman pangan memiliki peran yang sangat penting sebagai sumber karbohidrat utama bagi masyarakat Indonesia. Karbohidrat merupakan sumber energi primer yang diperlukan untuk aktivitas sehari-hari. Dalam pola makan tradisional Indonesia, porsi karbohidrat dari nasi, jagung, atau umbi-umbian menempati posisi dominan dalam komposisi makanan sehari-hari. Ketersediaan tanaman pangan yang cukup menjadi indikator utama ketahanan pangan nasional dan menjadi prioritas dalam kebijakan pertanian pemerintah.

Setiap tanaman pangan pokok memerlukan teknik budidaya yang khas sesuai dengan karakteristik botanis dan kebutuhan tumbuhnya. Padi misalnya, membutuhkan sistem irigasi yang baik karena kebutuhan airnya yang tinggi selama masa pertumbuhan. Metode budidaya padi berkembang dari sistem konvensional hingga *System of Rice Intensification* (SRI) yang mengoptimalkan penggunaan air dan input produksi. Jagung memerlukan penyiangan yang intensif dan pemupukan yang tepat, sementara umbi-umbian seperti singkong dan ubi jalar relatif lebih toleran terhadap kondisi

lahan kering. Kentang membutuhkan suhu sejuk dan kelembaban yang tepat untuk pembentukan umbi yang optimal. Pemahaman terhadap karakteristik dan kebutuhan spesifik dari masing-masing tanaman pangan pokok menjadi kunci keberhasilan budidayanya.

2.2.2 Tanaman Sayuran

Tanaman sayuran merupakan kelompok tanaman hortikultura yang dikonsumsi bagian vegetatifnya seperti daun, batang, bunga, atau umbinya. Di Indonesia, budidaya sayuran berkembang pesat karena permintaan yang tinggi dan siklus produksi yang relatif singkat. Beberapa contoh tanaman sayuran yang populer dibudidayakan di Indonesia meliputi kangkung (*Ipomoea aquatica*), bayam (*Amaranthus spp.*), selada (*Lactuca sativa*), sawi (*Brassica juncea*), lobak (*Raphanus sativus*), bawang merah (*Allium cepa*), bawang putih (*Allium sativum*), dan kacang polong (*Pisum sativum*). Sayuran-sayuran ini memiliki nilai gizi tinggi terutama vitamin, mineral, dan serat yang sangat dibutuhkan tubuh manusia.

Salah satu keunggulan tanaman sayuran adalah umur tanamnya yang singkat dan cepat panen. Tanaman seperti kangkung dan bayam dapat dipanen hanya dalam waktu 20-30 hari setelah tanam, sehingga memberikan perputaran modal yang cepat bagi petani. Selada dan sawi memiliki masa panen sekitar 30-45 hari, sementara bawang merah dan bawang putih membutuhkan waktu lebih lama sekitar 60-90 hari hingga siap panen. Siklus panen yang pendek ini memungkinkan petani untuk melakukan beberapa kali penanaman dalam setahun pada lahan yang sama, sehingga meningkatkan produktivitas lahan dan pendapatan petani. Selain itu, teknologi budidaya sayuran terus berkembang dengan penggunaan benih unggul, sistem irigasi tetes, dan pengendalian hama terpadu yang meningkatkan kuantitas dan kualitas produksi.

Budidaya tanaman sayuran banyak dilakukan baik dalam skala rumahan maupun komersial. Pada skala rumahan, sayuran sering ditanam di pekarangan, halaman belakang, atau bahkan pada pot dan wadah di dalam rumah. Budidaya skala rumahan ini berkontribusi pada pemenuhan kebutuhan gizi keluarga dan menjadi bagian dari gerakan urban farming yang kini sedang populer di

berbagai kota di Indonesia. Sementara itu, budidaya sayuran skala komersial umumnya dilakukan di sentra-sentra produksi seperti dataran tinggi Dieng, Lembang, Bedugul, dan Malino. Produksi skala komersial ini memasok kebutuhan pasar lokal hingga ekspor ke negara tetangga. Beberapa daerah memiliki spesialisasi produksi sayuran tertentu, seperti Brebes yang terkenal dengan bawang merahnya atau Pangalengan yang dikenal sebagai penghasil sayuran dataran tinggi berkualitas. Kemudahan budidaya dan permintaan yang terus meningkat menjadikan sektor sayuran sebagai salah satu sub-sektor pertanian yang menjanjikan.

2.2.3 Tanaman Buah-buahan

Indonesia sebagai negara tropis memiliki keanekaragaman tanaman buah-buahan yang sangat tinggi. Berbagai jenis buah dapat tumbuh dengan baik di Indonesia, mulai dari buah-buahan lokal hingga introduksi dari berbagai negara. Beberapa contoh tanaman buah yang banyak dibudidayakan di Indonesia antara lain jeruk (*Citrus spp.*), pisang (*Musa spp.*), mangga (*Mangifera indica*), semangka (*Citrullus lanatus*), dan melon (*Cucumis melo*). Selain itu, masih banyak jenis buah lokal yang memiliki nilai ekonomi dan potensi pengembangan tinggi seperti durian (*Durio zibethinus*), rambutan (*Nephelium lappaceum*), salak (*Salacca zalacca*), manggis (*Garcinia mangostana*), dan duku (*Lansium domesticum*).

Berbeda dengan tanaman sayuran, tanaman buah-buahan umumnya memerlukan perawatan yang lebih panjang dan intensif. Buah-buahan semusim seperti semangka dan melon membutuhkan waktu 2-3 bulan hingga panen, sementara buah-buahan tahunan seperti durian dan manggis membutuhkan waktu bertahun-tahun sebelum mulai berbuah. Pohon mangga baru akan berbuah optimal setelah berusia 5-7 tahun, sementara durian membutuhkan waktu hingga 7-10 tahun untuk berproduksi maksimal. Perawatan tanaman buah meliputi pemilihan bibit unggul, pemupukan berkala, pemangkasan, pengendalian hama dan penyakit, serta teknik khusus seperti perangsangan pembungaan untuk beberapa jenis buah tertentu. Meskipun memerlukan investasi dan kesabaran yang lebih, budidaya buah-buahan menawarkan nilai ekonomi yang tinggi dalam jangka panjang.

Buah-buahan memiliki nilai ekonomi yang tinggi baik sebagai buah segar maupun olahan. Harga buah segar berkualitas baik di pasaran relatif tinggi, terutama untuk jenis-jenis buah premium seperti durian unggul, manggis, dan kelengkeng. Selain itu, buah-buahan juga dapat diolah menjadi berbagai produk bernilai tambah seperti jus, selai, manisan, keripik, dan buah kaleng. Industri pengolahan buah membuka peluang usaha dan menciptakan rantai nilai yang lebih panjang. Dalam beberapa tahun terakhir, ekspor buah-buahan segar dan olahan Indonesia seperti manggis, salak, dan nanas juga menunjukkan tren yang meningkat ke berbagai negara seperti Tiongkok, Singapura, dan Timur Tengah. Pengembangan varietas unggul, teknologi pascapanen, dan standardisasi mutu terus dilakukan untuk meningkatkan daya saing buah Indonesia di pasar global.

1. Buah Semusim

Buah-buahan seperti semangka dan melon memiliki masa tanam hingga panen relatif singkat sekitar 60-90 hari. Budidaya intensif dengan pemeliharaan ketat dapat menghasilkan buah berkualitas premium dengan nilai jual tinggi.

2. Buah Tahunan

Mangga, durian, dan rambutan merupakan buah musiman yang berbuah sekali atau dua kali setahun. Pohon-pohon ini memerlukan perawatan jangka panjang dengan pemangkasan, pemupukan, dan pengendalian hama yang tepat.

3. Buah Sepanjang Tahun

Buah yang tersedia sepanjang tahun, artinya buah tersebut bisa ditemukan di pasar atau toko sepanjang tahun tanpa terikat oleh musim. Beberapa contoh buah yang termasuk dalam kategori ini adalah pisang, pepaya, jambu biji, nenas, jeruk, dan sawo.

2.2.4 Tanaman Perkebunan

Tanaman perkebunan merupakan kelompok tanaman yang dibudidayakan dalam skala luas dan umumnya menjadi komoditas ekspor penting bagi Indonesia. Contoh utama tanaman perkebunan di Indonesia adalah kopi (*Coffea spp.*), kakao (*Theobroma cacao*), kelapa sawit (*Elaeis guineensis*), teh (*Camellia sinensis*), dan karet (*Hevea brasiliensis*). Tanaman-tanaman ini telah menjadi bagian

penting dari sejarah pertanian Indonesia sejak masa kolonial dan terus berkembang hingga saat ini. Subsektor perkebunan memberikan kontribusi signifikan bagi perekonomian nasional melalui penyerapan tenaga kerja, pendapatan devisa, dan pengembangan industri hilir.

Kelapa sawit menjadi salah satu komoditas perkebunan paling penting bagi Indonesia dengan luas lahan mencapai 17 juta hektar dan nilai ekspor sekitar \$18 miliar per tahun. Indonesia merupakan produsen dan eksportir minyak sawit terbesar di dunia, menguasai sekitar 60% pasar global. Sementara itu, Indonesia juga menempati posisi sebagai produsen kopi terbesar keempat di dunia, produsen kakao terbesar ketiga, serta produsen karet terbesar kedua setelah Thailand. Komoditas-komoditas ini menjadi sumber devisa penting dan mendukung berbagai industri hilir seperti industri makanan, minuman, kosmetik, dan otomotif.

Tanaman perkebunan memiliki karakteristik pola tanam permanen dengan masa panen multi-tahun. Berbeda dengan tanaman semusim seperti padi atau sayuran, tanaman perkebunan umumnya berupa pohon atau semak yang memerlukan waktu beberapa tahun sebelum mulai berproduksi. Kelapa sawit mulai berbuah setelah 3-4 tahun dan dapat berproduksi hingga 25 tahun. Kopi arabika mulai berbuah setelah 2-3 tahun dan berproduksi optimal pada usia 5-8 tahun. Tanaman karet memerlukan waktu sekitar 5-7 tahun sebelum dapat disadap. Perawatan tanaman perkebunan meliputi pemupukan, pengendalian gulma, pemangkasan, dan pengendalian hama-penyakit secara terpadu. Sebagian besar tanaman perkebunan dikelola dalam sistem monokultur, namun terdapat pula sistem agroforestri yang mengkombinasikan tanaman perkebunan dengan tanaman kehutanan atau tanaman pangan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan lahan dan mengurangi risiko ekologis.

2.2.5 Tanaman Kehutanan

Tanaman kehutanan merupakan kelompok tanaman berkayu yang dibudidayakan untuk menghasilkan kayu, menjaga keseimbangan ekosistem, dan mendukung kelestarian lingkungan. Di Indonesia, beberapa jenis tanaman kehutanan yang banyak

dibudidayakan antara lain sengon (*Falcataria moluccana*), jati (*Tectona grandis*), mahoni (*Swietenia macrophylla*), dan akasia (*Acacia mangium*). Tanaman-tanaman ini ditanam baik dalam skala kecil oleh petani hutan rakyat maupun skala besar oleh perusahaan Hutan Tanaman Industri (HTI). Budidaya tanaman kehutanan memegang peranan penting dalam rehabilitasi lahan, penyediaan bahan baku industri kayu, serta mitigasi perubahan iklim melalui penyerapan karbon.

Tanaman kehutanan umumnya ditanam untuk tujuan produksi kayu, penghijauan, dan pemeliharaan ekosistem hutan. Jati dan mahoni terkenal sebagai penghasil kayu berkualitas tinggi untuk furnitur dan konstruksi. Sengon banyak dibudidayakan karena pertumbuhannya yang cepat dan kayunya yang cocok untuk industri kayu lapis dan pulp. Akasia dan ekaliptus (*Eucalyptus spp.*) menjadi pilihan utama untuk HTI pulp dan kertas. Selain nilai ekonominya, tanaman kehutanan juga berperan penting dalam konservasi tanah dan air, mencegah erosi, serta menjaga keanekaragaman hayati. Hutan tanaman dapat menjadi habitat bagi berbagai jenis flora dan fauna, serta menyediakan jasa lingkungan seperti pengaturan tata air dan penyerapan karbon.

Salah satu karakteristik utama tanaman kehutanan adalah umur panennya yang panjang, umumnya lebih dari 5 tahun. Tanaman cepat tumbuh seperti sengon dapat dipanen pada usia 5-7 tahun, sementara jati berkualitas premium memerlukan waktu 20-25 tahun untuk mencapai ukuran optimal. Karakteristik ini menjadikan budidaya tanaman kehutanan sebagai investasi jangka panjang yang membutuhkan kesabaran dan perencanaan matang. Meskipun demikian, nilai ekonomi kayu yang terus meningkat serta manfaat ekologis yang dihasilkan menjadikan budidaya tanaman kehutanan tetap menarik. Untuk mengatasi kendala waktu tunggu yang panjang, banyak petani mengembangkan sistem agroforestri yang mengkombinasikan tanaman kehutanan dengan tanaman semusim atau tanaman perkebunan untuk mendapatkan penghasilan jangka pendek sambil menunggu tanaman kehutanan siap panen.

2.2.6 Tanaman Hias

Tanaman hias merupakan kelompok tanaman yang dibudidayakan terutama karena nilai estetikanya, baik dari segi keindahan bunga, daun, batang, maupun keseluruhan habitusnya. Di Indonesia, industri tanaman hias berkembang pesat seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya ruang hijau dan elemen natural dalam lingkungan tempat tinggal dan kerja. Beberapa jenis tanaman hias populer yang banyak dibudidayakan di Indonesia antara lain anggrek (*Orchidaceae*), bougainville (*Bougainvillea spp.*), monstera (*Monstera deliciosa*), dan sansevieria (*Sansevieria spp.*). Selain itu, tanaman hias daun seperti aglonema (*Aglonema spp.*), philodendron (*Philodendron spp.*), dan calathea (*Calathea spp.*) juga banyak diminati. [Jepson, 2001].

Nilai jual tanaman hias sangat dipengaruhi oleh keunikan bentuk dan warna yang dimilikinya. Varietas-varietas baru dengan karakteristik unik seperti pola daun yang berbeda, warna bunga yang langka, atau bentuk pertumbuhan yang tidak biasa seringkali memiliki nilai ekonomi yang sangat tinggi. Sebagai contoh, beberapa varietas anggrek langka dapat berharga jutaan rupiah per tanaman, sementara tanaman monstera variegata dengan pola daun unik bisa dihargai puluhan juta rupiah. Industri tanaman hias juga melibatkan berbagai produk pendukung seperti pot hias, media tanam, pupuk khusus, serta aksesoris dan dekorasi taman, sehingga menciptakan rantai nilai ekonomi yang panjang dan beragam. [Agus, 2010].

Tren budidaya tanaman hias di Indonesia mengalami peningkatan yang signifikan selama pandemi COVID-19 pada tahun 2020-2022. Pembatasan mobilitas dan peningkatan waktu yang dihabiskan di rumah mendorong banyak orang untuk mulai mengoleksi dan membudidayakan tanaman hias sebagai hobi baru. Fenomena ini menciptakan apa yang disebut sebagai "*green boom*" atau lonjakan minat terhadap tanaman hias yang berdampak pada kenaikan harga tanaman hias secara drastis. Meskipun harga beberapa jenis tanaman hias mulai stabil setelah masa puncak pandemi, minat masyarakat terhadap budidaya tanaman hias tetap tinggi. Komunitas-komunitas pecinta tanaman hias bermunculan, bazar dan pameran tanaman hias rutin diselenggarakan, dan platform digital untuk jual-beli tanaman hias berkembang pesat. Keberlanjutan minat ini menunjukkan bahwa budidaya tanaman hias bukan sekadar tren sesaat, melainkan telah

menjadi bagian dari gaya hidup masyarakat modern yang menghargai keindahan dan keberlanjutan lingkungan.

2.2.7 Tanaman Obat Tradisional

Tanaman obat tradisional telah menjadi bagian penting dari budaya kesehatan masyarakat Indonesia sejak berabad-abad lalu. Berbagai jenis tanaman telah dikenal memiliki khasiat untuk mengatasi berbagai penyakit dan menjaga kesehatan tubuh. Di era modern, tanaman obat kembali mendapatkan perhatian seiring dengan tren kembali ke alam dan meningkatnya kesadaran tentang efek samping obat-obatan kimiawi. Beberapa contoh tanaman obat yang banyak dibudidayakan di Indonesia antara lain jahe (*Zingiber officinale*), kunyit (*Curcuma longa*), temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*), sambiloto (*Andrographis paniculata*), dan meniran (*Phyllanthus niruri*).

Budidaya tanaman obat menunjukkan peningkatan yang signifikan karena meningkatnya kebutuhan bahan baku untuk industri jamu dan obat herbal terstandar. Indonesia memiliki lebih dari 300 perusahaan jamu dan obat herbal yang membutuhkan pasokan bahan baku tanaman obat secara kontinyu. Selain itu, konsumsi jamu dan suplemen herbal oleh masyarakat juga terus meningkat, terutama setelah pandemi COVID-19 yang menumbuhkan kesadaran akan pentingnya menjaga imunitas tubuh. Pemerintah melalui Kementerian Pertanian dan Badan POM juga mendorong pengembangan tanaman obat sebagai bagian dari pengembangan bahan baku obat dalam negeri dan peningkatan kemandirian di sektor kesehatan.

Umumnya tanaman obat dapat tumbuh dengan baik di lahan pekarangan rumah, menjadikannya ideal untuk program ketahanan pangan keluarga sekaligus usaha skala kecil dan menengah. Tanaman obat seperti kunyit, jahe, dan kencur dapat tumbuh sebagai tanaman sela di antara tanaman utama atau di bawah naungan pohon-pohon besar. Beberapa jenis tanaman obat seperti sambiloto dan pegagan dapat tumbuh di tempat yang lembab dan agak ternaungi. Temulawak dan jahe merah membutuhkan tanah yang gembur dan kaya bahan organik. Kemudahan budidaya ini menjadikan tanaman obat sebagai alternatif yang menarik bagi petani yang memiliki lahan

terbatas atau ingin melakukan diversifikasi tanaman. Pengelolaan pasca panen seperti pencucian, pengeringan, dan penyimpanan yang tepat menjadi faktor penting untuk menjaga kualitas dan kandungan bahan aktif dalam tanaman obat.

2.2.8 Tanaman Rempah dan Aromatik

Indonesia memiliki sejarah panjang sebagai penghasil rempah-rempah yang terkenal di dunia. Sejak abad ke-17, kepulauan rempah di Maluku telah menjadi tujuan utama pedagang Eropa yang mencari cengkeh dan pala. Hingga kini, tanaman rempah dan aromatik masih menjadi komoditas penting dalam pertanian Indonesia. Beberapa jenis tanaman rempah dan aromatik yang banyak dibudidayakan di Indonesia antara lain lada (*Piper nigrum*), pala (*Myristica fragrans*), cengkeh (*Syzygium aromaticum*), kapulaga (*Amomum compactum*), serai (*Cymbopogon citratus*), dan daun salam (*Syzygium polyanthum*). Tanaman-tanaman ini tidak hanya bernilai ekonomis tinggi tetapi juga menjadi bagian tak terpisahkan dari kuliner tradisional Indonesia. [Steenis, 2017].

Rempah-rempah Indonesia telah menjadi komoditas ekspor andalan sejak abad ke-17 dan tetap menjadi produk yang diminati di pasar global hingga saat ini. Indonesia merupakan produsen utama untuk beberapa jenis rempah seperti pala, cengkeh, dan kapulaga. Lada Muntok dari Bangka Belitung dan Vanili Papua merupakan contoh produk rempah Indonesia yang memiliki reputasi tinggi di pasar internasional karena kualitasnya yang unggul. Ekspor rempah-rempah memberikan kontribusi signifikan bagi devisa negara dan menyediakan mata pencaharian bagi jutaan petani di berbagai wilayah Indonesia. Selain itu, berkembangnya tren kuliner global dan meningkatnya apresiasi terhadap bumbu alami telah menciptakan permintaan baru terhadap rempah-rempah eksotis Indonesia.

Tanaman rempah dan aromatik Indonesia memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi di berbagai wilayah dengan kondisi agroklimat yang berbeda-beda. Lada tumbuh baik di daerah dengan curah hujan tinggi seperti Lampung, Bangka Belitung, dan Kalimantan. Cengkeh dan pala tumbuh optimal di daerah dengan iklim tropis basah seperti Maluku, Sulawesi Utara, dan Aceh. Kapulaga dapat dibudidayakan di bawah naungan pohon sehingga cocok untuk sistem agroforestri. Tanaman aromatik seperti serai, daun salam, dan daun

jeruk purut dapat tumbuh hampir di seluruh wilayah Indonesia dan sering ditanam di pekarangan sebagai bumbu dapur sehari-hari. Kemampuan adaptasi yang tinggi ini memungkinkan pengembangan sentra-sentra produksi rempah baru di luar daerah tradisionalnya, memperluas potensi ekonomi dari komoditas ini. Selain itu, perkembangan teknologi budidaya seperti teknik pembibitan vegetatif, sistem tanam tumpangsari, dan pengendalian hama terpadu telah meningkatkan produktivitas dan kualitas rempah-rempah Indonesia.

2.2.9 Tanaman Pakan Ternak

Tanaman pakan ternak merupakan kelompok tanaman yang dibudidayakan khusus untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ternak seperti sapi, kambing, domba, dan unggas. Ketersediaan pakan yang cukup dan berkualitas merupakan faktor kunci dalam keberhasilan usaha peternakan. Di Indonesia, beberapa jenis tanaman pakan ternak yang banyak dibudidayakan antara lain rumput gajah (*Pennisetum purpureum*), jagung pakan (*Zea mays*), dan kacang-kacangan forase seperti kaliandra (*Calliandra calothyrsus*) dan gamal (*Gliricidia sepium*). Selain itu, limbah pertanian seperti jerami padi, batang jagung, dan daun singkong juga sering dimanfaatkan sebagai pakan ternak alternatif.

Budidaya tanaman pakan ternak memiliki peran penting dalam mendukung sektor peternakan yang merupakan sumber protein hewani bagi masyarakat. Peternakan sapi potong dan sapi perah membutuhkan pasokan hijauan pakan yang kontinyu sepanjang tahun. Demikian pula peternakan kambing dan domba yang bergantung pada ketersediaan hijauan yang cukup. Peternakan unggas seperti ayam dan itik memerlukan pakan yang kaya protein dan energi, yang sebagian dapat dipenuhi dari tanaman seperti jagung dan kedelai. Dengan meningkatnya permintaan terhadap produk peternakan seiring pertumbuhan penduduk dan perubahan pola konsumsi, kebutuhan akan tanaman pakan ternak juga terus meningkat. Integrasi antara usaha peternakan dan budidaya tanaman pakan (*crop-livestock integration*) menjadi pendekatan yang semakin populer untuk mencapai sistem produksi yang lebih efisien dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, A. (2010). *Ensiklopedia Tanaman Hias*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Anonim. (2013). *Flora Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Departemen Pertanian. (2019). *Pedoman Umum Budidaya Tanaman*. Jakarta : Direktorat Jenderal Tanaman Pangan dan Hortikultura.
- Gembong, T. (2007). *Morfologi Tumbuhan*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Jepson, L. (2001). *Botany for Gardeners*. USA: Timber Press.
- Kartasaputra, A. G. (2005). *Pengantar Anatomi Tumbuhan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Raven, P. H., Evert, R. F., & Eichhorn, S. E. (2005). *Biology of Plants* (7th ed.). New York: W. H. Freeman and Company.
- Steenis, C. G. G. J. van. (2006). *Flora Pegunungan Jawa*. LIPI Press. (Terjemahan dari *The Mountain Flora of Java*). Jakarta: Balai Pustaka.
- Willis, K. J. (2017). *Plants: From Roots to Riches*. Washington DC: Smithsonian Books.

BAB 3

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PERTUMBUHAN TANAMAN

Oleh Baso Daeng

3.1 Pendahuluan

Pertumbuhan tanaman merupakan proses biologis yang kompleks dan dinamis, mencerminkan peningkatan ukuran, volume, dan berat tanaman sebagai hasil dari pembelahan dan pembesaran sel. Proses ini berlangsung sejak benih mulai berkecambah hingga mencapai fase dewasa dan bereproduksi. Dalam konteks budidaya, pemahaman mendalam terhadap faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan tanaman sangat penting untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi sistem pertanian (Salisbury & Ross, 2019; Taiz *et al.*, 2022).

Secara umum, pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh dua kelompok faktor utama, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal mencakup aspek genetik dan fisiologis yang melekat dalam sistem biologis tanaman, seperti komposisi genetik (DNA), kandungan hormon atau zat pengatur tumbuh (ZPT), serta status fisiologis sel dan jaringan (Poorter *et al.*, 2019). Sementara itu, faktor eksternal mencakup seluruh kondisi lingkungan yang memengaruhi performa tanaman, termasuk cahaya, suhu, air, udara, nutrisi, media tumbuh, dan interaksi dengan organisme hidup lainnya (Yusuf *et al.*, 2020; Lemaire *et al.*, 2015).

Keseimbangan antara faktor internal dan eksternal akan menentukan sejauh mana tanaman dapat tumbuh secara optimal dalam suatu lingkungan budidaya. Tanaman yang memiliki potensi genetik tinggi tidak akan mampu mengekspresikan performa terbaiknya jika berada dalam kondisi lingkungan yang kurang mendukung. Sebaliknya, kondisi lingkungan yang optimal tidak akan

memberi hasil maksimal jika materi genetik tanaman tidak adaptif terhadap kondisi tersebut (Hatfield & Prueger, 2015). Oleh karena itu, pendekatan ilmiah dalam budidaya tanaman harus mempertimbangkan sinergi antara kedua kelompok faktor ini untuk mendukung pertumbuhan dan hasil yang berkelanjutan.

Selain itu, pemahaman tentang faktor-faktor pertumbuhan tanaman juga sangat penting dalam konteks adaptasi terhadap perubahan iklim, degradasi lahan, dan tekanan biotik yang semakin kompleks di era pertanian modern. Pengetahuan ini menjadi dasar dalam pengambilan keputusan agronomis seperti pemilihan varietas, waktu tanam, teknik irigasi, pemupukan, serta pengendalian hama dan penyakit berbasis ekologi (FAO, 2021; IPCC, 2022).

Dengan latar belakang tersebut, bab ini akan menguraikan secara sistematis berbagai faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman, baik dari aspek internal maupun eksternal, serta implikasinya dalam praktik budidaya yang efisien dan berkelanjutan.

3.2 Faktor Internal

Pertumbuhan tanaman tidak semata-mata ditentukan oleh lingkungan eksternal, tetapi juga oleh faktor-faktor internal yang melekat dalam sistem biologis tanaman. Dua komponen utama dari faktor internal adalah informasi genetik dan zat pengatur tumbuh (ZPT). Keduanya saling berinteraksi dalam mengendalikan proses fisiologis dan perkembangan morfologis tanaman sejak tahap embrio hingga kematangan.

Genetik (Plasma Nutfah)

Setiap tanaman memiliki cetak biru biologis berupa materi genetik yang tersimpan dalam DNA-nya. Faktor genetik ini menentukan potensi dasar pertumbuhan dan hasil tanaman, termasuk tinggi tanaman, bentuk daun, lama fase vegetatif-generatif, serta toleransi terhadap cekaman abiotik dan biotik (Shahzad *et al.*, 2018). Perbedaan varietas atau kultivar dalam spesies tanaman yang sama menunjukkan variasi dalam ekspresi genetik, yang dapat dimanfaatkan dalam program pemuliaan tanaman.

Plasma nutfah lokal dan introduksi dari luar merupakan sumber keragaman genetik yang penting dalam budidaya pertanian modern. Studi oleh Van de Wouw *et al.* (2021) menunjukkan bahwa

konservasi dan pemanfaatan keanekaragaman genetik tanaman mendukung ketahanan pertanian terhadap perubahan iklim dan penyakit tanaman yang bersifat dinamis.

Gen dominan, gen resesif, serta interaksi gen (epistasis dan pleiotropi) berperan dalam pembentukan sifat-sifat fenotipik tanaman. Oleh karena itu, pemilihan varietas unggul yang sesuai dengan agroekosistem tertentu merupakan langkah awal yang penting dalam sistem budidaya yang berorientasi pada efisiensi dan produktivitas (Prasetya *et al.*, 2020).

Hormon atau Zat Pengatur Tumbuh (ZPT)

Selain faktor genetik, pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh zat pengatur tumbuh (ZPT) yang secara alami disintesis oleh jaringan tanaman. ZPT ini berperan sebagai sinyal kimiawi yang mengatur proses-proses fisiologis seperti pembelahan sel, pemanjangan batang, perakaran, pembungaan, dan pemasakan buah (Taiz *et al.*, 2022).

ZPT utama yang dikenal luas meliputi auksin, giberelin, sitokinin, etilen, dan asam absisat. Auksin, misalnya, berperan penting dalam perpanjangan sel dan dominansi apikal. Giberelin mendorong pertumbuhan batang dan pemanjangan internodus, sementara sitokinin merangsang pembelahan sel dan memperlambat penuaan daun. Asam absisat berperan sebagai penghambat pertumbuhan dan berfungsi penting dalam respon terhadap stres, seperti kekeringan. Adapun etilen lebih dikenal sebagai hormon pematangan buah dan pengatur senesens (Zhao, 2018; Wahyuni & Nurchayati, 2019).

Interaksi antara ZPT sangat kompleks. Sebagai contoh, rasio auksin dan sitokinin menentukan arah diferensiasi jaringan tanaman; lebih tinggi auksin merangsang pembentukan akar, sementara dominasi sitokinin memicu pertumbuhan tunas (Vishwakarma *et al.*, 2017). Penerapan ZPT sintetis juga telah dimanfaatkan dalam teknik kultur jaringan, perangsangan pembungaan, serta pengaturan tinggi tanaman secara komersial di berbagai sistem budidaya hortikultura dan tanaman pangan.

Pemahaman terhadap peran ZPT sangat penting, terutama dalam pengembangan teknologi budidaya presisi, yang

menyesuaikan input agronomis berdasarkan kebutuhan fisiologis tanaman pada tahap pertumbuhan tertentu.

3.3 Faktor Eksternal

Faktor eksternal mencakup seluruh kondisi lingkungan yang berada di luar kendali genetik tanaman tetapi sangat menentukan proses fisiologis dan morfologisnya. Tidak seperti faktor internal yang bersifat tetap, faktor eksternal cenderung dinamis, sehingga pengelolaannya menjadi kunci dalam sistem budidaya tanaman. Di antara berbagai faktor eksternal, enam komponen utama yang sangat memengaruhi pertumbuhan tanaman adalah cahaya, suhu, air, udara, nutrisi, dan media tumbuh (Taiz *et al.*, 2022; Kaur *et al.*, 2021).

Cahaya

Cahaya merupakan sumber energi utama bagi tanaman dalam proses fotosintesis. Intensitas, kualitas (panjang gelombang), dan lama pencahayaan (fotoperiode) sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman. Intensitas cahaya yang optimal memungkinkan efisiensi konversi energi cahaya menjadi energi kimia dalam bentuk karbohidrat melalui fotosintesis (Gommers *et al.*, 2017).

Spektrum cahaya merah dan biru terbukti sangat efektif dalam mendukung pertumbuhan tanaman, sementara cahaya hijau sebagian besar dipantulkan oleh klorofil. Teknologi pertanian modern seperti penggunaan lampu LED spektrum tertentu telah diterapkan dalam sistem pertanian vertikal dan rumah kaca untuk memaksimalkan pertumbuhan tanaman sepanjang tahun (Mickens *et al.*, 2018).

Suhu

Suhu memengaruhi laju metabolisme dan aktivitas enzimatik dalam sel tanaman. Setiap tanaman memiliki suhu minimum, optimum, dan maksimum untuk pertumbuhan. Suhu yang terlalu rendah dapat memperlambat fotosintesis, sementara suhu tinggi dapat menyebabkan denaturasi enzim dan meningkatkan kehilangan air melalui transpirasi (Hatfield & Prueger, 2015).

Beberapa tanaman tropis seperti padi dan jagung memerlukan suhu optimum 25–30°C untuk pertumbuhan maksimal. Variasi suhu

siang dan malam juga memengaruhi pembentukan bunga dan buah. Oleh karena itu, pengelolaan suhu melalui penyesuaian waktu tanam atau penggunaan rumah kaca menjadi penting dalam sistem pertanian presisi (Challinor *et al.*, 2016).

Air

Air merupakan komponen vital dalam struktur sel, medium transportasi unsur hara, serta bahan baku dalam reaksi fotosintesis. Kekurangan air menyebabkan cekaman fisiologis yang dapat menghambat pembelahan sel, menurunkan turgor, dan memperlambat pembukaan stomata, sehingga fotosintesis berkurang (Jones, 2014).

Namun, kelebihan air juga merugikan karena dapat menyebabkan anoksia (kekurangan oksigen) di akar, yang berdampak pada terganggunya respirasi sel akar. Oleh karena itu, irigasi yang tepat, sistem drainase yang baik, dan pemilihan jenis tanah yang sesuai sangat penting dalam pengelolaan air untuk tanaman (FAO, 2021).

Udara

Udara, khususnya kandungan karbon dioksida (CO_2), sangat penting dalam proses fotosintesis. Peningkatan konsentrasi CO_2 di atmosfer dapat meningkatkan laju fotosintesis, namun efeknya bergantung pada ketersediaan faktor lain seperti cahaya dan nutrisi (Ainsworth & Long, 2021).

Selain CO_2 , keberadaan polutan udara seperti ozon (O_3), sulfur dioksida (SO_2), dan nitrogen dioksida (NO_2) dapat menyebabkan kerusakan jaringan tanaman dan menurunkan produktivitas. Oleh karena itu, tanaman di daerah industri atau perkotaan perlu mendapatkan perlindungan atau pemilihan jenis yang toleran terhadap polusi (Wilkinson *et al.*, 2012).

Nutrisi

Nutrisi atau unsur hara merupakan bahan esensial bagi metabolisme dan struktur tanaman. Unsur hara dibagi menjadi makronutrien (N, P, K, Ca, Mg, S) dan mikronutrien (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl). Kekurangan atau kelebihan salah satu unsur dapat

menyebabkan gejala defisiensi atau toksisitas yang berujung pada gangguan pertumbuhan (Marschner, 2017).

Pemupukan yang bijak, berbasis analisis tanah dan kebutuhan tanaman, menjadi strategi penting dalam mencapai efisiensi pemupukan sekaligus mengurangi dampak lingkungan dari penggunaan pupuk berlebihan (Zhang *et al.*, 2021).

Media Tumbuh

Media tumbuh menyediakan dukungan fisik, air, udara, dan nutrisi bagi sistem perakaran tanaman. Jenis media, seperti tanah mineral, pasir, gambut, kompos, atau media hidroponik (rockwool, cocopeat), memiliki karakteristik fisik dan kimia yang berbeda-beda, yang akan mempengaruhi pertumbuhan akar dan penyerapan hara (Raviv & Lieth, 2019).

Sifat-sifat penting media tumbuh meliputi kapasitas menahan air, porositas, pH, ketersediaan hara, dan aktivitas mikroba. Dalam sistem pertanian modern, media tanam yang ideal dirancang untuk menunjang pertumbuhan optimal sekaligus ramah lingkungan.

3.4 Interaksi Antar Faktor

Pertumbuhan tanaman tidak hanya bergantung pada satu faktor tunggal, melainkan merupakan hasil dari interaksi kompleks antara berbagai faktor internal dan eksternal. Faktor-faktor ini saling berpengaruh dan terkadang bersifat sinergis, antagonis, atau kompensatoris dalam memengaruhi proses fisiologis dan morfologis tanaman (Sultan, 2015; Sadras & Richards, 2014). Dengan memahami dinamika interaksi ini, petani dan agronom dapat mengembangkan strategi budidaya yang lebih adaptif dan efisien.

Sinergi Antara Faktor Internal dan Eksternal

Tanaman dengan potensi genetik tinggi (faktor internal) hanya akan mampu mengekspresikan potensi tersebut secara maksimal bila didukung oleh lingkungan tumbuh yang optimal (faktor eksternal). Sebagai contoh, kultivar padi unggul tidak akan memberikan hasil tinggi jika ditanam di lahan miskin hara atau dalam kondisi kekeringan yang berkepanjangan (Lopes & Reynolds, 2012).

Di sisi lain, lingkungan yang sangat baik tidak akan menghasilkan tanaman produktif jika genetiknya lemah.

Efek Antagonistik dan Batasan Faktor Minimum

Prinsip Liebig tentang hukum minimum menyatakan bahwa pertumbuhan tanaman dibatasi oleh faktor yang paling kurang tersedia, bukan oleh faktor yang jumlahnya berlimpah (Van Noordwijk & Brussaard, 2014). Misalnya, meskipun tanaman menerima cahaya dan suhu yang ideal, kekurangan nitrogen atau fosfor akan tetap membatasi fotosintesis dan pembentukan biomassa. Dalam praktik pertanian, inilah mengapa pemupukan berimbang dan pengelolaan air sangat krusial.

Kompensasi Antar Faktor

Dalam beberapa kondisi, tanaman dapat mengompensasi kekurangan satu faktor dengan optimalisasi faktor lain. Sebagai contoh, kekurangan cahaya dapat dikompensasi oleh peningkatan kadar karbon dioksida dan suhu yang lebih tinggi, yang meningkatkan efisiensi fotosintesis (Long *et al.*, 2006). Demikian juga, sistem perakaran yang kuat (faktor internal) dapat meningkatkan kemampuan tanaman menyerap air dan nutrisi dari lingkungan yang terbatas (faktor eksternal).

Interaksi Faktor Biotik dan Abiotik

Interaksi juga terjadi antara faktor eksternal abiotik (seperti suhu, air, cahaya) dan faktor biotik, termasuk serangan organisme pengganggu tanaman (OPT). Cekaman abiotik sering kali menurunkan ketahanan tanaman terhadap gangguan biotik. Misalnya, tanaman yang mengalami cekaman kekeringan cenderung lebih rentan terhadap serangan hama seperti wereng atau ulat grayak (Suzuki *et al.*, 2014). Oleh karena itu, manajemen terpadu perlu mencakup pendekatan ekologi holistik.

Implikasi dalam Manajemen Budidaya

Pemahaman terhadap interaksi antar faktor ini sangat penting dalam merancang sistem budidaya yang adaptif dan berkelanjutan. Agronomi modern mendorong pendekatan berbasis sistem (systems

thinking), yang mengintegrasikan faktor iklim, tanah, genetik tanaman, teknologi, dan input agrikultural dalam satu kesatuan manajemen (Tiftonell & Giller, 2013). Hal ini penting untuk menghadapi tantangan perubahan iklim, degradasi lahan, dan keterbatasan sumber daya alam dalam pertanian masa depan.

3.5 Implikasi Praktis dalam Budidaya

Pemahaman terhadap faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan tanaman tidak hanya penting secara teoritis, tetapi juga sangat menentukan dalam praktik budidaya di lapangan. Pengetahuan ini memberikan dasar bagi pengambilan keputusan agronomis yang tepat guna meningkatkan produktivitas, efisiensi penggunaan sumber daya, serta ketahanan terhadap tekanan lingkungan dan perubahan iklim.

Pertama, pemilihan varietas yang sesuai dengan kondisi agroekologi setempat merupakan langkah awal yang sangat krusial. Setiap varietas memiliki karakter genetik berbeda yang menentukan responnya terhadap cahaya, suhu, cekaman kekeringan, maupun efisiensi penyerapan hara (Fischer *et al.*, 2014). Oleh karena itu, pendekatan budidaya berbasis lokasi (site-specific) menjadi strategi yang lebih rasional dibandingkan penerapan paket teknologi yang seragam.

Kedua, pengelolaan lingkungan tumbuh harus disesuaikan agar mendukung potensi pertumbuhan tanaman. Ini mencakup pengolahan tanah yang tepat, irigasi yang efisien, pemupukan berimbang berdasarkan analisis tanah, serta penanaman pada waktu dan jarak tanam yang optimal. Faktor eksternal seperti intensitas cahaya dan suhu, meskipun tidak dapat dikendalikan sepenuhnya, tetap bisa dimitigasi melalui penggunaan naungan, mulsa, atau pemilihan waktu tanam yang sesuai musim (Hatfield & Prueger, 2015).

Ketiga, integrasi pengelolaan faktor biotik dan abiotik dalam satu pendekatan manajemen terpadu menjadi sangat penting. Misalnya, stres kekeringan dapat memperparah serangan hama, sehingga praktik seperti rotasi tanaman, penggunaan varietas toleran, dan pengendalian hama ramah lingkungan perlu

dikombinasikan dalam satu sistem produksi yang berkelanjutan (Barman *et al.*, 2022).

Keempat, pentingnya monitoring dan evaluasi pertumbuhan tanaman secara periodik. Observasi terhadap tinggi tanaman, warna daun, jumlah anakan, atau gejala defisiensi hara dapat menjadi indikator penting dalam mendeteksi ketidakseimbangan faktor pertumbuhan. Dengan deteksi dini, tindakan korektif bisa dilakukan lebih cepat dan efektif.

Kelima, hasil dari pemahaman dan penerapan faktor-faktor pertumbuhan ini harus digunakan untuk mendukung inovasi teknologi pertanian lokal yang adaptif. Misalnya, pengembangan pupuk hayati, varietas lokal unggul, atau rekayasa mikroklimat pekarangan menjadi bagian dari penguatan sistem produksi berbasis sumber daya lokal dan kearifan lokal.

Dengan demikian, penerapan prinsip-prinsip dasar pertumbuhan tanaman dalam praktik budidaya tidak hanya meningkatkan hasil panen, tetapi juga memperkuat ketahanan sistem pertanian terhadap tantangan global. Hal ini menjadi fondasi penting dalam mendukung pembangunan pertanian yang tangguh, berkelanjutan, dan berdaya saing.

3.6 Penutup

Pertumbuhan tanaman merupakan proses biologis kompleks yang dipengaruhi oleh beragam faktor internal dan eksternal. Faktor internal meliputi sifat genetik, hormon, dan umur tanaman yang secara langsung menentukan potensi fisiologis serta kemampuan adaptasi tanaman terhadap lingkungan. Di sisi lain, faktor eksternal seperti cahaya, suhu, air, udara, unsur hara, dan gangguan organisme pengganggu tanaman (OPT), sangat menentukan apakah potensi genetik tersebut dapat terwujud secara optimal di lapangan.

Interaksi antara faktor internal dan eksternal tidak bersifat linier, tetapi dinamis dan saling memengaruhi. Sinergi, antagonisme, maupun kompensasi antarfaktor tersebut menentukan seberapa baik tanaman dapat tumbuh dan berkembang dalam berbagai kondisi agroekosistem. Pemahaman terhadap interaksi ini penting untuk mendukung pengambilan keputusan dalam praktik budidaya,

termasuk dalam pemilihan varietas, penyesuaian teknik agronomi, serta mitigasi terhadap stres lingkungan dan perubahan iklim.

Oleh karena itu, pendekatan budidaya tanaman yang berkelanjutan harus bersifat holistik, integratif, dan adaptif terhadap keragaman kondisi lokal. Dengan penguasaan pengetahuan dasar tentang faktor-faktor pertumbuhan tanaman, para petani, penyuluh, dan praktisi pertanian diharapkan mampu merancang sistem produksi yang lebih efisien, tangguh, dan selaras dengan prinsip agroekologi. Bab ini diharapkan dapat menjadi landasan konseptual bagi bab-bab selanjutnya dalam memahami aspek teknis budidaya tanaman secara lebih mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainsworth, E. A., & Long, S. P. (2021). 25 years of photosynthesis and rising atmospheric carbon dioxide. *Plant, Cell & Environment*, 44(3), 730–748.
- Barman, A., Barman, A. K., & Srinivas, A. (2022). Interaction of biotic and abiotic stress on plant health: A sustainable crop protection perspective. *Environmental and Sustainability Indicators*, 14, 100194.
- Challinor, A. J., Watson, J., Lobell, D. B., Howden, S. M., Smith, D. R., & Chhetri, N. (2016). A meta-analysis of crop yield under climate change and adaptation. *Nature Climate Change*, 4(4), 287–291.
- FAO. (2021). *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture (SOLAW) – Systems at breaking point*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fischer, R. A., Byerlee, D., & Edmeades, G. O. (2014). *Crop yields and global food security: Will yield increase continue to feed the world?* ACIAR Monograph No. 158.
- Gommers, C. M. M., Visser, E. J. W., St Onge, K. R., Voesenek, L. A. C. J., & Pierik, R. (2017). Shade tolerance: when growing tall is not an option. *Trends in Plant Science*, 18(2), 65–71.
- Hatfield, J. L., & Prueger, J. H. (2015). Temperature extremes: Effect on plant growth and development. *Weather and Climate Extremes*, 10, 4–10.
- IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report.
- Jones, H. G. (2014). *Plants and Microclimate: A Quantitative Approach to Environmental Plant Physiology* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Kaur, G., Sharma, D., & Singh, B. (2021). Understanding plant responses to environmental stresses: an overview. *Environmental and Experimental Botany*, 186, 104438.
- Lemaire, G., Jeuffroy, M. H., & Gastal, F. (2015). Diagnosis tool for plant and crop N status in vegetative stage: Theory and practices for

- crop N management. *European Journal of Agronomy*, 57, 22–30.
- Long, S. P., Ainsworth, E. A., Rogers, A., & Ort, D. R. (2006). Rising atmospheric carbon dioxide: plants FACE the future. *Annual Review of Plant Biology*, 55, 591–628.
- Lopes, M. S., & Reynolds, M. P. (2012). Drought adaptive traits and wide adaptation in elite lines derived from crosses involving synthetic hexaploid wheat. *Crop Science*, 52(2), 524–532.
- Marschner, P. (2017). *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants* (3rd ed.). Academic Press.
- Mickens, M. A., Torralba, N. D. L., Robinson, J. R., Spencer, L. M., Gerber, J. M., Odabas, M. S., & O'Connell, J. E. (2018). Growth and quality of basil (*Ocimum basilicum* L.) under different lighting treatments in a vertical farm. *Agricultural Sciences*, 9(10), 1251–1267.
- Poorter, H., Niklas, K. J., Reich, P. B., Oleksyn, J., Poot, P., & Mommer, L. (2019). Biomass allocation to leaves, stems and roots: Meta-analyses of interspecific variation and environmental control. *New Phytologist*, 193(1), 30–50.
- Prasetya, B., Wibowo, N., & Hasanah, U. (2020). Peran Genetik dalam Adaptasi Tanaman Terhadap Lingkungan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(3), 189–198.
- Raviv, M., & Lieth, J. H. (2019). *Soilless Culture: Theory and Practice* (2nd ed.). Academic Press.
- Sadras, V. O., & Richards, R. A. (2014). Improvement of crop yield in dry environments: benchmarks, levels of organisation and the role of nitrogen. *Field Crops Research*, 164, 1–9.
- Salisbury, F. B., & Ross, C. W. (2019). *Fisiologi Tumbuhan* (terj. Indonesia). Jakarta: Erlangga.
- Shahzad, R., Khan, A. L., Bilal, S., Waqas, M., & Lee, I. J. (2018). Bioactive compounds in plant growth regulation under biotic and abiotic stresses. *Plant Growth Regulation*, 86(1), 1–16.
- Sultan, S. E. (2015). *Organism and Environment: Ecological Development, Niche Construction, and Adaptation*. Oxford University Press.

- Suzuki, N., Rivero, R. M., Shulaev, V., Blumwald, E., & Mittler, R. (2014). Abiotic and biotic stress combinations. *New Phytologist*, 203(1), 32–43.
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2022). *Plant Physiology and Development* (7th ed.). Oxford University Press.
- Tittonell, P., & Giller, K. E. (2013). When yield gaps are poverty traps: the paradigm of ecological intensification in African smallholder agriculture. *Field Crops Research*, 143, 76–90.
- Van de Wouw, M., Kik, C., van Hintum, T., van Treuren, R., & Visser, B. (2021). Genetic diversity trends in twentieth century crop cultivars: A meta analysis. *Theoretical and Applied Genetics*, 134(3), 777–794.
- Van Noordwijk, M., & Brussaard, L. (2014). Minimizing ecological footprint of food: closing yield and efficiency gaps simultaneously? *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 8, 62–70.
- Vishwakarma, K., Upadhyay, N., Kumar, N., Yadav, G., Singh, J., Mishra, R. K., ... & Sharma, S. (2017). Absciscic acid signaling and abiotic stress tolerance in plants: A review on current knowledge and future prospects. *Frontiers in Plant Science*, 8, 161.
- Wahyuni, S., & Nurchayati, R. (2019). Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh terhadap Pertumbuhan Tanaman Hortikultura. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 7(2), 55–63.
- Wilkinson, S., Mills, G., Illidge, R., & Davies, W. J. (2012). How is ozone pollution reducing our food supply? *Journal of Experimental Botany*, 63(2), 527–536.
- Yusuf, M., Wahyuni, S., & Prasetyo, T. (2020). Pengaruh Faktor Lingkungan terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Hortikultura. *Jurnal Agribisnis dan Agroteknologi*, 3(1), 45–53.
- Zhang, X., Davidson, E. A., Mauzerall, D. L., Searchinger, T. D., Dumas, P., & Shen, Y. (2021). Managing nitrogen for sustainable development. *Nature*, 528(7580), 51–59.
- Zhao, Y. (2018). Essential roles of auxin in cell elongation and plant development. *Trends in Plant Science*, 23(12), 937–952.

BAB 4

TEKNIK PENANAMAN

Oleh Indah Sriwahyuni

4.1 Pendahuluan

Teknik penanaman merupakan salah satu unsur utama sebagai teknik dasar budidaya tanaman yang memiliki peran penting dalam menentukan keberhasilan pertumbuhan tanaman sehingga dapat menghasilkan produksi tanaman dengan jumlah yang optimal dan berkualitas. Pada sistem pertanian, penanaman merupakan serangkaian proses teknis yang mencakup penyiapan media tanam, penentuan waktu tanam, pengaturan jarak tanam, hingga metode tanam yang sesuai dengan karakteristik tanaman. Oleh karena itu, setiap pelaku budidaya tanaman perlu memahami teknik penanaman secara baik. Penanaman berarti menanam benih atau bibit pada suatu lahan yang telah disediakan. (Harnel, 2012). Dalam bidang pertanian kegiatan penanaman merupakan salah satu kegiatan yang cukup penting yang akan menentukan hasil pertanian. Petani Indonesia seperti petani di Sulawesi biasanya memakai cara tradisional dalam kegiatan penanaman, cara-cara itu selain menghabiskan tenaga dan waktu juga menghabiskan biaya. (Asrianto, 2013).

Sebagai langkah awal dalam siklus budidaya, teknik penanaman mempengaruhi seluruh fase pertumbuhan berikutnya. Tanaman yang ditanam dengan teknik yang benar akan memiliki peluang lebih besar untuk tumbuh sehat, kuat, dan produktif. Sebaliknya, kesalahan pada tahap awal ini dapat berdampak pada rendahnya tingkat tumbuh, pertumbuhan terhambat, dan penurunan hasil panen secara keseluruhan. Teknik penanaman telah mengalami berbagai inovasi. Metode tradisional yang mengandalkan keterampilan lokal dan alat sederhana masih banyak diterapkan, terutama pada pertanian skala kecil. Namun di sisi lain, muncul berbagai pendekatan modern seperti penanaman sistem hidroponik, aeroponik, dan

penggunaan mesin tanam otomatis yang lebih efisien dan presisi. Meski berbeda secara teknis, esensi dari semua metode tersebut tetap sama: mendapat hasil produksi tanaman yang baik dan berkualitas.

Salah satu aspek penting dalam teknik penanaman adalah pemilihan metode yang sesuai dengan jenis tanaman dan kondisi lingkungan. Contohnya seperti tanaman hortikultura, tanaman pangan, dan tanaman perkebunan yang memiliki karakteristik berbeda, maka memerlukan penanganan khusus saat penanaman. Selain itu, faktor-faktor seperti iklim, ketersediaan air, topografi lahan, dan jenis tanah juga harus dipertimbangkan dalam menentukan teknik tanam yang paling efektif. Penerapan teknik penanaman yang baik juga menjadi bagian dari pendekatan pertanian berkelanjutan. Melalui teknik tanam yang tepat, penggunaan pupuk dan air dapat dioptimalkan, serta risiko erosi dan degradasi tanah dapat ditekan. Dengan demikian, teknik penanaman tidak hanya berdampak pada produktivitas tanaman, tetapi juga pada kelestarian ekosistem pertanian secara keseluruhan.

Bagi petani, pemahaman tentang teknik penanaman bukan hanya meningkatkan efisiensi kerja, tetapi juga memberi peluang untuk menghadapi tantangan pertanian modern, seperti perubahan iklim, keterbatasan lahan, dan peningkatan kebutuhan pangan. Oleh karena itu, edukasi mengenai teknik penanaman perlu terus ditingkatkan melalui pelatihan, penyuluhan, maupun integrasi dalam sistem pendidikan pertanian.

4.2 Persiapan Lahan

Persiapan lahan merupakan tahap awal dalam budidaya tanaman yang sangat menentukan keberhasilan proses penanaman dan pertumbuhan tanaman selanjutnya. Kegiatan ini bertujuan menciptakan kondisi fisik, kimia, dan biologi tanah yang optimal agar benih atau bibit yang ditanam dapat tumbuh secara maksimal. Persiapan lahan yang optimal akan membantu akar tanaman berkembang dengan baik, memudahkan penyerapan unsur hara, serta mempercepat pertumbuhan tanaman sejak awal pada masa

tanam. bedengan perlu dirancang sedemikian rupa untuk menjamin ketersediaan dan pengelolaan air yang baik. Proses persiapan lahan seperti olah lahan dapat dilihat pada gambar 4.1 dan proses pembuatan bedengan dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.1. Proses Olah Lahan

(Sumber: <https://bbpplembang.bppsdp.pertanian.go.id/publikasi-detail/982>, 2020)



Gambar 4.2. Pembuatan Bendengan

(Sumber: <https://bbpplembang.bppsdp.pertanian.go.id/publikasi-detail/982>, 2020)

Langkah pertama dalam persiapan lahan adalah pembersihan area tanam dari gulma, sisa tanaman sebelumnya, dan benda asing seperti batu, plastik, atau kayu. Pembersihan ini penting untuk mencegah kompetisi antara tanaman utama dengan gulma dalam hal cahaya, air, dan nutrisi. Selain itu, sisa-sisa tanaman yang tersisa dapat menjadi sumber penyakit bagi tanaman serta hama yang akan mengganggu pertumbuhan tanaman baru.

Setelah lahan dibersihkan, proses selanjutnya adalah pengolahan tanah. Tanah diolah agar menjadi gembur dan memiliki pori-pori yang cukup untuk pergerakan udara dan air. Pengolahan ini biasanya dilakukan melalui pembajakan atau pencangkulan, tergantung pada luas lahan dan alat yang tersedia. Tanah yang gembur memudahkan akar tanaman menembus media tanam, meningkatkan efisiensi pemupukan, serta mempercepat infiltrasi air ke dalam tanah.

Pada saat pengolahan tanah, penting juga untuk melakukan pemetaan kondisi lahan, termasuk jenis tanah, pH tanah, dan tingkat kesuburannya. Bila pH tanah tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman yang akan dibudidayakan, dapat dilakukan pengapuran (untuk tanah asam) atau penambahan belerang (untuk tanah basa). Dengan menyesuaikan kondisi tanah sejak awal, petani dapat menghindari berbagai masalah pertumbuhan tanaman di kemudian hari.

Tahap berikutnya adalah perbaikan drainase dan pengaturan sistem irigasi. Lahan dengan drainase buruk dapat menyebabkan genangan yang merusak akar tanaman, terutama pada tanaman yang tidak tahan air. Sebaliknya, daerah yang terlalu kering membutuhkan sistem irigasi yang efisien agar kebutuhan air tanaman tetap terpenuhi. Oleh karena itu, sebelum tanam, saluran air atau

Dalam persiapan lahan juga perlu dilakukan pemupukan dasar, yaitu penambahan bahan organik seperti pupuk kandang, kompos, atau pupuk hijau. Bahan organik berperan penting dalam memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK), dan menyediakan unsur hara makro dan mikro yang diperlukan tanaman. Pemupukan ini sebaiknya

dilakukan bersamaan atau setelah pengolahan tanah agar hara dapat tercampur merata.

Persiapan lahan yang dilakukan dengan baik akan menciptakan lingkungan tumbuh yang optimal bagi tanaman dan meningkatkan efisiensi seluruh kegiatan budidaya. Sebaliknya, jika tahap ini diabaikan atau dilakukan secara asal-asalan, maka akan berdampak buruk pada hasil produksi secara keseluruhan. Oleh karena itu, setiap kegiatan budidaya tanaman harus selalu diawali dengan persiapan lahan yang terencana, tepat waktu, dan sesuai dengan kebutuhan jenis tanaman yang akan dibudidayakan.

4.2 Penentuan Pola dan Jarak Tanam

Penentuan pola dan jarak tanam merupakan aspek penting dalam praktik budidaya tanaman yang sangat menentukan keberhasilan pertumbuhan serta hasil produksi tanaman. Pengaturan pola dan jarak tanam yang tepat akan memengaruhi tingkat kerapatan tanaman, efisiensi penggunaan lahan, serta kemampuan tanaman dalam menyerap air, cahaya matahari, dan unsur hara. Sebaliknya, kesalahan atau ketidaktepatan dalam menentukan pola dan jarak tanam dapat, penurunan hasil produksi tanaman.

Pola tanam adalah susunan atau sistem penanaman yang diterapkan pada suatu lahan, dan umumnya dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu sistem Monokultur dan sistem Polikultur. Sistem monokultur merupakan teknik budidaya dengan menanam satu jenis tanaman di suatu lahan pada suatu waktu tertentu. Budidaya tanaman secara monokultur umumnya diterapkan pada tanaman semusim, tanaman dua tahunan maupun tanaman tahunan. Sementara untuk sistem polikultur merupakan Teknik budidaya tanaman dengan menanam lebih dari satu jenis tanaman pada lahan yang sama secara bersamaan ataupun bergantian. Pada sistem polikultur biasanya jenis pola tanam yang digunakan diantaranya adalah tumpang gilir (*multiple cropping*), tanaman pendamping (*companion planting*), tanaman campuran (*mixed planting*), tumpang sari, penanaman

Lorong, dan rotasi tanaman. Berikut pengertian dari berbagai Teknik multikultur, yaitu :

1. **Tumpang gilir** : Pola penanaman yang dilakukan dengan menanam lebih dari satu jenis tanaman pada lahan yang sama selama satu tahun untuk memperoleh lebih dari satu hasil panen.
2. **Tanaman pendamping**: Pola tanam yang dilakukan dengan menanam lebih dari satu tanaman dalam satu bedeng dengan tanaman lain yang melengkapi kebutuhan fisik dan unsur hara.
3. **Tanaman campuran**: Pola tanam yang dilakukan dengan menanam lebih dari satu jenis tanaman pada suatu lahan dalam waktu yang sama. Seperti tomat dan kubis dalam satu bedeng. Hal ini berfungsi untuk mengendalikan penyakit dan hama, seperti ngengat trip yang biasanya merusak tanaman kubis.
4. **Tumpang sari** : Pola tanam yang dilakukan dengan menanam lebih dari satu jenis tanam pada satu lahan serta dilakukan dalam satu waktu yang sama dengan baris-barisan teratur.
5. **Penanaman Lorong** : Pola tanam yang dilakukan dengan menanam tanaman yang berumur pendek seperti wortel, selada, dan beberapa jenis tanaman lainnya yang cepat tumbuh di antara larikan tanaman yang tumbuh tinggi serta berumur panjang atau tahunan. Pola ini biasanya diterapkan pada pohon kayu yang membutuhkan waktu bertahun-tahun untuk tumbuh tinggi dan bisa dipanen. Hal ini berguna untuk menambah pemasukan petani dengan memanfaatkan lorong barisan pohon.
6. **Pergiliran tanaman/rotasi tanaman**: Pola tanam yang dilakukan dengan menanam jenis-jenis tanaman dari famili yang berbeda-beda secara bergantian atau bergilir. Tujuan dari pergiliran tanaman adalah untuk mengendalikan penyebaran hama dan penyakit. Penggunaan tanaman yang berbeda famili akan memutuskan siklus kehidupan hama dan penyakit karena kehilangan tempat tinggal sehingga lahan akan bersih dari hama yang mengganggu tanaman tertentu.

Jarak tanam adalah ruang antar tanaman satu dengan lainnya, baik dalam satu barisan maupun antarbaris. Jarak ini sangat bergantung pada jenis tanaman, ukuran tajuk, sistem perakaran, dan kebutuhan cahaya. Misalnya, tanaman dengan tajuk lebar seperti tomat atau cabai membutuhkan jarak yang lebih lebar dibandingkan dengan tanaman daun seperti sawi atau bayam. Pengaturan jarak tanam juga sangat penting untuk menjamin sirkulasi udara yang baik di antara tanaman, yang berperan dalam menekan kelembapan dan mencegah penyakit. Menurut (Wiratno, 2011), jarak penanaman menjadi aspek yang dapat mempengaruhi kualitas dan kuantitas tumbuhan.

Penentuan jarak tanam juga dipengaruhi oleh tujuan budidaya. Untuk produksi intensif dengan hasil maksimal, jarak tanam sering kali disesuaikan agar populasi tanaman per satuan luas menjadi optimal. Namun, jika tanaman dipelihara dalam jangka panjang atau untuk menghasilkan kualitas buah yang lebih besar, jarak tanam bisa diperlebar agar pertumbuhan tanaman lebih leluasa.

Pengaruh iklim dan kondisi tanah turut memengaruhi pola dan jarak tanam. Di daerah kering atau berpasir, jarak tanam bisa diperlebar untuk mengurangi kompetisi air. Sebaliknya, di daerah lembab dan subur, jarak tanam bisa dibuat lebih rapat namun tetap dengan memperhatikan sirkulasi udara. Begitu juga dengan tekstur tanah, ketersediaan unsur hara, dan topografi lahan yang harus dianalisis sebelum menentukan pola dan jarak tanam yang ideal.

Dalam sistem pertanian modern, penggunaan alat dan mesin pertanian juga berpengaruh terhadap pengaturan jarak tanam. Mekanisasi menuntut pengaturan barisan tanam yang seragam dan konsisten. Selain itu, dalam sistem tanam presisi, jarak tanam ditentukan dengan perangkat digital yang memungkinkan distribusi benih atau bibit lebih akurat dan efisien. Penggunaan mulsa, fertigasi, dan sistem tanam berbasis sensor juga mendorong penerapan jarak tanam yang lebih ilmiah dan terukur.

Secara keseluruhan, pola dan jarak tanam tidak bisa ditentukan secara sembarangan. Dibutuhkan pemahaman yang

menyeluruh mengenai sifat biologis tanaman, kondisi lingkungan, serta tujuan budidaya agar pengaturan ini bisa memberikan hasil maksimal. Penerapan pola dan jarak tanam yang tepat bukan hanya meningkatkan produktivitas, tetapi juga menciptakan sistem budidaya yang lebih berkelanjutan, efisien, dan ramah lingkungan.

4.3 Media dan Alat Penanaman

Pada kegiatan budidaya tanaman, media dan alat penanaman memiliki peran penting dalam menunjang keberhasilan pertumbuhan tanaman. Media tanam berfungsi sebagai tempat tumbuh dan berkembangnya akar tanaman, sementara alat penanaman membantu mempermudah dan mempercepat proses tanam. Pemilihan media dan alat yang tepat harus disesuaikan dengan jenis tanaman, metode budidaya, serta kondisi lingkungan.

Prayugo (2007) menyebutkan untuk media tanam yang baik kualitasnya harus memiliki persyaratan seperti bagai tempat berpijak bagi tanaman/tumbuhan, dan juga memiliki kemampuan mengikat air, menyuplai unsur hara yang dibutuhkan tanaman, serta mampu mengatur kelebihan air (*drainase*), dan juga memiliki sirkulasi, kemudian dengan ketersediaan udara (*aerasi*) yang baik dapat mempertahankan kelembaban di sekitar akar tanaman dan juga akan tidak mudah rapuh ataupun lapuk. Media tanam secara umum dibedakan menjadi dua kategori utama, yaitu media tanam alami dan media tanam buatan. Media alami meliputi tanah, pasir, dan campuran organik seperti kompos atau pupuk kandang. Media buatan, seperti rockwool, arang sekam, cocopeat, dan vermikulit, biasanya digunakan pada sistem pertanian modern seperti hidroponik. Setiap jenis media memiliki karakteristik berbeda, seperti daya serap air, aerasi, dan kandungan hara.

Tanah merupakan media tanam paling umum dan alami yang digunakan dalam budidaya tanaman. Tanah yang baik untuk penanaman adalah tanah yang subur, memiliki struktur remah, cukup unsur hara, dan pH yang sesuai dengan kebutuhan tanaman. Namun, kualitas tanah sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, sehingga pengolahan dan pemupukan menjadi penting untuk menjaga kesuburannya.

Untuk sistem tanam di luar lahan terbuka, media tanam campuran seperti campuran tanah, kompos, dan pasir sering digunakan dalam pot atau polybag. Campuran ini dirancang untuk meningkatkan porositas, ketersediaan air, dan unsur hara. Sementara itu, dalam hidroponik, media tanam harus bersifat netral, ringan, dan mampu menahan kelembaban, seperti rockwool dan hidroton.

Dalam proses penanaman, berbagai alat bantu penanaman diperlukan untuk efisiensi kerja. Alat sederhana seperti tugal digunakan untuk membuat lubang tanam secara manual, sedangkan alat seperti garpu taman dan cangkul digunakan untuk menggemburkan tanah dan menyiapkan bedengan. Di lahan pertanian yang lebih luas, penggunaan mesin tanam (*transplanter*) semakin umum karena dapat meningkatkan produktivitas dan konsistensi penanaman.

Polybag, pot, dan tray semai merupakan alat wadah tanam yang banyak digunakan dalam sistem budidaya intensif atau pertanian pekarangan. Polybag memungkinkan mobilitas dan pengaturan media tanam secara fleksibel. Tray semai digunakan untuk pembibitan agar pertumbuhan bibit seragam dan mudah dipindahkan ke lahan tanam utama tanpa merusak akar.

Dengan berkembangnya teknologi pertanian, penggunaan alat dan media modern menjadi semakin luas. Contohnya, sistem irigasi tetes yang terintegrasi dengan pot tanam atau NFT (*Nutrient Film Technique*) dalam hidroponik yang menggunakan pipa sebagai media tanam. Inovasi-inovasi ini tidak hanya mempermudah penanaman, tetapi juga meningkatkan efisiensi air, nutrisi, dan ruang, terutama dalam sistem pertanian urban.

4.4 Kesimpulan

Setiap pola dan metode penanaman, dengan cara monokultur dan polikultur, ataupun baik secara langsung, persemaian, tugal, baris, pot, maupun sistem modern seperti hidroponik dan vertikultur, memiliki kelebihan dan kekurangan pada masing-masing Teknik tersebut. Pemilihannya perlu mempertimbangkan efisiensi, kemudahan pemeliharaan, serta kondisi lingkungannya. Media tanam, baik alami seperti tanah dan kompos, maupun buatan seperti

cocopeat atau rockwool, berfungsi sebagai penopang akar dan penyedia unsur hara. Sementara itu, alat-alat penanaman dari yang sederhana sepertiugal hingga mesin tanam modern menjadi faktor pendukung yang mempercepat dan mengefisienkan proses tanam.

Dengan penguasaan teknik penanaman yang tepat dan pemanfaatan media serta alat yang sesuai, proses budidaya dapat dilakukan secara efektif dan berkelanjutan. Hal ini tidak hanya berdampak pada peningkatan produktivitas pertanian, tetapi juga mendukung praktik pertanian yang ramah lingkungan dan efisien dalam penggunaan sumber daya.

Oleh karena itu, keterampilan dan pengetahuan mengenai teknik penanaman perlu terus ditingkatkan dan disesuaikan dengan perkembangan teknologi serta kebutuhan pertanian masa kini. Petani yang adaptif terhadap perubahan dan inovasi akan lebih mampu menghadapi tantangan dalam produksi pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- Asrianto, 2013. Inovasi Teknologi Penerapan Mesin Penanaman padi (RICE TRANSPANTER) SPW-48 di desa Kariango Kecamatan Baibunta Kabupaten Luwu Utara. Makassar: Universitas Muhamadiyah Makassar.
- Harnel, 2012. Kajian Teknis dan Ekonomis Alat Tanam Bibit Padi Manual (Transplanter) Modifikasi Nalai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian di Kabupaten Sijunjung, Sumatera Barat. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Barat.
- Prayugo, S. 2007. Media Tanam untuk Tanaman Hias. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Rieke. 2020. *Pengolahan Lahan untuk Penanaman Cabai dan Tomat di Lahan Praktik BBPP Lembang*. Diakses pada 29 Mei 2025 dari <https://bbpplembang.bppsdp.pertanian.go.id/publikasi-detail/982>
- Wiratno, M. Rizal, & Laba, I. W. (2011). "Potensi ekstrak tanaman obat dan aromatik sebagai pengendali keong mas". Buletin Littro. Vol. 22 (1): 54–64

BAB 5

PENGELOLAAN TANAH

Oleh Mahmudin

5.1 Pendahuluan

Tanah adalah salah satu sumber daya alam paling penting dan mendasar bagi kehidupan di bumi. Selain berfungsi sebagai media tumbuh bagi tanaman, tanah juga berperan dalam menjaga siklus air, penyimpanan karbon dan mendukung keanekaragaman hayati. Ketersediaan tanah yang sehat dan subur sangat menentukan keberhasilan pertanian dan ketahanan pangan suatu negara. Dalam kehidupan sehari-hari tanah diartikan sebagai wilayah darat di mana di atasnya dapat digunakan untuk berbagai usaha misalnya pertanian, peternakan, mendirikan bangunan dan lain-lain (Hardjowigeno, 2015).

Namun, seiring dengan pertumbuhan populasi dan perkembangan ekonomi, tekanan terhadap pemanfaatan tanah semakin meningkat. Penggunaan tanah yang tidak berkelanjutan, seperti penggundulan hutan, praktik pertanian intensif tanpa konservasi, serta pembangunan tanpa pengelolaan lingkungan yang baik, menyebabkan berbagai permasalahan seperti erosi, penurunan kesuburan tanah, pencemaran, dan bahkan perubahan fungsi lahan.

Degradasi tanah yang meluas ini berdampak negatif tidak hanya terhadap produktivitas lahan, tetapi juga terhadap keseimbangan ekosistem dan kehidupan manusia secara keseluruhan. Oleh karena itu, pengelolaan tanah yang baik dan berkelanjutan menjadi sebuah kebutuhan mutlak untuk memastikan bahwa tanah tetap mampu mendukung kehidupan sekarang dan generasi yang akan datang.

5.2 Pengertian Pengelolaan Tanah

Pengelolaan tanah adalah rangkaian tindakan dan strategi yang diterapkan untuk menjaga, memperbaiki, dan memanfaatkan tanah secara optimal dan berkelanjutan. Tujuannya adalah agar tanah tetap

produktif, tidak rusak, dan dapat memenuhi kebutuhan generasi sekarang tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang. Pengelolaan tanah yang baik mencakup aspek fisik (misalnya pengolahan tanah), kimia (pengaturan pH, pemupukan), dan biologi (menjaga organisme tanah), serta mempertimbangkan aspek sosial-ekonomi dan budaya masyarakat.

Secara umum, pengelolaan tanah dapat didefinisikan sebagai serangkaian tindakan atau upaya manusia yang bertujuan untuk merawat, memperbaiki dan memanfaatkan tanah secara optimal dan berkelanjutan. Pengelolaan tanah tidak hanya berarti menyiapkan lahan untuk bercocok tanam, tetapi mencakup pendekatan menyeluruh terhadap penggunaan tanah dengan memperhatikan keseimbangan ekosistem, kesuburan tanah dan keberlanjutan lingkungan.



Gambar 5.1. Pengelolaan Tanah
(Sumber : Dokumen pribadi)

Menurut *Food and Agriculture Organization* (FAO), pengelolaan tanah adalah penerapan ilmu tanah dan pengetahuan lokal untuk penggunaan tanah secara bijak, agar dapat terus mendukung kehidupan dan produktivitas manusia tanpa menyebabkan degradasi sumber dayanya. Pada umumnya tanah memasok 13 dari 16 unsur hara esensial yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman, terutama tanaman pangan. Unsur hara esensial tersebut harus terus menerus tersedia dalam takaran yang berimbang. Namun demikian, hal ini tidak selalu terjadi pada semua jenis tanah. Beberapa tanah tertentu yang tidak dapat memnuhi tujuan tersebut

disebut sebagai tanah tidak subur. Sebaliknya, ada beberapa tanah yang dapat memenuhi tujuan tersebut dan tanah tersebut disebut tanah subur. Oleh karena itu, pentingnya pengelolaan tanah dalam budidaya tanaman (Handayanto, dkk. 2017).

5.3 Tujuan Pengelolaan Tanah

Tujuan pengelolaan tanah adalah sasaran atau hasil yang ingin dicapai melalui serangkaian upaya dan tindakan dalam memanfaatkan dan merawat tanah. Tujuan ini menjadi landasan bagi perencanaan dan pelaksanaan praktik pengelolaan tanah agar tanah tetap produktif, sehat dan lestari.

Tanah adalah salah satu sumber daya alam yang sangat penting karena berperan sebagai media utama bagi pertumbuhan tanaman dan penopang kehidupan manusia serta makhluk hidup lainnya. Namun, tanah memiliki keterbatasan dalam hal kesuburan dan ketahanan terhadap kerusakan. Oleh karena itu, pengelolaan tanah yang baik diperlukan untuk memastikan tanah tetap produktif dan mampu memenuhi kebutuhan manusia baik saat ini maupun di masa depan. Adapun tujuan dari pengelolaan tanah yaitu sebagai berikut:

5.3.1 Menjaga dan Meningkatkan Kesuburan Tanah

Menjaga dan meningkatkan kesuburan tanah merupakan tindakan yang bertujuan untuk mempertahankan atau memperbaiki kandungan unsur hara, struktur fisik dan kualitas biologis tanah agar tetap mendukung produktivitas pertanian atau keperluan lainnya sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik dan hasil panen optimal. Hal ini dilakukan dengan cara memelihara kandungan unsur hara, menjaga keseimbangan pH tanah, serta memperkaya tanah dengan bahan organik melalui pupuk kompos atau pemupukan hayati. Tanah yang subur juga mampu menahan air dan mendukung aktivitas mikroorganisme yang bermanfaat.

5.3.2 Mencegah Kerusakan dan Degradasi Tanah

Pengelolaan tanah bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan tanah yang dapat mengurangi produktivitasnya, seperti erosi, pencemaran, salinisasi dan pemadatan tanah. Dengan menerapkan teknik konservasi tanah seperti *terasering*, penanaman

vegetasi penutup dan pengelolaan air yang baik, sehingga risiko kerusakan tanah dapat dikurangi. Pencegahan ini sangat penting agar lapisan tanah atas yang subur tidak hilang terbawa air atau angin.

5.3.3 Mengoptimalkan Pemanfaatan Tanah Sesuai Karakteristiknya

Pengelolaan tanah juga bertujuan agar penggunaan tanah disesuaikan dengan karakteristik fisik, kimia dan biologis tanah itu sendiri. Setiap jenis tanah memiliki kemampuan dan batasan tertentu, sehingga pemilihan tanaman atau kegiatan yang tepat sangat penting untuk menghindari eksploitasi berlebihan yang dapat merusak tanah. Pengelolaan yang tepat memastikan tanah digunakan secara efektif dan efisien.

5.3.4 Mendukung Ketahanan Pangan

Pengelolaan tanah yang baik berkontribusi langsung pada ketahanan pangan dengan meningkatkan produktivitas pertanian secara berkelanjutan. Selain itu, tanah yang dikelola dengan benar meningkatkan kesejahteraan petani dan masyarakat karena hasil panen yang lebih baik dan lingkungan hidup yang sehat. Oleh karena itu, pengelolaan tanah merupakan bagian penting dalam pembangunan sosial dan ekonomi.

5.3.5 Pengelolaan Tanah Berkelanjutan untuk Masa Depan

Tujuan akhir dari pengelolaan tanah adalah memastikan bahwa tanah tetap dapat digunakan secara berkelanjutan oleh generasi mendatang. Ini berarti pengelolaan tanah harus mampu menjaga keseimbangan antara penggunaan saat ini dan pelestarian untuk masa depan, dengan memperhatikan aspek lingkungan, sosial dan ekonomi. Pengelolaan berkelanjutan menjamin tanah tetap produktif dan sehat dalam jangka panjang.

5.4 Teknik-Teknik Pengelolaan Tanah

Tujuan pengelolaan tanah adalah sasaran atau hasil yang ingin dicapai melalui serangkaian upaya dan tindakan dalam memanfaatkan dan merawat tanah. Tujuan ini menjadi landasan bagi perencanaan dan pelaksanaan praktik pengelolaan tanah agar tanah

tetap produktif, sehat dan lestari. Adapun beberapa teknik pengelolaan tanah yaitu sebagai berikut:

5.4.1 Pengolahan Tanah (*Tillage*)

Pengolahan tanah merupakan proses mengolah permukaan tanah agar menjadi gembur dan siap ditanami atau manipulasi mekanik terhadap tanah untuk menciptakan keadaan tanah yang baik untuk tanaman. Tujuannya adalah untuk memperbaiki struktur tanah, meningkatkan sirkulasi udara, memperlancar infiltrasi air dan mengendalikan gulma. Pengolahan tanah dapat dilakukan secara manual menggunakan cangkul atau alat tradisional, maupun secara mekanis dengan traktor dan bajak. Namun, pengolahan tanah yang berlebihan dapat merusak struktur tanah dan mengurangi kandungan bahan organik, sehingga perlu dilakukan secara bijak, misalnya dengan metode *minimum tillage*.

5.4.2 Konservasi Tanah dan Air

Konservasi tanah merupakan suatu teknik atau cara dengan penggunaan yang sesuai dengan kemampuan tanah tersebut dan memperlakukan sesuai dengan syarat-syarat yang diperlukan agar tidak rusak. Konservasi tanah bertujuan untuk mencegah kerusakan tanah akibat erosi dan aliran permukaan air. Konservasi air yaitu penggunaan air untuk bidang pertanian seefisien mungkin dan pengaturan waktu aliran sehingga tidak banjir dan cukup air pada musim kemarau. Teknik ini sangat penting terutama di daerah berkontur atau berbukit. Contoh teknik konservasi tanah adalah pembuatan terasering di lahan miring, penanaman tanaman penutup tanah (*cover crop*) dan penanaman sejajar garis kontur. Selain itu, pembuatan saluran drainase dapat mengatur air hujan agar tidak mengikis tanah. Konservasi tanah dan air menjaga kesuburan tanah dan mempertahankan lapisan atas tanah (*topsoil*) yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman.

5.4.3 Pemupukan

Pemupukan merupakan tindakan menambahkan zat atau bahan tertentu ke dalam tanah dengan tujuan untuk memperbaiki atau meningkatkan kesuburan tanah. Tanah yang subur harus

mengandung unsur hara esensial bagi tanaman seperti nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), Kalsium (Ca) dan lain sebagainya. Oleh karena itu, pemupukan menjadi teknik utama dalam pengelolaan tanah. Pemupukan dapat menggunakan bahan organik seperti pupuk kandang, kompos, dan pupuk hijau, atau pupuk anorganik seperti urea, TSP dan KCl. Pupuk organik memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan kandungan bahan organik, sedangkan pupuk kimia memberikan nutrisi secara cepat. Pemupukan harus dilakukan secara berimbang dan berdasarkan kebutuhan tanaman serta kondisi tanah agar tidak terjadi kelebihan atau kekurangan unsur hara.

5.4.4 Pengelolaan pH Tanah

Reaksi keasaman tanah (pH) merupakan salah satu karakteristik fisiologi paling penting dari larutan tanah. Kemasaman tanah memiliki efek langsung terhadap ketersediaan hara bagi tanaman. Kisaran pH terbaik untuk sebagian besar hara adalah antara pH 6.0 dan 7.0 (Nopriani, dkk. 2023). Jika pH tanah terlalu asam, maka unsur hara seperti fosfor akan terikat dan tidak tersedia bagi tanaman. Hal ini disebabkan terfiksasi oleh liat dan oksida-oksida Al dan Fe membentuk Al-P dan Fe-P yang sukar larut sehingga tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Untuk mengatasi tanah asam, dilakukan pengapuran dengan kapur pertanian seperti dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$). Sebaliknya, tanah yang terlalu basa dapat diperbaiki dengan menambahkan bahan organik atau belerang. Pengelolaan pH tanah sangat penting untuk menciptakan lingkungan tanah yang sesuai bagi pertumbuhan tanaman.

5.4.5 Rotasi Tanaman

Rotasi tanaman merupakan praktik penanaman berbagai jenis tanaman secara bergiliran di satu lahan. Rotasi tanam adalah pola tanam yang dilakukan secara bergilir dalam urutan waktu tertentu. Rotasi sering diterapkan petani untuk mencegah perkembangan hama dan penyakit, memelihara atau memperbaiki kesuburan tanah (ketersediaan hara dan sifat-sifat fisik tanah) dan mengurangi erosi lahan, meningkatkan retensi air dan hara dan menurunkan kebutuhan pupuk kimia melalui penanaman tanaman legum,

mengendalikan gulma dan memperbaiki struktur tanah (Suprihatin dan Amirrullah, 2018).

Praktik ini berguna untuk mencegah kelelahan tanah, mengurangi serangan hama dan penyakit, serta meningkatkan kesuburan tanah. Misalnya, setelah menanam tanaman pangan seperti jagung, musim berikutnya ditanam kacang-kacangan yang mampu mengikat nitrogen dari udara. Dengan demikian, rotasi tanaman menjaga keseimbangan unsur hara dan membantu memperbaiki struktur tanah secara alami.

5.4.6 Pengelolaan Irigasi dan Drainase

Saluran irigasi berfungsi untuk mengalirkan air ke lahan pertanian guna menyediakan kelembapan yang dibutuhkan agar tanaman dapat tumbuh dengan baik, sementara saluran drainase berperan mengalirkan kelebihan air dari suatu area ke tempat lain agar terhindar dari genangan yang dapat merusak tanaman. Air merupakan faktor penting dalam produktivitas tanah. Pengelolaan irigasi yang baik bertujuan untuk memastikan tanaman mendapat air yang cukup, tanpa menyebabkan kelebihan air atau kekeringan. Sistem irigasi yang efisien seperti irigasi tetes atau *sprinkler* membantu menghemat air dan meningkatkan efektivitas penggunaan air. Selain itu, drainase yang baik penting untuk mencegah genangan air yang bisa merusak akar tanaman dan menyebabkan tanah menjadi becek atau tergenang.

5.4.7 Penambahan Bahan Organik

Pemberian bahan organik ke dalam tanah harus dilakukan secara berkelanjutan karena bahan organik merupakan komponen yang penting untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas sifat-sifat tanah (Nita, dkk. 2015). Bahan organik seperti pupuk kandang, kompos, jerami dan biochar sangat penting untuk meningkatkan kesuburan tanah. Bahan organik meningkatkan kapasitas tanah menahan air, memperbaiki struktur tanah dan menjadi sumber makanan bagi mikroorganisme tanah. Penambahan bahan organik secara rutin juga membantu tanah menjadi lebih gembur dan subur, serta meningkatkan aktivitas biologis di dalam tanah yang sangat penting bagi siklus hara.

5.4.8 Pengendalian Gulma, Hama dan Penyakit

Pengendalian Gulma, Hama dan Penyakit diharapkan dapat mengurangi pencemaran, kerusakan lingkungan, keracunan maupun kehilangan organisme non target serta memiliki tujuan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi pertanian berkelanjutan (Malado, dkk. 2023). Tanah yang sehat juga harus bebas dari gangguan organisme pengganggu tanaman seperti gulma, hama dan penyakit. Teknik pengendalian ini dapat dilakukan secara mekanis (penyiangan), kimiawi (herbisida dan pestisida), maupun biologis (musuh alami). Pengendalian yang terintegrasi dan ramah lingkungan sangat dianjurkan untuk menjaga keseimbangan ekosistem tanah dan mencegah pencemaran lingkungan.

5.4.9 Rehabilitasi dan Reklamasi Lahan

Rehabilitasi dan reklamasi lahan merupakan dua upaya krusial dalam memulihkan kondisi lahan yang mengalami kerusakan atau gangguan, baik yang disebabkan oleh faktor alam maupun aktivitas manusia seperti pertambangan, deforestasi, atau praktik pertanian yang berlebihan. Tanah yang telah rusak atau mengalami degradasi perlu direhabilitasi agar dapat digunakan kembali. Teknik ini dilakukan dengan menanam vegetasi penutup seperti tanaman *mucuna*, memperbaiki drainase dan menambahkan bahan organik ke tanah. Untuk lahan bekas tambang atau lahan tandus, dapat dilakukan reklamasi dengan cara memperbaiki struktur tanah secara fisik dan kimiawi agar kembali subur. Upaya ini penting untuk mengembalikan fungsi ekologis dan produktivitas tanah.

5.4.10 Pemanfaatan Teknologi Pertanian Modern

Penggunaan teknologi pertanian modern merupakan penerapan inovasi serta peralatan canggih dalam proses budidaya pertanian guna meningkatkan hasil produksi, efisiensi kerja dan keberlanjutan sistem pertanian. Teknologi ini meliputi berbagai tahapan, mulai dari pengolahan tanah hingga proses panen dan penanganan hasil pascapanen.

Pengelolaan tanah modern kini didukung oleh teknologi seperti sensor kelembaban tanah, pemetaan digital kesuburan tanah, hingga sistem pertanian presisi. Teknologi ini memungkinkan petani

mengetahui kondisi tanah secara *real-time* dan mengambil keputusan tepat dalam pemupukan, pengairan, maupun rotasi tanaman. Dengan memanfaatkan teknologi, pengelolaan tanah menjadi lebih efisien, hemat sumber daya dan berkelanjutan.

5.5 Teknologi dalam Pengelolaan Tanah

Dalam era pertanian modern, teknologi memegang peranan penting dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengelolaan tanah. Penggunaan teknologi tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan hasil produksi, tetapi juga untuk menjaga keberlanjutan sumber daya tanah. Tanah yang dikelola dengan teknologi secara tepat dapat mempertahankan kesuburan, menghindari degradasi, serta mendukung ketahanan pangan secara berkelanjutan. Oleh karena itu, penerapan teknologi menjadi salah satu pilar utama dalam sistem pertanian berkelanjutan saat ini.

Salah satu istilah yang dikenal yaitu **pertanian presisi (*precision agriculture*)**. Pertanian presisi adalah pendekatan manajemen lahan pertanian yang menggunakan teknologi informasi untuk memastikan tanaman dan tanah menerima input yang tepat dalam jumlah yang tepat pada waktu yang tepat untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas (Wahditiya, dkk. 2024). Teknologi ini menggunakan data dan sistem informasi untuk mengelola tanah dan tanaman berdasarkan kebutuhan spesifik di setiap bagian lahan. Melalui bantuan *Global Positioning System* (GPS), petani dapat memetakan lahan secara detail untuk mengetahui variasi kondisi tanah seperti tingkat kesuburan, kelembapan dan kandungan unsur hara. Dengan informasi tersebut, pemupukan, irigasi dan pengolahan tanah dapat dilakukan secara tepat sasaran dan hemat sumber daya. Adapun teknologi dalam pengelolaan tanah yaitu sebagai berikut:

5.5.1 Sensor Tanah

Sensor tanah merupakan perangkat yang digunakan untuk mendeteksi berbagai parameter tanah secara otomatis dan tepat. Alat ini sangat berguna dalam bidang pertanian, pemantauan lingkungan, serta studi tentang karakteristik tanah. Teknologi **sensor tanah** juga menjadi inovasi penting dalam pengelolaan tanah modern. Sensor kelembapan, sensor suhu dan sensor kadar hara

tanah dapat digunakan untuk memantau kondisi tanah secara *real-time*. Data yang diperoleh dari sensor ini memungkinkan petani mengambil keputusan yang cepat dan akurat terkait penyiraman, pemupukan, atau bahkan penjadwalan tanam. Dengan demikian, penggunaan input pertanian menjadi lebih efisien dan tanah tidak mengalami kelebihan atau kekurangan zat tertentu.

5.5.2 Sistem Irigasi Modern

Sistem irigasi modern seperti irigasi tetes (*drip irrigation*) dan irigasi sprinkler juga merupakan bagian dari teknologi pengelolaan tanah. Sistem ini dirancang untuk menghemat air sekaligus menjaga struktur tanah agar tidak rusak akibat genangan. Irigasi tetes, misalnya, mengalirkan air langsung ke akar tanaman secara perlahan dan teratur, sehingga tanah tetap lembap namun tidak jenuh air. Ini sangat bermanfaat terutama di daerah kering atau yang memiliki sumber air terbatas. Sistem ini sangat ideal untuk daerah yang mengalami kelangkaan air, karena dapat menghemat hingga 50% air dibandingkan dengan metode irigasi tradisional (Wahditya, dkk. 2024).

5.5.3 Geographic Information System (GIS)

GIS (*Geographic Information System*) merupakan sistem yang dibuat untuk menghimpun, menyimpan, mengolah, menganalisis, serta menampilkan data yang berkaitan dengan posisi geografis di permukaan bumi. Dengan sistem ini, kita dapat menginterpretasikan pola, keterkaitan dan kecenderungan melalui visualisasi seperti peta. Penggunaan **sistem informasi geografis (SIG)** dan pemetaan digital juga sangat berperan dalam pengelolaan tanah skala besar. Melalui citra satelit dan data geospasial, petani maupun pengelola lahan dapat memantau perubahan penggunaan lahan, penyebaran penyakit tanah dan risiko erosi. Data ini sangat membantu dalam membuat keputusan jangka panjang terkait konservasi tanah dan pengembangan lahan pertanian.

5.5.4 Drone

Drone atau pesawat nirawak *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*, merupakan alat terbang yang dapat dikendalikan secara *remote* atau

beroperasi secara mandiri menggunakan sensor dan sistem navigasi. Berbeda dengan pesawat biasa, *drone* tidak membutuhkan pilot yang berada di dalamnya. Teknologi ***drone*** kini juga dimanfaatkan untuk pengamatan tanah dan lahan secara cepat dan efisien. *Drone* dapat digunakan untuk memetakan kontur tanah, memantau kondisi kelembapan permukaan, serta mendeteksi kerusakan tanah akibat erosi atau banjir. Dalam waktu singkat, pengguna bisa mendapatkan data visual maupun numerik yang sangat akurat untuk mendukung perencanaan pengelolaan tanah.

5.5.5 Kecerdasan Buatan

Kecerdasan Buatan atau *Artificial Intelligence* (AI), merupakan bidang dalam ilmu komputer yang mengembangkan sistem atau mesin yang mampu menirukan cara manusia berpikir, belajar, menyelesaikan masalah dan mengambil keputusan. Secara sederhana, AI memungkinkan komputer menjalankan berbagai tugas yang umumnya membutuhkan kecerdasan manusia. Penggunaan **aplikasi dan perangkat lunak berbasis kecerdasan buatan (AI)** juga mulai dikembangkan dalam pengelolaan tanah. Aplikasi ini dapat menganalisis data tanah dan memberikan rekomendasi otomatis mengenai jenis pupuk yang sesuai, waktu terbaik untuk pengolahan tanah, serta potensi risiko degradasi. Kecerdasan buatan juga membantu dalam meramalkan kebutuhan air dan hara berdasarkan cuaca dan jenis tanaman yang ditanam.

DAFTAR PUSTAKA

- Handaynato, E., dkk. 2017. *Pengelolaan Kesuburan Tanah*. Malang: UB Press.
- Hardjowigeno, S. 2015. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Akademika Pressindo.
- Malado, M. dkk. 2023. *Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman*. Padang : CV. Gita Lentera.
- Nita, C.E., Siswanto, B. dan Utomo, W.H. 2015. Pengaruh Pengolahan Tanah dan Pemberian Bahan Organik (Blotong dan Abu Ketel) terhadap Porositas Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Tebu pada Ultisol. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 2(1): 119-127.
- Nopriani, L.S., dkk, 2023. *Pengelolaan Keasaman Tanah dan Pengapuran*. Malang: UB Press.
- Suprihatin, A. dan Amirrullah, J. 2018. Pengaruh Pola Rotasi Tanaman terhadap Perbaikan Sifat Tanah Sawah Irigasi. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 12(1): 49-57.
- Wahditiya, A.A., dkk. 2024. *Teknologi Produksi Tanaman Pangan*. Agam: Yayasan Tri Edukasi Ilmiah.

BAB 6

PENGELOLAAN AIR

Oleh Henly Yulina

6.1 Pendahuluan

Air adalah salah satu sumber daya alam esensial untuk menunjang kebutuhan semua makhluk hidup. Distribusi air di bumi terdiri atas 97% air laut dan hanya sekitar 3% yang merupakan air tawar. Sebagian besar air tawar tersebut, lebih dari dua pertiganya, terdapat di wilayah kutub dalam bentuk es. Air yang bisa digunakan manusia dalam aktivitas sehari-hari adalah air yang berada di permukaan ataupun di bawah permukaan tanah (Firizqi et al., 2019) yang dikenal sebagai air tanah. Air tanah adalah air yang berada di lapisan tanah ataupun bebatuan di bawah permukaan (Hamzah Syahrudin & Halide, 2020) dan mengalir melalui celah-celah di antara partikel tanah (Wahyudi, 2009). Selain itu, air sangat dibutuhkan dalam aktivitas (Pangestu & Waspodo, 2019).

Air merupakan salah satu komponen esensial dalam budidaya tanaman karena berperan dalam hampir seluruh proses fisiologis tanaman, termasuk fotosintesis, transpirasi, pelarutan dan pengangkutan unsur hara, serta menjaga tekanan turgor sel. Tanpa ketersediaan air yang cukup dan merata, pertumbuhan dan produktivitas tanaman akan terganggu, bahkan dapat menyebabkan gagal panen. Kegunaan air dalam budidaya tanaman meliputi:

1. Sebagai Pelarut dan Pengangkut Unsur Hara

Air melarutkan unsur hara di dalam tanah, sehingga membantu akar tanaman menyerap unsur hara lebih mudah. Selain itu, air juga berperan dalam mengangkut hasil fotosintesis dan zat-zat lainnya melalui jaringan xilem dan floem ke seluruh bagian tanaman.

2. Mendukung Proses Fotosintesis

Air adalah salah satu bahan baku dalam reaksi fotosintesis yang menghasilkan glukosa sebagai sumber energi utama bagi

pertumbuhan tanaman. Kekurangan air akan langsung menghambat laju fotosintesis.

3. Menjaga Tekanan Turgor Sel

Tekanan turgor adalah tekanan dalam sel tanaman yang membuat daun dan batang tetap tegak dan segar. Jika tanaman kekurangan air, tekanan turgor menurun, sehingga tanaman menjadi layu dan berhenti tumbuh.

4. Mengatur Suhu Tanaman dan Lingkungan Sekitar

Melalui proses transpirasi, tanaman melepaskan air ke udara untuk membantu mendinginkan permukaan daun dan menjaga suhu internal tanaman agar tetap stabil, terutama saat suhu lingkungan tinggi.

5. Mendukung Perkecambahan dan Pertumbuhan Akar

Air merangsang enzim yang diperlukan selama proses perkecambahan biji. Selain itu, keberadaan air di zona perakaran mendorong pertumbuhan dan perluasan akar untuk mencari sumber nutrisi dan air yang lebih luas.

6. Sebagai Medium Reaksi Biokimia

Banyak reaksi biokimia di dalam tanaman, seperti sintesis protein, pembentukan hormon, dan metabolisme energi berlangsung dalam medium berair.

Pengelolaan air yang efektif dan efisien sangat penting dalam sistem budidaya modern, terutama dalam menghadapi fluktuasi perubahan iklim, kerusakan lahan, serta sulitnya mendapatkan sumber daya air. Praktik budidaya yang tidak memperhatikan keseimbangan penggunaan air seringkali menyebabkan pemborosan, erosi, penurunan kualitas tanah, dan penurunan hasil pertanian. Oleh karena itu, perlu diterapkan strategi pengelolaan air yang mencakup pemilihan metode irigasi yang tepat, penyesuaian waktu penyiraman berdasarkan kebutuhan tanaman, dan penerapan prinsip konservasi air seperti penggunaan mulsa dan pengumpulan air hujan. Pemahaman tentang prinsip-prinsip dasar pengelolaan air sangat penting bagi pelaku pertanian agar mampu mengoptimalkan hasil budidaya sekaligus menjaga keberlanjutan sumber daya alam. Melalui pengelolaan air yang baik, budidaya tanaman tidak

hanya menjadi lebih produktif, tetapi juga lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

6.2 Pengelolaan Air dalam Pertanian

Dalam sektor pertanian, pengelolaan air bertujuan untuk memastikan bahwa air dapat dimanfaatkan oleh tanaman, namun tanaman tidak dapat menggunakan air secara langsung. Air hanya dapat dimanfaatkan jika berada dalam kondisi yang tersedia. Oleh karena itu, sumber air perlu diolah agar menjadi air yang dapat digunakan oleh tanaman. Interaksi antara air dan tanaman dikaji dari dua perspektif, yaitu fisiologi dan ekologi. Dari aspek fisiologi, air berperan dalam proses fisik dan metabolisme tanaman. Dari perspektif ekologi, air berperan sebagai salah satu faktor lingkungan penting untuk mendukung perkembangan metabolisme pertumbuhan serta perkembangan tanaman. Dalam pengelolaan air, beberapa syarat yang perlu dipenuhi meliputi ketersediaan sumber air, pemilihan jenis tanaman yang sesuai, penerapan teknologi yang tepat, serta mempertimbangkan aspek sosial dan ekonomi. Pengelolaan sumber daya air terdiri dari tahapan perencanaan, pelaksanaan, pengawasan, serta penilaian atas berbagai aktivitas yang berhubungan terhadap konservasi sumber daya air, pemanfaatannya secara optimal, serta pengendalian dampak negatif yang ditimbulkan oleh air (Elfarisna, 2013).

Manajemen air dalam sektor pertanian merupakan isu krusial yang memerlukan pendekatan menyeluruh dan terintegrasi untuk mencapai keseimbangan antara kebutuhan irigasi dan pelestarian sumber daya air. Sektor pertanian, sebagai pilar utama sistem pangan global, memerlukan ketersediaan air yang stabil dan berkelanjutan untuk memastikan produksi pangan yang mencukupi (Arjang et al., 2024). Namun, pencapaian keberlanjutan sering terkendala oleh tantangan signifikan dari berbagai faktor (Arno et al., 2023).

Salah satu penyebab utama adalah semakin ekstremnya perubahan iklim, yang memicu perubahan pola curah hujan dan memperbesar potensi terjadinya kekeringan, sehingga memberikan dampak merugikan bagi sektor pertanian (Amalia et al., 2023). Selain itu, urbanisasi yang pesat turut memberikan tekanan tambahan terhadap sumber daya air, karena alih fungsi lahan pertanian menjadi

kawasan perkotaan demi memenuhi kebutuhan infrastruktur dan permukiman manusia (Junaedi et al., 2023). Perubahan iklim tidak hanya memengaruhi pola curah hujan dan meningkatkan risiko kekeringan, tetapi juga mengubah struktur ekosistem perairan. Di Indonesia, dampak perubahan iklim menyebabkan keterbatasan dalam ketersediaan sumber daya air, sehingga pemanfaatannya perlu dilakukan secara efisien (Erwanto, Zulis. Ulfyati, N. Ghulam, 2011). Pemanasan global mengganggu kestabilan pola aliran sungai dan siklus hidrologi, yang pada akhirnya memengaruhi ketersediaan air bagi sektor pertanian. Hal ini berdampak pada penurunan produktivitas pertanian, sehingga mendorong para petani untuk menyesuaikan diri dengan kondisi tersebut melalui penanaman varietas tanaman yang lebih tahan terhadap kekeringan atau dengan menerapkan teknologi irigasi yang lebih hemat air (Redjeki, 2021).

6.3 Metode Pengelolaan Air dalam Pertanian

Beberapa metode pengelolaan dan penggunaan air secara efisien dan berkelanjutan dapat dicapai dalam budidaya tanaman:

1. Penerapan Teknik Irigasi yang Sesuai

Irigasi merujuk pada proses pengaliran air dari sumbernya ke area pertanian guna memenuhi kebutuhan air bagi tanaman. Menurut Hariyanto (2018) usaha penyediaan air memiliki kegunaan sebagai berikut :

- a. Penambahan air kedalam tanah untuk menyediakan air yang cukup untuk pertumbuhan tanaman.
- b. Menurunkan suhu tanah juga udara, guna menciptakan kondisi ideal bagi pertumbuhan tanaman.
- c. Meminimalkan risiko *freeze* (pembekuan) pada tanaman.
- d. Membantu meminimalisir atau membersihkan kandungan garam yang terdapat di dalam tanah.
- e. Meminimalisir risiko terjadinya pengikisan tanah oleh air hujan.
- f. Mempermudah proses pengolahan tanah dengan melunakkan tanah yang keras atau menggumpal.

Pemilihan sistem irigasi yang tepat sangat penting agar air digunakan sesuai kebutuhan tanaman dan tidak terbuang percuma. Beberapa teknik irigasi efisien meliputi:

a. Irigasi tetes (*drip irrigation*):

Secara prinsip, metode ini efektif diaplikasikan di lahan berpasir, dengan ketersediaan air terbatas, iklim kering, dan tanaman yang memiliki harga jual tinggi (Pasaribu et al., 2013). Selain itu, penerapan irigasi tetes memiliki keuntungan dalam meminimalisir keracunan garam, sebab garam yang terakumulasi di sekitar akar tanaman dapat terbuang (*leaching*) secara efisien. Irigasi tetes memberikan air secara langsung kepada tanaman, baik di area perakaran maupun di permukaan tanah, dengan cara meneteskan air terus menerus namun perlahan. Ukuran keberhasilan penggunaan air kurang lebih 80-95%. Metode ini menggunakan tekanan gravitasi serta pompa adalah sumber energinya yang menyalurkan air dari reservoir ke tanaman (Yanto et al., 2014).

b. Irigasi curah (*sprinkler irrigation*):

Metode pemberian air dengan menyemprotkan air ke udara, dan turun ke permukaan tanah seperti hujan (Setiawan et al., 2013). Pada irigasi curah, pipa-pipa dipasang atau ditanam pada tekanan tertentu, guna didapatkan sebaran air yang merata untuk membasahi tanah, tanaman, dan semua lahan. Metode ini efisien dalam pemberian air dan cocok digunakan pada kontur lahan pertanian bergelombang, namun terkendala dengan kebutuhan biaya besar, skill merancang penentuan unit pada lahan, serta dampak perubahan kecepatan angin.

c. Irigasi permukaan (*surface irrigation*):

Misalnya irigasi alur atau genangan. Efisiensinya bisa ditingkatkan dengan pengaturan kemiringan lahan dan pembuatan saluran yang baik untuk menghindari kelebihan air dan erosi.

d. Irigasi bawah permukaan (*sub surface irrigation*):

Sistem irigasi yang dikembangkan saat ini masih terbatas pada penerapan sistem irigasi permukaan yang

cenderung lebih banyak mengeluarkan air dibandingkan dengan metode irigasi ketiga di atasnya. Salah satu cara menghemat air adalah dengan sistem irigasi bawah permukaan (Arif et al., 2021).

2. Pemilihan Waktu Penyiraman yang Tepat

Waktu penyiraman memengaruhi jumlah air yang hilang karena evaporasi. Oleh karena itu, penyiraman yang efisien dilakukan dengan cara:

- a. Menyiram pada pagi hari atau sore hari:**
Menghindari waktu siang saat suhu tinggi agar air tidak cepat menguap.
- b. Menyesuaikan dengan fase pertumbuhan tanaman:**
Kebutuhan air bervariasi tergantung pada tahap pertumbuhan. Misalnya, pada fase vegetatif dan pembentukan buah, kebutuhan air biasanya lebih tinggi.
- c. Berdasarkan kondisi cuaca dan kelembaban tanah:**
Gunakan alat seperti tensiometer atau pengamatan manual untuk mengetahui kapan tanaman benar-benar membutuhkan air, agar tidak terjadi overwatering.

3. Penerapan Prinsip Konservasi Air

Konservasi sumber daya air merupakan usaha dalam menjaga ketersediaan, kualitas, serta mempertahankan sumber daya air agar tersedia baik kuantitas maupun kualitas dalam mencukupi kebutuhan manusia dan makhluk hidup lainnya, baik sekarang ataupun masa yang akan datang (Erwanto & Prastica, 2022). Konservasi ini memiliki tujuan dalam menjaga serta memastikan kelangsungan serta keberadaan sumber daya air, termasuk daya dukung, daya tampung, dan fungsinya (Sagharmata, 2023). Jika konservasi air terlaksana dengan baik, maka limpasan permukaan atau genangan air dapat diminimalkan (Suparmanto et al., 2011).

Konservasi air bertujuan menjaga ketersediaan air dalam jangka panjang melalui pendekatan teknis dan ekologis, seperti:

a. Penggunaan mulsa (organik atau plastik):

Mulsa mampu mengurangi tingkat penguapan dan mengubah kapasitas infiltrasi permukaan tanah (Jordán et al., 2010). Aplikasi mulsa pada permukaan tanah membantu menjaga suhu tanah yang bermanfaat untuk pertumbuhan tanaman secara keseluruhan. Mulsa juga berdampak positif pada perlindungan air dan tanah (Kasirajan & Ngouajio, 2012). Mulsa bertindak sebagai penghalang fisik untuk kemunculan gulma (Ahmad et al., 2020). Secara sederhana, mulsa juga dapat digunakan untuk mengendalikan pertumbuhan tanaman yang tidak diinginkan (Chopra & Koul, 2020).

b. Pembuatan bedengan atau guludan:

Pembuatan bedengan atau guludan yang benar adalah dengan memotong lereng atau mengikuti kontur. Pada lahan kentang, metode ini dapat mengurangi laju erosi hingga 50-70% (Umedi et al., 2010).

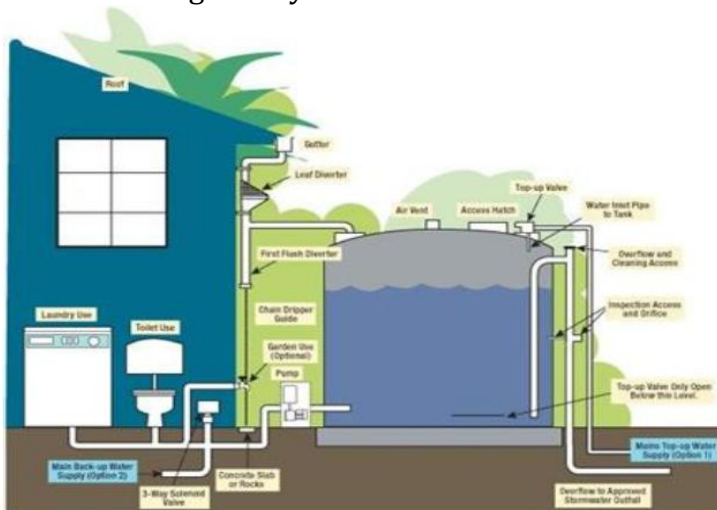
c. Penanaman tanaman penutup tanah (*cover crops*):

Penggunaan penutup tanah (mulsa) bisa dijadikan salah satu alternatif pengendalian gulma. Karena dengan memberikan tekanan naungan, efektif mengendalikan beberapa jenis gulma kelompok *poaceae* dan teki. Selain untuk menghambat pertumbuhan gulma, mulsa juga berfungsi untuk mengurangi evaporasi, menurunkan suhu, menahan erosi, dan menambah kandungan hara dalam tanah. Tanaman legum merupakan tanaman penutup tanah yang biasa digunakan. Tanaman penutup tanah memiliki fungsi hampir sama dengan mulsa, yaitu dapat mengurangi suhu tanah, penguapan air tanah, erosi dan mencegah kehilangan unsur hara seperti karbon organik, nitrogen, fosfor, dan kalium (Husain et al., 2022) juga menjaga kelembapan tanah di lahan kering.

d. Pengumpulan dan pemanfaatan air hujan (*rainwater harvesting*)

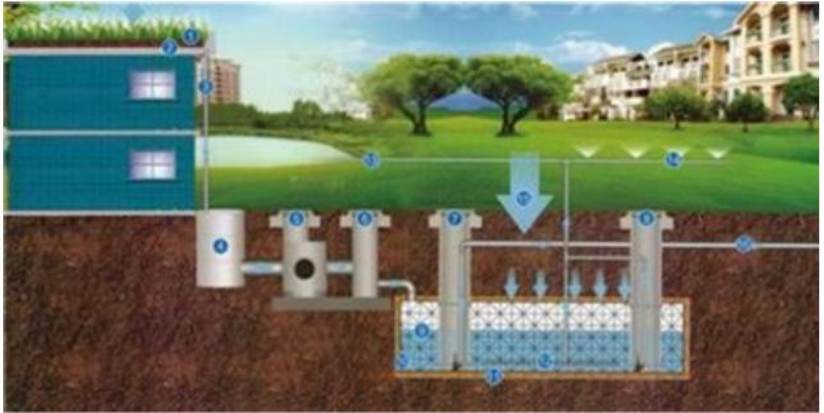
Pemanenan air hujan (*rainwater harvesting*) merupakan suatu sistem dengan mengumpulkan serta menyimpan air hujan yang kemudian dapat dipergunakan kembali untuk berbagai keperluan. Sistem ini bisa dipergunakan dalam menyediakan air bersih, air rumah tangga, kebutuhan peternakan atau pertanian, keperluan gedung komersial, dan industri (Djalle et al., 2022). Faktor-faktor yang dapat dipertimbangkan dalam penerapan sistem ini meliputi faktor lingkungan, teknis, kebutuhan air, sosial, serta finansial. Sistem *rainwater harvesting* yang dapat diaplikasikan antara lain adalah sistem atap (*roof system*) dan sistem permukaan tanah (*rainwater harvest ground catchment*).

Sistem atap memanfaatkan atap rumah maupun bangunan secara individu (Gambar 6.1), yang memungkinkan pengumpulan air yang tidak terlalu banyak. Apabila diaplikasikan dalam jumlah besar, air dapat terakumulasi sangat banyak.



Gambar 6.1. Pemanenan air hujan menggunakan system tangkapan atap (*rainwater harvesting roof catchment*)

Sistem permukaan tanah menyimpan air hujan pada cakupan tangkapan yang lebih luas. Air hujan yang terakumulasi pada sistem ini lebih sesuai guna keperluan pertanian karena memiliki kualitas air yang relatif rendah (Gambar 6.2).



Gambar 6.2. Pemanenan air hujan dengan sistem bawah permukaan tanah (*rainwater harverst ground catchment*)

4. Peningkatan kapasitas tanah menyimpan air:

a. Tekstur Tanah

Tanah bertekstur halus (seperti lempung) memiliki pori-pori kecil yang menyimpan air lebih lama.

Tanah bertekstur kasar (seperti pasir) memiliki pori-pori besar yang lebih cepat mengalirkan air dan sulit menyimpannya.

b. Struktur Tanah

Tanah dengan struktur remah atau granular lebih baik dalam menyimpan air karena memiliki ruang antar agregat yang efisien.

Tanah yang padat atau rusak strukturnya (misalnya karena pemadatan) menurunkan kapasitas menyimpan air.

c. Kandungan Bahan Organik

Bahan organik seperti humus mampu meresapkan dan menyimpan air dalam jumlah besar.

Meningkatkan kandungan organik secara langsung meningkatkan kapasitas tanah menyimpan air.

d. Kedalaman dan Lapisan Tanah

Tanah yang dalam dan bebas dari lapisan keras memungkinkan akar tumbuh lebih dalam dan menyerap lebih banyak air. Lapisan keras atau dangkal membatasi infiltrasi dan retensi air.

e. Tingkat Kepadatan Tanah

Tanah yang terlalu padat mengurangi porositas dan kemampuan menyerap air.

Pemadatan biasanya disebabkan oleh alat berat, penggembalaan berlebihan, atau pengolahan tanah yang tidak tepat.

f. Aktivitas Biologis

Cacing tanah dan mikroorganisme membantu menciptakan saluran udara dan air dalam tanah, yang memperbaiki struktur dan retensi air.

g. pH dan Kandungan Garam

Tanah dengan pH ekstrem atau salinitas tinggi dapat merusak struktur tanah dan mengurangi kemampuannya menyimpan air.

h. Penggunaan Penutup Tanah (Mulsa)

Mulsa membantu mempertahankan kelembaban tanah, mengurangi evaporasi, dan memperbaiki struktur tanah secara bertahap.

i. Pengelolaan Lahan

Praktik konservasi tanah seperti kontur, terasering, dan tanaman penutup membantu memperlambat aliran air dan meningkatkan infiltrasi.

Dalam sektor pertanian, pengelolaan air merupakan faktor penting karena tanaman sangat bergantung pada pasokan air untuk mendukung pertumbuhan dan produksi yang optimal (Wahyunto et al., 2023). Namun, pertumbuhan populasi dan tekanan lingkungan telah menciptakan tantangan baru terhadap ketersediaan air, yang memerlukan pendekatan manajemen sumber daya air yang lebih komprehensif dan terkoordinasi.

Konservasi air telah menjadi salah satu prioritas utama untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air di sektor pertanian (Eko Wahyunto et al., 2024). Selain itu, peningkatan kesadaran masyarakat tentang pentingnya konservasi air juga merupakan faktor kunci dalam keberhasilan pengelolaan air (Kusnandar & Redjeki, 2019). Melalui program edukasi dan advokasi, petani serta komunitas lokal dapat didorong untuk mengadopsi praktik pengelolaan air yang lebih efisien, yang pada gilirannya dapat mendorong perubahan perilaku dan kebijakan yang mendukung penggunaan air secara berkelanjutan dalam sektor pertanian.

6.4 Kesimpulan

Pengelolaan air merupakan salah satu aspek vital dalam budidaya tanaman yang berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan, perkembangan, dan hasil produksi tanaman. Ketersediaan air yang memadai dan tepat waktu sangat crucial untuk mendukung proses fisiologis tanaman, seperti fotosintesis, transpirasi, dan penyerapan unsur hara. Penggunaan air secara efisien dan berkelanjutan dapat dicapai melalui penerapan teknik irigasi yang sesuai, pemilihan waktu penyiraman yang tepat, serta penerapan prinsip konservasi air seperti penggunaan mulsa dan pengelolaan lahan yang baik. Selain itu, pemahaman tentang kebutuhan air tanaman berdasarkan fase pertumbuhan serta kondisi agroklimat setempat sangat menentukan keberhasilan budidaya. Oleh karena itu, pengelolaan air yang tepat tidak hanya mendukung produktivitas tanaman, tetapi juga menjaga kelestarian sumber daya air bagi pertanian berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, S., Raza, M. A. S., Saleem, M. F., Iqbal, R., Zaheer, M. S., Haider, I., Aslam, M. U., Ali, M., & Khan, I. H. (2020). Significance of Partial Root Zone Drying and Mulches for Water Saving and Weed Suppression in Wheat. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 30(1), 154–162. <https://doi.org/10.36899/japs.2020.1.0018>
- Amalia, I., Maria, S., Herlina, H., T, Z., & Redjeki, F. (2023). Pengaruh Gaya Kepemimpinan dan Disiplin Kerja Terhadap Kinerja Karyawan di Pt. Inti Medika Sarana Bandung. *Jurnal Ekonomi Manajemen Dan Bisnis (JEMB)*, 2(2), 355–359. <https://doi.org/10.47233/jemb.v2i2.1146>
- Arif, C., Setiawan, B. I., Saptomo, S. K., Matsuda, H., Tamura, K., Inoue, Y., Hikmah, Z. M., Nugroho, N., Agustiani, N., & Suwarno, W. B. (2021). Performances of sheet-pipe typed subsurface drainage on land and water productivity of paddy fields in Indonesia. *Water (Switzerland)*, 13(1), 1–13. <https://doi.org/10.3390/w13010048>
- Arjang, A., Utami, E. Y., & Redjeki, F. (2024). Utilization of Social Media and Online Platforms in Improving Customer Engagement of Fashion SMEs in Bali. *West Science Business and Management*, 2(01), 29–36. <https://doi.org/10.58812/wsbm.v2i01.698>
- Arno, A., Afriani, R., & Marzuki, M. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Student Facilitator and Explaining Terhadap Prestasi Belajar Siswa Di Smp N 12 Sepauk. *Edumedia: Jurnal Keguruan Dan Ilmu Pendidikan*, 7(2), 1–6. <https://doi.org/10.51826/edumedia.v7i2.945>
- Chopra, M., & Koul, B. (2020). Comparative Assessment of Different Types of Mulching in Various Crops : A review. *Plant Archives*, 20, 1620–1626.
- Djalle, R. N. P. R., Sutopo, Y. K. ., & Ekawati, S. A. (2022). Konsep Pemanen Air Hujan (Rainwater Harvesting) Sebagai Alternatif Sumber Daya Air Bersih di Kampung Lakkang Kota Makassar. *Jurnal WKM*, 10(2), 102–110.
- Eko Wahyunto, Edi Giantoro, Joehananto Djoko Teguh Widodo, & Risnaeni Yuniar. (2024). The Application of Brainstorming

- Method in Developing Ideas in The Production of Television Documentary Side of Life Episode Not The Same. *Technium Education and Humanities*, 7, 54–65. <https://doi.org/10.47577/teh.v7i.10743>
- Elfarisna. (2013). *Pengelolaan Air*. Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Jakarta Jl.
- Erwanto, Zulis. Ulfyati, N. Ghulam, M. (2011). Evaluasi Ketersediaan Sumber Daya Air Daerah Aliran Sungai Bendo untuk Perencanaan PLTMH di Kabupaten Banyuwangi. *Laporan Penelitian Politeknik Banyuwangi*, July 2021. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19906.09921>
- Erwanto, Z., & Prastica, R. M. S. (2022). *Pilar Manajemen Sumber Daya Air Penerbit Cv.Eureka Media Aksara: Vol. I* (Issue October).
- Firizqi, F., Irshabdillah, M. R., Prayogo, E. S., Rahmawati, A. I., Hidayatulloh, M. A., Rosidhah, N. A., Aisyah, R. N., Astuti, B. I. D., Fauzan, M., Tastian, N. F., & Agniy, R. F. (2019). Karakteristik Mata Air dan Penggunaan Air Domestik di Kecamatan Gemawang, Kabupaten Temanggung. *Jurnal Geografi Lingkungan Tropik*, 3(1). <https://doi.org/10.7454/jglitrop.v3i1.61>
- Hamzah Syahrudin, M., & Halide, H. (2020). PKM Konservasi Air Tanah di Kecamatan Mappakasunggu dan Manggarabombang Kabupaten Takalar. *Jurnal Panrita Abdi*, 4(2), 172–183. <http://journal.unhas.ac.id/index.php/panritaabdi>
- Hariyanto. (2018). Analisis Penerapan Sistem Irigasi untuk Peningkatan Hasil Pertanian di Kecamatan Cepu Kabupaten Blora. *Reviews in Civil Engineering*, 02(1), 29–34.
- Husain, I Ketut Ngawit, & Uyek Malik Yakop. (2022). Uji Efektivitas Beberapa Jenis Tanaman Penutup Tanah (Ground Cover) Terhadap Gulma Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek*, 1(3), 182–191. <https://doi.org/10.29303/jima.v1i3.1456>
- Jordán, A., Zavala, L. M., & Gil, J. (2010). Effects of mulching on soil physical properties and runoff under semi-arid conditions in southern Spain. *CATENA*, 81(1), 77–85. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.catena.2010.01.0>

- Junaedi, D., Redjeki, F., & Priadi, M. D. (2023). Pengaruh Promosi dan Kualitas Layanan Terhadap Keputusan Pembelian: studi kasus pada Koperasi Mitra Dhuafa Cabang Mande-Cianjur. *Indonesian Journal of Economic and Business*, 1(2), 106–120. <https://doi.org/10.58818/ijeb.v1i2.31>
- Kasirajan, S., & Ngouajio, M. (2012). Polyethylene and biodegradable mulches for agricultural applications: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 32(2), 501–529. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0068-3>
- Pangestu, P., & Waspodo, R. S. B. (2019). Prediksi Potensi Cadangan Air Tanah Menggunakan Persamaan Darcy di Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 4(1), 59–68. <https://doi.org/10.29244/jsil.4.1.59-68>
- Pasaribu, I. S., Sumono, Daulay, B. S., & Susanto, E. (2013). Analisis Efisiensi Irigasi tetes dan Kebutuhan Air Tanaman Semangka (*Citrullus vulgaris* S) pada Tanah Ultisol. *I J.Rekayasa Pangan Dan Pertanian*, 2(1), 90–95.
- Sagharmata, F. A. (2023). Implementasi Integrated Resources Water Management Menghadapi Perubahan Iklim Jakarta. 2023, September. https://www.researchgate.net/publication/373964088_Implementasi_Integrated_Resources_Water_Management_Menghadapi_Perubahan_Iklim_Jakarta
- Setiawan, A., Dwi Lingga, G., Nofiyanto, W., Mekanisasi Pertanian, A. P., Negeri Lampung, P., & Teknologi Pertanian, J. (2013). Sistem Irigasi Curah Otomatis Berbasis PLC (Programmable Logic Controller) Automatic Sprinkler Systems Based PLC (Programmable Logic Controller). *TekTan Jurnal Ilmiah Teknik Pertanian*, 5, 63–134.
- Suparmanto, J., Bisri, M., & Sayekti, R. W. (2011). Evaluasi dan Alternatif Penanggulangan Genangan Berbasis Konservasi Air di Kota Kupang DAS Dendeng-Merdeka Propinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Teknik Pengairan*, 2(2), 1–13.
- Umedi, Wijaya, K., & Masrukhi. (2010). Kajian Erosi Tanah Pada Lahan Kentang Dengan Variasi Tipe Guludan, Kemiringan

- Lahan, dan Varietas Tanaman. *Seminar Nasional PERTETA*.
- Wahyunto, E., Marwan, & Gambriyanto, K. (2023). The Impact Of Digital Leadership, Compensation And Work Motivation On Educator Performance At Sekolah Tinggi Multimedia "Mmtc" Yogyakarta. *Remittances Review*, 8(4), 2976–2988. <https://remittancesreview.com/menu-script/index.php/remittances/article/view/1004>
- Wahyudi, H. (2009). Kondisi dan Potensi Dampak Pemanfaatan Air Tanah di Kabupaten Bangkalan. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 7(1), 14. <https://doi.org/10.12962/j12345678.v7i1.2742>
- Yanto, H., Tusi, A., Triyono, S., Jurusan, D., Pertanian, T., & Pertanian, F. (2014). Aplikasi Sistem Irigasi Tetes pada Tanaman Kembang Kol (*Brassica Oleracea* Var. *Botrytis* L. Subvar. *Cauliflora* DC) Dalam Greenhouse. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 3(2), 141–154.

BAB 7

PENGELOLAAN HAMA DAN PENYAKIT TERPADU

Oleh Sutiharni

7.1 Batasan dan Pengertian Hama dan Penyakit Tanaman

Hama dan penyakit tanaman merupakan salah satu organisme pengganggu tanaman di Indonesia. Hama dan penyakit tanaman dianggap sebagai permasalahan utama dalam sistem produksi pertanian di Indonesia yang dapat menyebabkan kehilangan hasil mencapai 30% per tahun. Oleh sebab itu, diperlukan upaya untuk mengendalikan hama dan penyakit agar tidak memberikan dampak yang merugikan terhadap hasil panen baik secara kualitas maupun kuantitas (Herlina, 2021).

Upaya penanganan hama dan penyakit sudah biasa dilakukan oleh petani menggunakan berbagai jenis bahan kimia yaitu pestisida, insektisida, fungisida dan bakterisida, namun cara penanganan yang telah dilakukan tersebut tidak menyelesaikan permasalahan hama dan penyakit. Bahkan kemajuan ilmu pengetahuan saat ini telah mengungkap bahwa penggunaan bahan kimia memiliki dampak buruk terhadap lingkungan dan keberlangsungan industri pertanian dan perkebunan. Bahkan mengancam kesehatan petani dan konsumen karena paparan bahan kimia pestisida (Mahyuni, 2015).

Serangan hama dan penyakit tanaman memiliki pengaruh langsung dan tidak langsung terhadap tanaman termasuk penurunan hasil panen, laporan Food and Agriculture Organization (FAO) tahun 2021, serangan penyakit tanaman dan hama menurunkan produksi tanaman global hingga 40 persen. Setiap tahun kerugian ekonomi global ditaksir mencapai lebih dari 220 miliar dolar akibat penyakit tanaman. Nilai tersebut masih ditambah dengan kerugian akibat serangga invasif yang mencapai 70 miliar dolar. (Admin PPID IPB,

2022). Menurut Direktorat Perlindungan Hortikultura [2005] kehilangan hasil akibat penyakit tumbuhan rata-rata mencapai 11.8% dan karena hama mencapai 12,2 % pada berbagai tanaman penting di seluruh dunia. Kerugian di tingkat petani karena hama dan penyakit tumbuhan pada delapan tanaman hortikultura unggulan tahun 2005 diperkirakan lebih dari Rp. 734 milyar

Diketahui bahwa di negara-negara yang telah maju menunjukkan angka kehilangan hasil oleh gangguan hama dan penyakit yang lebih kecil. Contoh: di Eropa 25% dan di Amerika 29%. Di negara-negara yang sedang berkembang, angka kehilangan hasil oleh gangguan hama dan penyakit yang lebih kecil, seperti di Asia sebesar 43% dan di Afrika 42%. Apalagi di Indonesia yang memiliki iklim dan kelembaban suhu yang tinggi merupakan tempat yang baik bagi perkembangan hama dan penyakit.

Hama dan penyakit seringkali mengakibatkan per-tumbuhan tanaman terganggu, bahkan dapat menggagalkan terwujudnya produksi. Hama yang merusak tanaman bisa disebabkan oleh hewan dari kelas rendah sampai dengan hewan kelas tinggi (mamalia). Sedangkan penyakit tumbuhan disebabkan oleh bakteri dan jamur. Kekurangan hara pun termasuk golongan penyakit. Hama dan penyakit, keduanya merupakan penyebab terjadinya kerusakan. Akan tetapi bila dilihat dari penyebab dan hasil kerjanya, maka antara hama dan penyakit memiliki perbedaan. Gangguan hama dan penyakit pada tumbuhan dapat dialami oleh berbagai sistem organ pada tumbuhan. Gangguan ini dapat disebabkan karena kelainan genetis, kondisi lingkungan yang tidak sesuai, atau karena serangan hama dan penyakit. Gangguan hama dan penyakit dalam skala besar pada tanaman budidaya dapat mengganggu persediaan bahan pangan bagi manusia.

7.1.1 Hama Tanaman

Hama merupakan salah satu jenis organisme peng-ganggu tanaman yang keberadaannya sangat tidak diinginkan karena besarnya kerugian yang ditimbulkan akibat aktivitas hidup dari organisme ini pada pertanaman. Apabila dilihat dalam arti luas, Hama adalah semua bentuk gangguan baik kepada manusia, tanaman, maupun ternak. Namun arti sempit hama adalah semua

hewan yang merusak tanaman yang dapat menimbulkan kerugian. Jadi, apabila ada seekor hewan pada tanaman namun tidak menimbulkan kerugian maka hewan tersebut tidak termasuk hama. Hama yang merusak tanaman dapat dilihat secara jelas dari bekasnya (gerekkan atau gigitan). Secara garis besar hewan yang dapat menjadi hama dapat dari jenis serangga, moluska, tungau, tikus, burung, atau mamalia besar. Mungkin di suatu daerah hewan tersebut menjadi hama, namun di daerah lain belum tentu menjadi hama (Dadang, 2006).

Beberapa penulis, yakni Natawigena (1994), Puspita dan Elfina (2004) menuliskan bahwa serangga hama yang dapat menimbulkan kerugian di bidang pertanian antara lain:

1. Serangga yang merusak batang atau ranting tanaman dengan cara melubangi, menggerek, mematahkan, sertamelukainya, contoh: (1). Ulat *Triporyza innotata*, penggerek putih batang padi; *Chilo oryzae* penggerek batang padi bergaris, menyerang tanaman padi; *Agrotis ipsilon*, merusak / menggigit tanaman jagung yang masih muda, termasuk kedalam ordo Lepidoptera; (2). Kumbang *Xyloborus coffeae* sebagai hama penggerek cabang atau ranting tanaman kopi; *Lophodaris piperis* menggerek batang/sulur tanaman lada; termasuk kedalam ordo Coleoptera; (3). Kutu *Asterolecanium stratum*, kokus batang, termasuk tanaman jeruk dengan menggerogoti bagian batang, termasuk ordo Homoptera; (3). Kutu *Pseudococcus citri*, kutu dompolan menyerang bagian tanaman yang masih muda, seperti kuncup bunga, buah muda dari tanaman jeruk dan kopi, termasuk kedalam ordo Homoptera.
2. Serangga yang merusak daun atau kuncup daun tanaman, dengan cara memakannya atau mengisap cairan makanan yang ada didalamnya, contoh: (1). *Spodoptera litura* atau ulat grayak sebagai perusak daun tembakau; *S. exiqua*, menyerang tanaman bawang, cabe dan jagung; *Plusia signata* sebagai perusak daun tembakau; *Arthona catoxantha* sebagai perusak daun kelapa; *Homona Cofferia*, pengguglungpucuk

daun teh; *Plutella xylostella*, ulat daun kubis; semuanya termasuk kedalam ordo Lepidoptera; (2). Kumbang *Oryctes rhinoceros*, kumbang kelapa menyerang pohon dan daun muda kelapa; *Lasioderma serricorne*, kumbang tembakau, menyerang daun tembakau yang kering yang disimpan digudang; *Brontispa longissima*, merusak daun kelapa; *Epilachna sparsa*, menyerang daun tanaman solanasea dan kukurbitase; semuanya termasuk kedalam Ordo Coleoptera; (3). Wereng Hijau *Nephotettix virescens*, merusak daun padi dengan cara mengisap cairannya; *Empoasca flavescens*, perusak daun kapas; *Coccus viridis*, merusak pucuk, daun, juga buah dan tanaman kopi, coklat, jeruk, karet, dan jambu; *Heteropsylla cobana*, kutu loncat lamtoro, perusak daun lamtorogung; *Diaphorina citri* menyerang dan menghisap daun jeruk yang masih muda; *Myzus persicae*, kutu daun persik menyerang/ menghisap daun kentang, cabe, tomat, dan tembakau, termasuk kedalam Ordo Homoptera.

3. Serangga yang menyerang akar tanaman, contoh: *Macrotermes* sp. rayap yang bisa merusak akar-akar tanaman, misalnya akar tanaman cengkeh.
4. Serangga sebagai vektor (penular) penyakit tanaman, virus dan bakteri contoh: (1). *Nilaparvata lugens* (wereng coklat) dan *Nephotettix apicalis* (wereng hijau), menularkan virus kerdil rumput dan virus tungro, termasuk ordo Homoptera; (2). *Diaphorina citri* kutu ini disamping merusak tanaman jeruk dengan cara mengisap cairan daun muda, juga dapat menularkan daun penyakit CVPD (*Citrus Vein Phloem Degeneration Disease*), termasuk ordo Homoptera.
5. Serangga perusak atau pemakan hasil pertanian yang disimpan digudang, contoh: Kumbang *Sithophilus oryzae*, *S. zeamais*, *Tribolium castaneum*, *Trigoderma granarium*, merupakan hama perusak hasil pertanian yang disimpan digudang, seperti biji jagung, gabah, tepung terigu, kopra, kacang hijau dan lain-lain, termasuk kedalam ordo Coleoptera.

7.1.2 Penyakit Tanaman

Penyakit tanaman adalah kondisi dimana sel dan jaringan tanaman tidak berfungsi secara normal yang ditimbulkan karena gangguan secara terus menerus oleh agen pathogen atau faktor lingkungan dan akan menghasilkan perkembangan gejala (Agrios: 2005). Sedangkan menurut Rahmat dan Sugandi (2005), bahwa Penyakit tanaman adalah sesuatu yang menyimpang dari keadaan normal, cukup jelas menimbulkan gejala yang dapat dilihat, menurunkan kualitas atau nilai ekonomis, dan merupakan akibat interaksi yang cukup lama. Jadi dapat disimpulkan, Penyakit tanaman merupakan sebuah kondisi dimana tanaman terganggu namun bukan berasal dari gangguan hama, melainkan karena jamur, virus, maupun bakteri yang pada akhirnya juga dapat merugikan manusia. Tanaman yang terkena penyakit dapat terlihat jelas karena mengalami kerusakan sel atau bahkan matinya sel dalam tanaman.

Penyakit tanaman biasanya disebabkan oleh faktor biotik dan faktor abiotik. Penyakit tanaman yang disebabkan oleh faktor biotik ialah penyakit yang diakibatkan oleh organisme pengganggu (cendawan, bakteri, dll), biasanya gejala kerusakan rata pada satu hamparan tanaman. Sedangkan penyakit tanaman yang disebabkan oleh faktor abiotik ialah merupakan gejala serangan yang cenderung tidak merata, dan kerusakan yang timbul akibat terlalu lembab, atau terlalu kering (Raupach *et al.*, 2011). Penyakit tanaman disebabkan oleh patogen (penyebab penyakit), berupa bakteri, jamur, virus, nematoda, rickettsia, dan mikroorganisme lainnya. Beberapa penulis yakni Natawigena (2004), Puspita dan Elfina (2004) dan Agrios (2005) mengemukakan beberapa contoh penyakit yang disebabkan oleh bakteri, jamur, virus, Myoplasmalike organisme (MLO) dan bakteri like organisme (BLO), nematoda dan penyakit fisiologis sebagai berikut.

Beberapa contoh penyakit yang disebabkan oleh bakteri, jamur, diantaranya: (a). *Pseudomonas solanacearum*. Menyebabkan Penyakit layu pembuluh atau layu bakteri, keadaan tanaman layu sebagian, kemudian seluruhnya. Serangan mulai dari akar. Tanaman inang: kentang, tomat; (b). *Erwinia carotovora*. Menyebabkan Penyakit busuk lunak, terjadi pembusukan dari bagian tanaman yang kena luka dengan mengeluarkan bau. Tanaman inang: kubis,

kentang, tomat; (c) *Streptomyces ipomea*. Menyebabkan Penyakit busuk ubi. Tanaman inang: ubi jalar; (d). *Xanthomonas citri*. Menyebabkan Penyakit kanker jeruk, pada permukaan daun dan buah tampak bercak-bercak, lama-lama menguning, ditengahnya bergabus kecoklat-coklatan; (e). *Xanthomonas campestris*. Menyebabkan Penyakit busuk hitam (Blackrot), mula-mula pada daun, tulang daun sampai batang. Gejala serangan pada daun berwarna hitam berbentuk huruf v. Tanaman inang: kubis; dan (f). *Xanthomonas oryzae*. Menyebabkan Penyakit kresak, menyerang pada persemaian dan pada tanaman, daun berubah warna, dari hijau menjadi kekuning-kuningan seperti mongering kena panas, yang menjalar dari ujung kebawah. Tanaman inang: Padi.

Beberapa contoh penyakit yang disebabkan oleh jamur, antara lain: (a). Jamur penyebab busuk buah dan cabang pada tanaman buah-buahan seperti *Monilia fructigena*; (b). Jamur penyebab busuk basah (late blight) pada kentang dan tomat seperti *Phytophthora infestans*; (c). *Cercospora* sp dan *Curvularia* sp penyebab penyakit bercak daun kelapa sawit; (d). Jamur penyebab damping off pada tanaman muda atau dipersemaian yaitu: *Phytophthora* sp; (e). Jamur *Erysiphe cichoracearum* dan *Sphaerotheca fulligena* yang biasa menyerang tanaman mentimun dan melon. Penyakit yang disebabkan kedua jamur ini disebut penyakit embun tepung; (f). *Pseudoperonospora* sp, penyebab penyakit “embun bulu” (downy mildew) pada cucurbita (waluh Besar), menyerang permukaan bagian bawah dan dengan warna keputih-putihan; (g). Jamur penyebab cacar (blister blight) pada daun teh, yaitu: *Exobasidium vexans*. Pada daun-daun muda yang terserang terdapat bercak-bercak hijau kekuning-kuningan, melengkung dan membentuk cacar (gall, blister); (h). Jamur penyebab early blight pada tanaman kentang dan tomat yaitu *Alternaria solani*; (j). Jamur *Pyricularia oryzae* penyebab busuk daun (rice blast) atau busuk leher (neck rot) yaitu leher malai padi menjadi kisut, bulir padi hampa; (k). Jamur *Ganoderma pseudoferum* penyebab penyakit bercak-bercak tidak teratur, kelabu sampai coklat pada permukaan daun. Tanaman inang: Cengkeh; (l). Jamur *Hemileia vastatrix* (Basidiomycetes), penyebab penyakit karat daun kopi. Tanda-tandanya, pada posisi bawah daun yang semula berwarna kuning muda kemudian menjadi kuning tua. Tanaman

inang: kopi; (m). Jamur *Phytophthora palmivora*, penyebab penyakit busuk kaki, mula-mula daun menguning, kemudian hitam, dan gugur mulai dari bawah. Tanaman inang: lada; (n). Jamur *Phytophthora nicotiana*, penyebab penyakit lanas. Tanda-tandanya, pada tanaman yang sudah tua terdapat pembusukan, terbatas pada leher akar, semua daun layu. Tanaman inang: Tembakau

Beberapa contoh penyakit yang disebabkan oleh virus, diantaranya: (a). Penyakit kerdil rumput (Grassy stunt) pada tanaman padi; (b). Penyakit “mozaik” (daun belang, kekuning-kuningan dengan ukuran tidak normal) pada kacang tanah; (c). Penyakit “Tobacco mosaic virus” (TMV) pada tembakau; (d). Bakteriofage, yaitu sejenis virus yang menyerang bakteri.

Beberapa contoh penyakit yang disebabkan MLO dan BLO antara lain: (a). MLO: (1). Penyakit kerdil kuning pada padi (rice yellow dwarf); (2). Penyakit sapu (bunga berubah bentuk menjadi daun-daun kecil menyerupai bentuk sapu, dengan buku-buku yang pendek, misalnya pada tanaman kacang tanah (witchesbroom); (b). BLO. Mikroorganisme yang ada diantara bakteri dan mycoplasma, tetapi lebih mendekati bakteri, misalnya CVPD.

Beberapa contoh penyakit yang disebabkan memata parasit tanaman diantaranya: (a). Busuk akar (root rot). Akar menjadi busuk karna serangan nematoda yang diikuti oleh serangan bakteri atau jamur, misalnya serangan *Meloidogyne* spp yang diikuti oleh serangan bakteri *Pseudomonas* sp dan jamur *Pythium* sp; (b). Bengkak akar (root knot) misalnya bengkak akar pada umbi kentang dan akar tomat yang disebabkan oleh serangan nematoda *Meloidogyne* spp (yang disebut root knotnematode); (c). Luka akar (root lesion). Kortek akar yang diserang menimbulkan luka yang berwarna gelap kecoklat-coklatan disekitar jaringan yang diserang, misalnya akibat serangan *Pratylenchus* spp (root lesion nematode); (d). Benjolan (gall) pada akar, batang, daun. Daun mengeriting dan layu, merupakan salah satu gejala akibat serangan nematoda.

Beberapa contoh penyakit-penyakit fisiologis yaitu: (a). Keadaan tanah, misalnya: (1). Kekurangan unsur hara dalam tanah (N.P.K dan unsur mikro) atau “defisiensi unsur hara”; (2). Keasaman tanah yang berlebihan; (3). Struktur tanah, berpengaruh terhadap aerasi, kandungan air dan penetrasi akar; (b). Keadaan cuaca,

misalnya: Sinar matahari, penting untuk fotosintesis, juga bisa menimbulkan kekeringan tanaman: (1). Suhu, yang ekstrim membahayakan tanaman, suhu yang sangat dingin dapat menyebabkan “Frost”; (2). Angin, dapat menyebabkan kerusakan mekanik, kekeringan; (3). Air, bila tanaman kekurangan air, tanaman bisa layu kemudian mati. Demikian pula bila keadaan berlebihan, tanaman terbenam dalam waktu cukup lama sehingga tanaman bisa mati; (c). Perlakuan petanian, misalnya: kerusakan mekanik oleh alat-alat pertanian.

7.2 Pengelolaan Hama Terpadu (PHT) Menurut Undang-Undang

Salah satu faktor alam yang cukup mempengaruhi antara lain karena perubahan iklim yang terjadi pada saat ini, dimana salah satu dampak yang ditimbulkannya berupa peningkatan frekuensi serangan Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) baik itu hama maupun penyakit yang menyerang pertanaman dan menyebabkan kerugian bagi petani. Penggunaan pestisida sering dipakai petani untuk mengatasi serangan hama dan penyakit tanaman, namun pemakaian pestisida berlebihan dan terus menerus dapat berdampak kurang baik khususnya tanaman serta lingkungan (Satyani *et al.*, 2019). Dampak akibat pemakaian pestisida berlebihan dapat timbulnya hama resisten dan pencemaran pada lingkungan (Suanda, 2015). Oleh karena itu, perlu adanya Teknik pengendalian yang tetap dengan konsen pada aspek lingkungan yaitu Pengendalian Hama Terpadu (PHT).

PHT merupakan sistem perlindungan tanaman untuk usaha pengamanan produksi seperti olah lahan, varietas unggul, waktu tanam yang tepat, pupuk berimbang, perairan baik, dan budidaya lainnya (Suherlan Effendi; Baehaki, 2009). Penerapan PHT merupakan pengelolaan agroekosistem secara keseluruhan sehingga dinamika agroekosistem mempengaruhi komposisi pengendalian OPT yang dilakukan (Dani *et al.*, 2016).

Petani harus mengambil inisiatif dalam pengembangan, penyebarluasan, dan pelebagaan PHT supaya penerapan PHT segera terwujud. Peran pemandu lapangan diperlukan dalam kegiatan SLPHT

(Martono, 2006) dikarenakan tugas pemandu SLPHT bukan sekedar mengajar peserta tetapi mengajak peserta melibatkan diri dalam proses pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan (Saptana et al., 2005). Para petani sebagai anggota kelompok tani dilatih meningkatkan pengetahuannya secara bertahap tentang siklus hidup hama dan sifat serangannya yang berkaitan erat dengan umur tanaman serta meningkatkan ketrampilan dalam berusaha tani (Wijoyo et al., 2021). Oleh karena itu akan memberikan manfaat yang besar bagi petani untuk melakukan dugaan kemungkinan serangan berikutnya.

Pengelolaan Hama Terpadu (PHT) merupakan konsep yang tepat dalam mengendalikan hama. Pemantauan lahan secara rutin merupakan hal penting untuk memperhatikan perkembangan populasi hama, musuh alami, penyakit, dan lingkungan suatu lahan. Dengan mengetahui jenis dan bioekologi hama, serta keadaan pertanaman dari setiap musim, maka pengambilan keputusan dalam mengendalikan hama dapat terlaksana secara tepat dan cepat (Indiati dan Marwoto, 2017).

Menurut UU No. 12 Tahun 1992 tentang Sistem Budidaya Tanaman dikatakan bahwa “Perlindungan tanaman adalah segala upaya untuk mencegah kerugian pada budidaya tanaman yang diakibatkan oleh organisme pengganggu tumbuhan”. OPT diartikan sebagai semua organisme yang dapat merusak, mengganggu kehidupan, atau menyebabkan kematian tumbuhan. OPT dapat dikelompokkan dalam kelompok hama, penyakit dan gulma. UU No. 12 pada Tahun 1992 tentang Sistem Budidaya Tanaman pasal 20 menyatakan dua hal: (1) Perlindungan tanaman dilaksanakan dengan sistem Pengendalian Hama Terpadu (PHT). (2) Pelaksanaan perlindungan tanaman sebagaimana dimaksud ayat (1) menjadi tanggungjawab masyarakat dan Pemerintah.

Menurut UU dan PP tersebut yang dimaksud Sistem PHT, adalah upaya pengendalian populasi atau tingkat serangan OPT dengan menggunakan satu atau lebih dari berbagai teknik pengendalian yang dikembangkan dalam suatu kesatuan, untuk mencegah timbulnya kerugian secara ekonomis dan kerusakan lingkungan hidup. Dalam sistem ini penggunaan pestisida merupakan alternatif terakhir. Pengendalian OPT bersifat dinamis.

Sebagai landasan kebijakan perlindungan tanaman, UU tersebut telah menentukan bahwa untuk pengendalian setiap jenis OPT harus dilakukan dengan memadukan berbagai teknik pengendalian hama yang kompatibel. Dalam pemilihan teknologi pengendalian, UU menekankan bahwa penggunaan pestisida kimia sebagai alternatif terakhir. Apabila sampai saat ini ada pejabat, petugas, peneliti, mahasiswa atau petani yang berpendapat bahwa penggunaan pestisida kimia harus dilaksanakan, berarti bahwa mereka belum mengetahui mengenai kebijakan perlindungan tanaman nasional. Sebagai penjabaran UU No. 12 Tahun 1992, PP No. 6 Tahun 1995 tentang Perlindungan Tanaman telah merinci mengenai penerapan teknologi pengendalian OPT secara terpadu khususnya pada pasal 8 sampai pasal 16. Pasal-pasal tersebut menekankan pentingnya kegiatan pemantauan dan pengamatan OPT sebelum dilaksanakan tindakan pengendalian (pasal 9). Pasal 10 menguraikan beberapa komponen PHT yang meliputi: a). cara fisik melalui pemanfaatan unsur fisika tertentu, b). cara mekanik, melalui penggunaan alat dan atau kemampuan fisik manusia, c). cara budidaya, melalui pengaturan kegiatan bercocok tanam d). cara biologi, melalui pemanfaatan musuh alami OPT e). cara genetik, melalui manipulasi gen baik terhadap OPT maupun tanaman f). cara kimiawi, melalui pemanfaatan pestisida, dan atau g). cara lain sesuai perkembangan teknologi.

Untung (2006) menyatakan bahwa PHT memiliki beberapa prinsip yang khas, yaitu : 1. Sasaran dari penerapan PHT bukan eradikasi/ pemusnahan hama tetapi pembatasan atau pengendalian populasi hama sehingga tidak merugikan petani, 2. Penerapan PHT merupakan pendekatan holistik sehingga penerapannya harus mengikut sertakan berbagaidisiplin ilmu dan sektor pembangunan sehingga diperoleh rekomendasi yang optimal untuk mendapatkan hasil yang maksimal, 3. Penerapan PHT selalu mempertimbangkan dinamika ekosistem dan variasi keadaan sosialmasyarakat maka rekomendasi PHT untuk pengendalian hama tertentu juga akan sangat bervariasi dan lentur, 4. Penerapan PHT lebih mendahulukan proses pengendalian yang berjalan secara alami (non-pestisida), yaitu teknik bercocok tanam dan pemanfaatan musuh alami seperti parasit, predator, dan patogen hama. Penggunaan pestisida harus

dilakukan secara bijaksana dan hanya dilakukan apabila pengendalian lainnya masih tidak mampu menurunkan populasi hama, 5. Program pemantauan / pengamatan biologis dan lingkungan sangat mutlak dalam penerapan PHT karena melalui pemantauan petani dapat mengetahui keadaan agro-ekosistem lahan, yang selanjutnya melalui analisis agroekosistem tersebut dapat diputuskan tindakan yang tepat dalam mengelola lahan yang diusahakan. Dengan bekal materi pelatihan, petani belajar melaksanakan pengambilan keputusan dalam pengelolaan kebun, terutama pengendalian hama penyakit tanaman. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari hasil pengamatan dikebun, petani selanjutnya melakukan analisis agroekosistem (AAES) dan bermusyawarah dalam kelompok untuk mengambil keputusan yang tepat dalam pengelolaan kebunnya.

7.3 Inovasi Teknologi Ramah Lingkungan

Pengelolaan Hama dan Penyakit Tanaman dalam Pertanian Organik / Pertanian Berkelanjutan / Pertanian Modern

Teknologi Pengelolaan hama dan penyakit tanaman dalam sistem pertanian modern yang bertujuan sebagai pertanian organik harus menghilangkan penggunaan pestisida kimia sintetis. Menurut Rizal dan Mirza (2014) komponen pengendalian hama dan penyakit tanaman yang ramah lingkungan adalah (1). pengendalian kultur teknis, (2). pengendalian fisik, (3). pengendalian kimiawi menggunakan pestisida nabati, (4). pengendalian hayati, (5). pengendalian mekanik (tanaman perangkap) dan (6). pengendalian dengan peraturan pendukung. Widowati *et al.* (2018) menyatakan bahwa beberapa teknologi ramah lingkungan sebagai alternatif dari penggunaan pestisida kimia sintetis yang telah dirakit dan diaplikasikan dalam sistem budidaya pertanian organik adalah: pengendalian secara kultur teknis, penggunaan pestisida nabati, asap cair, pengendalian hayati atau penggunaan agens hayati dan pengendalian fisik mekanis. Ditambahkan juga oleh beberapa peneliti bahwa untuk kemajuan teknologi yang berkembang ada dua cara pengendalian inovasi pengendalian hama dan penyakit tanaman

antara lain: Teknologi Pengusir Hama, Pendeteksi dan Pengendali Status OPT di Lapang, Interferensi RNA (RNAi) dan Pestisida Nano.

7.3.1 Pengelolaan Secara Kultur Teknis

Pengelolaan secara kultur teknis adalah teknik pengendalian hama dan penyakit tanaman dengan menggunakan cara bercocok tanam (agronomik). Teknik pengelolaan secara kultur teknis ini bertujuan untuk mengelola lingkungan tanaman sedemikian rupa, sehingga lingkungan pertanaman tersebut menjadi kurang cocok bagi kehidupan dan perkembangan hama dan paatogen (penyebab) penyakit tanaman, sehingga dapat mengurangi laju peningkatan populasi hama dan patogen serta peningkatan kerusakan tanaman. Selain itu pengelolaan lingkungan pertanaman dengan cara bercocok tanam ini juga ditujukan mendorong berfungsinya musuh alami hama dan patogen secara efektif.

Pengelolaan bercocok tanam ini merupakan usaha pengendalian yang bersifat preventif, yang dilakukan sebelum serangan hama dan patogen terjadi dengan harapan agar populasi hama dan patogen tidak meningkat sampai melewati ambang pengendaliannya. Oleh karena itu penerapan teknik ini perlu direncanakan jauh sebelum dilakukan penanaman, agar hasilnya memuaskan. Karena pengendalian ini merupakan bagian teknik bercocok tanam yang umum yang dilakukan petani dalam memperoleh produktivitas yang tinggi, petani tidak perlu mengeluarkan biaya khusus untuk pengendalian. Oleh karena itu teknik pengendalian ini merupakan teknik pengendalian yang murah.

7.3.2 Penggunaan Pestisida Nabati

Pestisida nabati adalah ekstrak atau minyak dari tanaman yang dapat mengedalikan serangan hama dan penyakit pada tanaman. Cara kerja pestisida nabati terhadap hama, antara lain: sebagai penolak kehadiran serangga (*repellent*), mencegah serangga memakan tanaman (*antifeedant*), mencegah serangga untuk meletakkan telur, dan menghentikan proses penetasan telur (*antioviposisi*), pemikat kehadiran serangga yang dapat dipakai pada perangkap serangga (*antraktan*), racun syaraf (*insektisidal*) dan

mengacaukan sistem hormon didalam tubuh serangga (Widowati *et al.*, 2018). Lebih dari 2.300 jenis tumbuhan diketahui dapat digunakan sebagai pestisida nabati dan tidak kurang dari 100 jenis tumbuhan mengandung bahan aktif insektisida. (Hasyim *et al.*, 2015).

Menurut petani pestisida nabati lebih banyak digunakan pada musim kemarau dibanding dengan musim penghujan. Hal ini karena musim kemarau serangan hama dan penyakit tidak sebanyak pada waktu musim penghujan, sehingga pestisida nabati masih efektif untuk digunakan. Cara pembuatan dan penggunaannya cukup mudah dilakukan. Pestisida nabati di buat dari bahan-bahan seperti laos, daun mindi, serai, daun pahitan, daun morres, daun mauni, yang dihaluskan dicampur dengan air. Disamping itu biasanya petani juga membuat perekat yang terbuat dari bahan-bahan seperti daun papaya, lidah buaya, dan klerek. Fungsi perekat adalah merekatkan pestisida nabati pada daun tanaman terutama pada musim hujan agar pestisida tersebut tidak cepat hilang oleh air hujan. Ketersediaan bahan untuk pestisida nabati cukup mudah dan murah didapat. (Gunawan *et al.*, 2013).

7.3.3 Pengelolaan Secara Fisik

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

7.3.4 Pengelolaan Hayati (Penggunaan Agens Hayati)

Pengelolaan hayati adalah pemanfaatan dan penggunaan musuh alami untuk mengendalikan OPT yang merugikan. Pengelolaan hayati sangat dilatar belakangi oleh berbagai dasar pengetahuan dasar ekologi terutama teori tentang pengaturan populasi oleh pengendali alami dan keseimbangan ekosistem. Musuh alami terdiri dari parasitoid, predator dan patogen merupakan pengendali alami utama yang bekerja secara “density-dependent”

sehingga tidak dapat dilepas dari kehidupan dan perkembangbiakan OPT.

Parasitoid adalah serangga yang memarasit serangga atau binatang arthropoda yang lain. Parasitoid bersifat parasitik pada fase pradewasanya sedangkan pada fase dewasa mereka hidup bebas tidak terikat pada inangnya. Umumnya parasitoid akhirnya dapat membunuh inangnya meskipun ada inang yang mampu melengkapi siklus hidupnya sebelum mati. Parasitoid dapat menyerang setiap instar serangga meskipun instar dewasa yang paling jarang terparasit. Ada 6 ordo dengan 86 famili serangga yang tercatat sebagai parasitoid yaitu Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Neuroptera, dan Strepsiptera.

Predator merupakan organisme yang hidup bebas dengan memakan atau memangsa binatang lainnya. Apabila parasitoid memarasit inang maka predator atau pemangsa memakan mangsa.

Agens hayati pengendali penyakit tanaman memiliki beberapa karakteristik, antara lain: memiliki tingkat reproduksi yang tinggi sehingga dapat bertahan cukup lama pada kondisi yang kurang menguntungkan, efektif dalam memanfaatkan nutrisi, mampu memodifikasi rizosfer dengan menginduksi perubahan pH dan populasi mikroba, sangat agresif menekan patogen tanaman, sebagai agens pemicu pertumbuhan tanaman, berfungsi sebagai promoter pertahanan tanaman, berfungsi sebagai antagonis, dan hiperparasitik bagi patogen tanaman. (Widowati *et al.*, 2018).

Meningkatnya kekhawatiran tentang penggunaan pestisida kimia sintesis yang berlebihan dan residunya, meningkatnya signifikansi hama serangga dan patogen karena meningkatnya permintaan pangan, munculnya spesies invasif baru, dan galur hama yang resisten terhadap pestisida, merupakan faktor-faktor yang berkontribusi terhadap perluasan domain pengendalian dengan agensia hayati sebagai bentuk perlindungan tanaman dengan memanfaatkan musuh alami OPT (Jaiswal *et al.*, 2022). Penggunaan organisme hidup seperti bakteri, fungi dan nematoda yang menjadi penekan populasi OPT hama dapat dibiakkan secara massal dan diaplikasikan untuk mengendalikan OPT di lahan pertanian secara lebih ramah lingkungan.

7.3.5 Pengelolaan Secara Mekanik

Pengelolaan hama dan penyakit secara mekanik yaitu pengendalian yang dilakukan secara manual oleh manusia. Pengendalian secara mekanik dapat dilakukan dengan cara yang sederhana, membutuhkan tenaga kerja yang banyak dan waktu yang lama, efektifitas dan efesiensinya rendah, tetapi tidak berpengaruh negatif terhadap lingkungan. beberapa contoh tindakan secara mekanik dalam pengendalian hama antara lain sebagai berikut: (a). Pengumpulan hama dan telurnya menggunakan tangan, (b). Rogesan, yaitu pemotongan pucuk tebu yang terserang penggerek pucuk tebu (*schirpophaga nivella*), (c). Memangkas cabang, ranting atau bagian tanaman lainnya yang terserang hama atau penyakit, (d). Rampasan, yaitu pengumpulan seluruh buah ketika terjadi serangan berat penggerek buah kopi (*stephanoderes hampei*), (e). Gropyokan, yaitu perburuan hama tikus disuatu daerah yang luas secara serentak, (f). Pemasangan perangkap hama, seperti pemasangan perangkap kuning, feromon, (g). Pembungkusan buah: Buah mangga, jambu, pepaya, dll.

7.3.6 Pengelolaan Dengan Peraturan / Regulasi / Karantina

Bentuk pengelolaan ini, antara lain sebagai berikut: (a). Program Eradikasi (Pemusnahan). Program eradikasi umumnya diterapkan pada areal pertanaman yang mendapat serangan berat, dan tidak mungkin disembuhkan lagi. Seluruh areal pertanaman yang terserang berat bisa dibakar, atau dimusnahkan dengan cara lain, sehingga hama tidak dapat melanjutkan siklus hidupnya; (b). Sertifikasi Benih. Dalam proses sertifikasi, benih diproduksi dengan paket teknologi sempurna dan pengawasan ketat sehingga kemurnian dan kualitas benih tetap terjaga sebagai varietas unggul bermutu tinggi yang tahan dan bebas hama-penyakit; (c). Karantina. Pemerintah menetapkan suatu lembaga yang selalu waspada terhadap kemungkinan masuknya OPT baru ke dalam negeri. Lembaga tersebut biasa-nya bertempat di pelabuhan udara dan laut, yang dikenal dengan nama Dinas Karantina. Bila ada bahan impor, akan diperiksa di laboratorium Dinas Karantina. Bila ternyata bahan tersebut mengandung OPT dan penyakit, akan dimusnahkan atau diisolasi dan dicucihamakan.

Pengelolaan dengan peraturan perundangan yaitu pencegahan penyebaran/perpindahan dan penularan organisme pengganggu tanaman melalui kebijakan perundangan yang ditetapkan oleh pemerintah. Dasar hukum pencegahan dengan peraturan adalah sebagai berikut: (a). UU no. 16 thn 1992 karantina hewan, ikan dan tumbuhan, (b). PP no. 6 thn 1995: perlindungan tanaman, (c). PP no. 14 thn 2000: karantina tumbuhan.

7.3.7 Teknologi Pengusir Hama

Teknologi pengusir hama otomatis antara lain adalah penolak atau repeller berbasis ultrasonic untuk mengusir hama burung kecil pada tanaman padi (Kusumawardana *et al.*, 2021).

7.3.8 Pendeteksi dan Pengendali Status OPT di Lapang

Antara lain berupa drone dilengkapi dengan kamera multispektral atau sensor gerak Passive Infrared Receiver untuk memantau kondisi kesehatan tanaman dan mendeteksi fluktuasi populasi OPT di lahan (Pramana *et al.*, 2017). Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan teknologi citra spektral untuk deteksi penyakit dimana dari hasil analisis gambar/ pengolahan citra satelit, dapat mendeteksi gejala awal penyakit tanaman yang tidak terlihat dengan kasat mata. Hal ini memungkinkan dilakukannya identifikasi dan diagnosis yang cepat dan tepat untuk mengurangi resiko kerugian usahatani dan meng-optimalkan pengendalian OPT secara terpadu.

7.3.9 Interferensi RNA (RNAi)

Interferensi RNA (RNAi) adalah proses biologis di mana molekul RNA kecil membungkam ekspresi gen pada tingkat transkripsional atau pasca-transkripsional, teknologi ini dapat dimanfaatkan terhadap hama nematoda, artropoda, hewan pengerat, siput, siput dan burung (Liu *et al.*, 2020).

7.3.10 Pestisida Nano

Bahan-bahan yang biokompatibel, biodegradable, cerdas, dan responsif saat ini menjadi bidang minat baru dalam bidang formulasi pestisida yang efisien, aman, dan ramah lingkungan. Penggunaan

nanoteknologi dirancang dan ditargetkan dengan pelepasan terkendali yang responsif terhadap lingkungan melalui modifikasi senyawa, yang telah menunjukkan potensi besar dalam menciptakan formulasi baru yang lebih efektif (Huang *et al.*, 2018). Pengembangan formulasi pestisida pada skala partikel nano (nanoteknologi) mulai banyak dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi pengendalian, kestabilan formulasi, dan reduksi dampak lingkungan. Sehingga diharapkan dapat mengurangi dosis aplikasi pestisida konvensional yang seringkali di atas batas rekomendasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Admin PPID IPB, [2022]. Dr Ali Nurmansyah Menyebut Prediksi Kehilangan Hasil Panen Akibat Serangan Hama dan Penyakit Kian Penting. <https://ppid.ipb.ac.id/dr-ali-nurmansyah-menyebut-prediksi-kehilangan-hasil-panen-akibat-serangan-hama-dan-penyakit-kian-penting/>
- Agrios, G. N., (2005). Plant Pathology. Fifth Edition. USA: Elsevier Academic Press. 922 p.
- Anonimous, [1993]. Prinsip-prinsip Pemahaman Pengendalian Hama Terpadu. Konsep Pengendalian Hama Terpadu. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan dan Direktorat Bina Perlindungan Tanaman.B.I. Jakarta.
- Alimansyah, Yenny Sariasih, Yuliati, [2015]. Analisis Implementasi pp no. 12 tahun 2012 tentang Insentif perlindungan lahan pertanian pangan Berkelanjutan di kawasan danau dusun besar kota Bengkulu. AGRISEP Vol. 14 No. 1 Maret 2015 Hal: 120 -130.
- Badan Pembinaan Hukum Nasional. (2017). Analisis Dan Evaluasi Hukum Dalam Rangka Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan. Jakarta, hlm 1
- Bappenas, Direktorat Pangan dan Pertanian Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional. [2015]. Evaluasi Implementasi Kebijakan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (LP2B). Jakarta: Direktorat Pangan dan Pertanian Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional.
- Bimas, [1990]. Surat Keputusan Menteri Pertanian/Ketua Badan Pengendali BIMAS.
- Dadang (2006). Pengendalian Terpadu Hama Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linn.). Workshop Hama dan Penyakit Tanaman Jarak. Potensi Kerusakan dan Pengendaliannya.
- Dani, A., Rusman, Y., & Noormansyah, Z. (2016). Dampak Sekolah Lapang Pengendalian Hama Terpadu (SLPHT) Terhadap Tingkat Penerapan Teknologi Pengendalian Hama Terpadu (PHT) pada Usahatani Padi Sawah (*Oryza sativa* L.) (Studi Kasus Pada Kelompok Tani Kutawaringin Desa Cinyasag

- Kecamatan Panawangan Kabupa. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroinfo Galuh, 2(3), 159–166.
- Dian Ayu Wulandari and Amni Zarkasyi Rahman, [2017]. “Implementasi Kebijakan Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (LP2B) Di Kabupaten Tegal (Studi Implementasi Peraturan Daerah Kabupaten Tegal Nomor 10 Tahun Frank C. Lu. Toksikologi Dasar (Azas, Organ Sasaran dan Penilaian Resiko) Jakarta
- Direktorat Perlindungan Hortikultura, (2005). Pertanian Tanaman Pangan, Departemen Pertanian. Jakarta
- Effendy, L., Billah, M. T., & Darmawan, D. (2020). Perilaku Petani Dalam Pengendalian Hama Terpadu Pada Budidaya Padi di Kecamatan Cikedung. Jurna Inovasi Penelitian, 1(3), 287–301.
- Elfina, Y, S dan Puspita, F., (2004). Pengendalian Hama Terpadu. Faperika Press Universitas Riau. Pekanbaru.
- Hadi, SP., [2005]. Dimensi Lingkungan Perencanaan Pembangunan. Yogyakarta: Gajah Mada University
- Herlina, N. (2021). Ilmu Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman IPB University Jadi Trendsetter di Indonesia. <http://www.dikti.kemdikbud.go.id/kabardikti/kampuskita/ilmu-pengendalian-hama-dan-penyakit-tanamanipbuniversity-jadi-trendsetter-di-indonesia/>
- Huang Bingna, Feifei Chen, Yue Shen, Kun Qian, Yan Wang, Changjiao Sun, Xiang Zhao, Bo Cui, Fei Gao, Zhanghua Zeng and Haixin Cui, (2018) “Advances in targeted pesticides with environmentally responsive controlled release by nanotechnology,” Nanomaterials, 8(2). doi:10.3390/nano8020102.
- Husni Taba, 2007. Evaluasi Penyuluhan Dan Analisis Usahatani Penggunaan Pestisida Nabati Babadotan (*Ageratum conyzoides*) Pada Hama Wereng Coklat (*Nilaparvata lugens* stal). Jurnal Agrisistem.
- Indiati, S. W., & Marwoto, M. (2017). Penerapan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) Pada Tanaman Kedelai. Buletin Palawija, 15(2), 87–100. <https://doi.org/10.21082/bulpa.v15n2.2017.p87-100>

- Jaiswal, D. K., Gawande, S. J., Soumia, P. S., Krishna, R., Vaishnav, A., & Ade, A. B. (2022). Biocontrol strategies: an eco-smart tool for integrated pest and diseases management. *BMC microbiology*, 22(1), 1-5.
- Kusumawardana, A. et al. (2021) "Smart Bird Repeller Berbasis Ultrasonic dengan Vision Sensor," *TEKNO*, 31(2), hal. 108–119.
- Liu Shaoshuai, Maelle Jaouannetb, D'Maris Amick Dempsey, Jafargholi Imania, Christine Coustaub, Karl-Heinz Kogela, (2020) "RNA-based technologies for insect control inplant production," *Biotechnology Advances*, 39, hal. 107463. doi: 10.1016/j.biotechadv.2019.107463.
- Mahyuni, E. L, (2014). Faktor Risiko Dalam Penggunaan Pestisida Terhadap Keluhan Kesehatan Pada Petani Di Kecamatan Berastagi Kabupaten Karo. *Kesmas*, 9(1), 79-89.
- Martono, E. (2006). SLPHT Sebagai Lembaga Pemberdayaan Petani. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 2(1), 1–5.
- Natawigena, Hidayat. (1993). *Dasar-Dasar Pelindungan Tanaman*. Trigenda Karya. Bandung.
- Peraturan Menteri Pertanian Nomor: 24/Permentan/Sr.140/4/2011 Tentang Syarat Dan Tatacara Pendaftaran Pestisida
- Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 107/Permentan / Sr.140 / 9 / 2014 Tentang Pengawasan Pestisida
- Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 39/Permentan/SR.330/7/2015 Tentang Pendaftaran Pestisida
- Prabowo Rossi, [2010]. "Kebijakan Pemerintah Dalam Mewujudkan Ketahanan Pangan DiIndonesia," *Mediagro* 6, no. 2. hlm 66
- Pramana, D., Nugraha, D. P. dan Prasetya, H. (2017) "Altekn-Denhawer: alat teknologi pendeteksi dan pembasmi hama wereng berbasis smartphome," *Jurnal Scientific Pinisi*, 3, hal.93–97.
- Rahmat Rukmana dan Sugandi Saputra., (2005), *Penyakit Tanaman dan Teknik Pengendalian*, Kanisius, Yogyakarta.

- Satyani, T., Arfan, & Sayani. (2019). Kabupaten Donggala Evaluation of the Use of Pesticides in Red Onion Farmers in Wombo Mpanau Village, Tanantovea Sub District. *Jurnal Agrotech*, 9(1), 26–32.
- Suanda, I. W. (2015). Pelestarian keanekaragaman hayati tumbuhan sebagai bahan pestisida ramah lingkungan. *Prosiding Seminar Nasional Prodi Biologi F. MIPA UNHI*, 220–223.
- Sudarmo, S., [1991]. *Pestisida*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta, hal 15-33
- Suherlan Effendi; Baehaki. (2009). Tanaman Padi Dalam Perspektif Praktek Pertanian Yang Baik (Good Agricultural. *Pengembangan Inovasi Pertanian*, 1(2), 65–78.
- Suryana Ahmad, [2014]. “Menuju Ketahanan Pangan Indonesia Berkelanjutan 2025: Tantangan Dan Penanganannya,” *Forum Penelitian Agro Ekonomi* 32, no. 2. hlm. 124
- Suwahyono, U., [1996]. Aplikasi Biofungisida *Trichoderma* spp Untuk Pengendali Jamur Patogen *Rhizoctonia solanii* Pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.). *Alami*, Vol. 1(2). BPPT, Jakarta, hal 50-53.
- Rivai, Rudy S, Iwan. S Anugrah, [2011]. “Konsep Dan Implementasi Pembangunan Pertanian Berkelanjutan Di Indonesia.” *Forum Penelitian Agro Ekonomi* 29, no. 1.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 1992 Tentang Sistem Budidaya Tanaman
- Untung. K, [2006]. *Pengelolaan Hama Terpadu*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Utami, A. dan Rahyu B., [1996]. *Eko-Teknologi Sebagai Jalan Keluar Untuk Mengatasi Problem Lingkungan*. *Alami*, Vol. 1(2). BPPT, jakarta, hal 54-57.
- Utoyo, (2021). *Sistem Pengendalian Hama Terpadu (PHT)*. <https://maluku.litbang.pertanian.go.id/?p=7727>
- Yuantari Maria Goretti Catur, [2009]. *Studi Ekonomi Lingkungan Penggunaan Pestisida Dan Dampaknya Pada Kesehatan Petani Di Area Pertanian Hortikultura Desa Sumber Rejo Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang Jawa Tengah*. Thesis. Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro. 142 hal.

Wijoyo, S., Ma'ruf, A., & Aisyah, R. H. S. (2021). Pemberdayaan Masyarakat Dalam Budi Daya Jamur Tiram Di Kab Ngawi. *Jurnal Masyarakat Merdeka*, 3(2).
<https://doi.org/10.51213/jmm.v3i2.58>

BAB 8

PENGELOLAAN NUTRISI TANAMAN

Oleh Sari Widya Utami

8.1 Pendahuluan

Nutrisi tanaman adalah suatu zat/unsur yang berperan penting dalam metabolisme tanaman. Kecukupan nutrisi berpengaruh terhadap hasil tanaman (panen), karena keberadaannya mendukung proses biokimia dalam tubuh tanaman, seperti fotosintesis, transpirasi maupun respirasi. Proses tersebut dapat berlangsung dengan optimal, jika terdapat energi yang salah satunya bersumber dari kecukupan nutrisi tanaman. Seperti halnya pada manusia, ketika tubuh kita kekurangan zat besi, maka kita akan terkena anemia. Sedangkan pada tanaman, kekurangan zat besi dapat menyebabkan *klorosis interveinal* yaitu gejala kekuningan diantara urat/tulang daun yang dapat menghambat laju fotosintesis pada tanaman.

Nutrisi tanaman sering disebut sebagai unsur hara. Sebagian besar unsur hara ini didapatkan oleh tanaman dari dalam tanah melalui mekanisme penyerapan oleh akar tanaman. Unsur hara terbagi menjadi unsur hara *esensial* dan unsur hara *non esensial*. Perbedaan utama dari kedua kelompok tersebut yaitu berdasarkan peranannya bagi tanaman. Jika tanaman tidak terpenuhi unsur hara *esensialnya* maka akan sangat berpengaruh terhadap keberlangsungan tanaman itu sendiri. Sebaliknya, jika unsur hara *non esensial* tidak terpenuhi, tanaman masih mampu tetap tumbuh dan berkembang.

Tantangan serta peluang pengembangan nutrisi tanaman masih sangat terbuka. Oleh karena itu perlu pemahaman terhadap jenis, fungsi, mekanisme penyerapan nutrisi dan strategi pengelolaannya untuk mengoptimalkan produksi tanaman (panen).

8.2 Jenis Nutrisi Tanaman

Nutrisi esensial terbagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok makro dan mikro, yang dibedakan berdasarkan jumlah yang

dibutuhkan oleh tanaman. Nutrisi makro (unsur hara makro) dibutuhkan dalam jumlah banyak, sedangkan nutrisi mikro (unsur hara mikro) sebaliknya.

1. Unsur hara makro

Unsur hara makro dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah banyak. Kekurangan ataupun kelebihan jenis unsur hara ini menyebabkan produksi tanaman tidak optimal. Terdapat 9 unsur hara makro yaitu C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, dan S. Unsur C, H dan O diserap dari udara dan air, sedangkan yang lainnya dari dalam tanah.

2. Unsur hara mikro

Berbeda dengan unsur hara makro, unsur hara mikro dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang sedikit. Akan tetapi kekurangan atau kelebihan hara ini dapat mengganggu proses metabolisme tanaman. Adapun unsur hara mikro terdiri dari Fe, Mn, Zn, Cu, Cl, B, dan Mo

Setiap jenis unsur hara baik makro maupun mikro mempunyai peranan dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Unsur hara tersebut dapat berasal dari dalam tanah itu sendiri (*indigenous soil nutrition*) dan melalui pemupukan, baik pupuk alami maupun pupuk kimia. Pupuk alami terdiri dari pupuk hijau, pupuk kandang, kompos maupun pupuk organik lainnya. Tanaman menyerap unsur hara dalam bentuk ion-ion tersedia. Tanaman memang tidak dapat memilih darimana sumber unsur hara itu berasal akan tetapi perlu diketahui bahwa penggunaan pupuk kimia secara terus-menerus menyebabkan dampak kerusakan tanah, seperti kompaksi pada tanah sawah (Utami and Widyasunu, 2018), pelandaian produktivitas tanaman, dan ancaman keamanan pangan pada produk pertanian yang dihasilkan.

Tabel 8.1. Fungsi dan bentuk unsur hara yang diserap oleh tanaman.

Unsur hara	Bentuk yang diserap	Fungsi utama
Nitrogen (N)	NH_4^+ , NO_3^-	a. Komponen penyusun senyawa organik (asam amino, protein, asam nukleat) b. Bagian dalam penyusun klorofil c. Berperan penting dalam pertumbuhan vegetatif
Fosfor (P)	HPO_4^{2-} , H_2PO_4^-	a. Berperan dalam tranfers energi dan metabolisme protein b. Penyusun asam nukleat c. Perpanjangan akar dan pematangan awal
Kalium (K)	K^+	a. Pengaturan ion dan tekanan osmotik b. Kofaktor dan aktivator enzim c. Ketahanan terhadap penyakit dan cekaman kekeringan
Kalsium (Ca)	Ca^{2+}	a. Berperan dalam pembelahan sel b. Pemeliharaan membran
Magnesium (Mg)	Mg^{2+}	a. Bagian dari klorofil b. Kofaktor untuk beberapa reaksi enzimatik c. Bagian dari struktur ribosom
Sulfur (S)	SO_4^{2-}	Pembentukan klorofil dan asam amino yang mengandung sulfur
Besi (Fe)	Fe^{2+} , Fe^{3+}	Komponen penting dari banyak enzim, pembawa elektron pernapasan

Unsur hara	Bentuk yang diserap	Fungsi utama
Mangan (Mn)	Mn^{2+}	a. Terlibat pada proses fotosintesis b. Dapat menggantikan Mg pada reaksi fosforilasi c. Mempengaruhi kadar auksin pada tanaman
Seng (Zn)	Zn^{2+}	Bagian dari beberapa sistem enzim yang mengatur berbagai reaksi metabolik
Tembaga(Cu)	Cu^{2+}	Pembawa elektron dalam enzim yang terkait dengan reaksi reduksi-oksidasi
Klor (Cl)	Cl^-	a. Berperan dalam fotosintesis b. Aktivator enzim yang terlibat pemecahan sel
Molibdenum (Mo)	MoO_4^{2-}	Komponen pada proses asimilasi nitrogen dan katalisator reduksi nitrat
Boron (B)	$H_2BO_3^-$, HBO_3^{2-} , $B_4O_7^{2-}$	a. Diperlukan untuk pembentukan bintil akar pada kacang-kacangan b. Berkaitan dengan translokasi gula, pati, N dan P

Sumber : (Meena *et al.*, 2023)

8.3 Sumber Nutrisi Tanaman

Tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan baik jika mendapatkan kecukupan nutrisi, baik makro maupun mikro. Lalu darimana tanaman mendapatkannya? Seperti halnya manusia yang mendapatkan nutrisi dari makanan yang dikonsumsi, maka tanaman mendapatkan nutrisi dari makanan yang diserap melalui akar tanaman. Sumber makanan bagi tanaman dapat tersedia secara alami di dalam lingkungan perakaran, maupun melalui penambahan dari luar (pemupukan).

Nutrisi tanaman dapat berasal dari dalam tanah tempat tumbuh atau disebut dengan *indigenous soil nutrition*. Secara alami, tanah memiliki tingkat kesuburan yang dipengaruhi oleh faktor pembentuk tanah yang berupa bahan induk yang berdampak pada kondisi *indigenous soil nutrition* tersebut. Ada tanah dengan tingkat kesuburan yang rendah (*low fertility*), ada juga yang kesuburannya tinggi (*high fertility*). Sumber dari *indigenous soil nutrition* ini berasal dari tipe lempung (*clay mineral*), eksudat akar tanaman yang tumbuh di atasnya, sisa-sisa mikroorganisme tanah yang terurai, dan bahan alami lainnya yang terdekomposisi di tempat (*in situ decomposition*). Ketersediaan nutrisi alami ini akan berubah seiring adanya tindakan budidaya tanaman yang dilakukan.

Sumber nutrisi tanaman yang berasal dari luar yaitu pupuk. Memberikan pupuk ke tanaman dapat diistilahkan *feeding the plant*. Pupuk yang diberikan dapat berupa pupuk organik maupun pupuk anorganik (pupuk kimia). Pupuk kimia yang sering digunakan petani diantaranya urea (pupuk N), SP36 (pupuk P), dan KCl (pupuk K) atau gabungan ketiganya yang disebut pupuk majemuk (NPK). Adapun beberapa jenis pupuk organik diantaranya :

1. Pupuk hijau

yaitu pupuk yang berasal dari bagian tanaman seperti daun leguminosa (kacang-kacangan), daun lamtoro, daun turi dan jenis daun tanaman lain yang diberikan langsung ke tanah. Pupuk hijau biasanya merupakan sumber pupuk N. Salah satu jenis pupuk hijau dengan kandungan N yang tinggi yaitu Azolla. Azolla merupakan jenis tanaman paku air yang sangat mudah dibudidayakan. Kandungan N yang tinggi pada Azolla, menyebabkan pupuk hijau ini dijadikan pengganti urea khususnya pada pertanaman padi melalui inokulasi langsung maupun dalam bentuk pupuk (Utami and Widyasunu, 2018).

2. Pupuk kandang

yaitu pupuk yang berasal dari kotoran hewan (urin dan feses). Kandungan nutrisi dari pupuk kandang berbeda tergantung jenis hewan, dan pakan yang diberikan. Oleh karena itu, pemberian pupuk kandang ke tanaman biasanya disesuaikan dengan potensi wilayah. Hal yang perlu diperhatikan dalam pemberian pupuk kandang, yaitu kondisi

pupuk kandang harus dipastikan sudah matang yang biasanya dicirikan sudah tidak berasa panas, tidak berbau, dan biasanya sudah hancur (jika yang diberikan kotoran padat). Pupuk kandang juga dapat dikombinasikan dengan pupuk hijau dan bahan organik lainnya, untuk dijadikan kompos.

3. Pupuk kompos

yaitu pupuk yang berasal dari berbagai bahan organik seperti pupuk hijau, pupuk kandang, limbah pertanian dan lain sebagainya yang mengalami proses fermentasi dengan bantuan mikroorganisme pengurai. Lama-tidaknya proses fermentasi pupuk kompos dipengaruhi oleh faktor sifat bahan penyusun, kondisi lingkungan seperti suhu dan kelembaban, serta tindakan pengolahan kompos.

Selain dari pupuk baik organik maupun anorganik, nutrisi dapat berasal dari aliran irigasi dan bahan pembenah tanah (amelioran). Air irigasi yang berasal dari air tanah dan air permukaan (sungai, waduk dan danau) (Rohmawati, Sutarno and Mujiyo, 2018) yang sering kali membawa nutrisi yang terkandung dalam tanah/area yang dilewati. Sedangkan amelioran merupakan bahan yang digunakan untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Amelioran dapat berasal dari bahan organik (kompos, biochar) dan bahan anorganik (kapur pertanian, mineral tanah), atau campuran keduanya. Sebagai contoh penggunaan amelioran pada tanah pasir membantu dalam penyediaan air dan hara, melalui pembentukan agregat tanah yang lebih stabil (Li *et al.*, 2024).

8.4 Mekanisme Penyerapan Nutrisi Tanaman

Nutrisi tanaman dapat diserap oleh akar melalui 3 mekanisme utama, yaitu:

1. Aliran masa

Unsur hara di dalam larutan tanah dapat sampai ke permukaan akar karena ada agen yang membawanya yaitu air. Air diperlukan oleh tanaman tidak hanya untuk proses fotosintesis, tetapi ada proses fisiologi lainnya seperti transpirasi. Transpirasi atau penguapan air melalui tubuh tanaman menyebabkan

penyerapan air oleh akar tanaman berlangsung terus menerus. Proses penyerapan air ini menyebabkan terbawanya unsur hara ke permukaan akar tanaman. Dengan kata lain transpirasi membantu proses penyerapan unsur hara melalui aliran air untuk mencukupi kebutuhan proses tersebut. Aliran masa ini merupakan metode penyerapan hara secara pasif.

2. Difusi

Difusi dalam proses penyerapan unsur hara terjadi karena ada perbedaan konsentrasi larutan di daerah dengan konsentrasi hara yang tinggi dan di daerah permukaan akar (konsentrasi rendah). Rendahnya konsentrasi hara di daerah permukaan akar disebabkan hara sudah diserap tanaman. Seperti halnya pada mekanisme aliran masa, maka difusi juga merupakan metode penyerapan hara secara pasif.

3. Intersepsi akar

Pada mekanisme ini, intersepsi akar atau pemanjangan akar terjadi karena pergerakan aktif dari akar tanaman untuk menjangkau unsur hara yang letaknya jauh. Intersepsi akar dapat memperpendek jarak antara ujung akar dengan hara dalam larutan tanah (Asmara, Suherman and Gonggo, 2015). Berbeda dengan 2 (dua) mekanisme sebelumnya, intersepsi akar merupakan metode penyerapan hara secara aktif. Praktek dari mekanisme intersepsi akar ini salah satunya dengan pemberian jamur mikoriza pada akar tanaman, sehingga hifa-hifa dari mikoriza dapat memperpanjang dan meningkatkan luas area penyerapan unsur hara.

8.5 Faktor Ketersediaan Nutrisi Tanaman

Nutrisi atau unsur hara dapat diserap oleh akar tanaman secara maksimal dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya:

1. pH tanah

Tanah dengan kondisi pH netral (6,5-7) merupakan kondisi yang paling ideal bagi penyerapan unsur hara tanaman. Pada kondisi pH ini unsur hara banyak tersedia dalam bentuk yang dapat diserap oleh tanaman (ion). Umumnya peningkatan pH tanah mendorong peningkatan ketersediaan hara dalam tanah (Mulyati, AB and Tejo Wulan, 2021). Untuk unsur hara tertentu,

kondisi pH sangat berpengaruh dalam ketersediaanya, seperti pada kondisi pH masam unsur P tidak tersedia karena terikat Fe dan Al. Sedangkan pada kondisi pH basa, unsur P terikat oleh unsur Ca membentuk senyawa yang kompleks (Ca-P) (Firnias, 2018).

2. Tekstur tanah

Tekstur tanah merupakan sifat fisik tanah yang penting dalam menjaga ketersediaan unsur hara dalam tanah. Hal ini berkaitan dengan kemampuan tanah menyimpan unsur hara bagi tanaman. Tanah dengan tekstur yang kasar seperti pasir, penyediaan unsur hara sangat rendah (Sauer *et al.*, 2024) karena mudah hilang melalui pelindian (*leaching*). Tekstur yang kasar mempunyai luas permukaan yang kecil, sehingga kurang efektif dalam menangkap unsur hara.

3. Ketersediaan air

Air mempunyai peran penting dalam menyediakan unsur hara, yaitu sebagai zat pelarut. Penyerapan unsur hara oleh akar tanaman baik melalui aliran masa maupun difusi tentunya sangat dipengaruhi oleh ketersediaan air di lingkungan perakaran. Pada mekanisme penyerapan melalui difusi, unsur K bersifat lebih *mobile* dari P tetapi kurang *mobile* dibanding N (Siswanto, 2019) sehingga ketersediaan air sangat berpengaruh. Pada kondisi ketersediaan air yang terbatas, penyerapan unsur hara akan terhambat dan ditunjukkan dengan adanya respon tanaman seperti layu dan kekeringan (Khoirunisa, Budiman and Kurniasih, 2021). Sebaliknya pada kondisi air yang berlebihan (jenuh), seluruh pori-pori tanah terisi air, respirasi terhambat dan dapat menyebabkan gangguan penyerapan unsur hara karena pelindian (*leaching*) dan aliran permukaan (*run off*). Sebagai contoh pada penerapan irigasi penggenangan pada padi, unsur hara N dalam bentuk Nitrat (NO_3^-) akan mudah hilang melalui *leaching* (Tando, 2019).

4. Interaksi antar unsur hara

Unsur hara dapat saling berinteraksi satu sama lain, bisa menghambat (antagonis) maupun mendukung (sinergis). Unsur hara dapat saling berkompetisi untuk memasuki jaringan tanaman, merupakan bentuk dari interaksi antagonis misalnya

unsur K dan Mg. Konsentrasi ion Mg yang tinggi dapat menyebabkan terhambatnya penyerapan ion K (Handayanto, Muddarisna and Amrullah, 2017). Contoh sinergisme unsur hara yaitu pada hara P dan hara K, dimana ketersediaan unsur P dapat meningkatkan K-dd (K dapat ditukar), dan sebaliknya unsur K dapat meningkatkan P-tersedia (Aswiguna *et al.*, 2022).

5. Mikroorganisme tanah

Mikroorganisme tanah mempunyai peranan penting dalam membantu ketersediaan unsur hara bagi tanaman melalui proses perombakan (dekomposisi) bahan organik, mineralisasi, maupun penyerapan langsung. Dekomposisi dan mineralisasi merupakan bagian siklus hara yang penting. Dalam dekomposisi bahan organik, mikroorganisme menguraikan senyawa organik kompleks seperti selulosa dan lignin dari seresah dan limbah lainnya menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti CO₂ dan unsur hara. Pada proses mineralisasi, mikroorganisme berperan penting dalam pelepasan unsur hara dalam bentuk yang dapat diserap tanaman (ion). Peranan mikroorganisme dalam proses mineralisasi dapat dilihat pada bakteri pelarut fosfat dalam meningkatkan ketersediaan hara P (Handayanto, Muddarisna and Amrullah, 2017). Beberapa mikroorganisme mempunyai peranan langsung dalam penyerapan unsur hara (fiksasi) seperti *Rhizobium* yang menambat N dari udara (Ramdana Sari dan Retno Prayudyaningsih, 2015). Mikroorganisme dapat bersimbiosis dengan tanaman inang seperti jamur *Micoriza* dalam menyerap unsur P dan K (Zebua, Lase and Telaumbanua, 2025), melalui perluasan area jangkauan akar.

8.6 Permasalahan Pengelolaan Nutrisi Tanaman

Tanaman memiliki sistem respon seperti manusia, yang ditunjukkan dengan perubahan pada penampakan/vigor ketika terdapat kekurangan maupun kelebihan nutrisi. Ketika tanaman mengalami kekurangan nutrisi tentunya akan mengganggu pertumbuhan tanaman atau yang disebut dengan defisiensi unsur hara. Sebaliknya ketika tanaman mengalami kelebihan nutrisi yang diserap maka menyebabkan keracunan (toksisitas) yang juga mengganggu pertumbuhan tanaman. Karena itu,

kecukupan nutrisi (tidak lebih dan tidak kurang) menjadi salah satu kunci sukses dalam produksi tanaman. Tabel 8.2. menunjukkan gejala umum dari kelebihan dan kekurangan unsur hara makro pada tanaman.

Tabel 8.2. Gejala kekurangan (defisiensi) dan kelebihan (toksisitas) unsur hara esensial pada tanaman

Unsur Hara	Gejala kekurangan (defisiensi)	Gejala Kelebihan (toksisitas)
N	Daun menguning, klorosis dan kerdil, pematangan awal, rentan terhadap stress/cekaman	Pertumbuhan vegetatif berlebihan, keracunan NO menyebabkan luka bakar marginal pada daun tua dan diikuti keruntuhan interveinal, keracunan NH menyebabkan penghitaman di sekitar ujung daun tua, dan nekrosis
P	Daun tua berwarna keunguan, sistem perakaran buruk, pertumbuhan terhambat	Nekrosis dan mati pucuk, <i>klorosis interveinal</i> pada daun muda, luka bakar marginal pada daun tua
K	Ujung dan tepi daun menguning, bintik nekrotik, daun terbakar, perkembangan akar buruk, toleransi stres/cekaman berkurang	Keracunan K menyebabkan kekurangan Mg dan mungkin Fe, Mn dan Zn
Ca	Titik tumbuh mati dan menggulung, daun baru memutih, pertumbuhan akar buruk	Daun menguning atau berubah hitam,
Mg	<i>Klorosis interveinal</i> pada daun tua dengan urat daun tetap hijau, warna merah muda pada daun tua	Keracunan Mg menyebabkan defisiensi K
S	Klorosis pada daun muda, Defisiensi parah menyebabkan klorosis pada seluruh tanaman	Pengecilan ukuran daun, kadang-kadang penguningan ininterveinal atau daun terbakar

Unsur Hara	Gejala kekurangan (defisiensi)	Gejala Kelebihan (toksisitas)
Fe	<i>Klorosis interveinal</i> pada daun muda, defisiensi parah menyebabkan seluruh daun menguning lalu memutih	Umumnya terjadi di tanah masam, daun tua berwarna kecoklatan karena defisiensi P, K dan Zn
Mn	<i>Klorosis interveinal</i> pada daun muda, defisiensi parah menyebabkan nekrosis	Tepi daun tua menguning, klorosis kuning diantara urat daun
Zn	Daun kecil dan roset atau kelompok daun dibagian atas pohon buah. Pada tanaman jeruk menyebabkan bercak daun	Menyebabkan klorosis Fe
Cu	Klorosis pada daun muda, menggulung dan mati pucuk. Pada tahap lanjut, jaringan mati muncul di sepanjang ujung dan tepi daun	Kerdil, percabangan berkurang, menyebabkan klorosis Fe
Cl	Klorosis pada daun bagian atas dan tanaman layu secara keseluruhan	Terbakarnya ujung atau tepi daun, ukuran daun mengecil
Mo	Pucat berbintik pada daun muda, memutih dan layu	Umumnya tidak terjadi keracunan Mo
B	Daun menebal atau menggulung, tangkai daun dan batang menebal, retak atau basah Buah, umbi atau akar retak atau membusuk	<i>Klorosis interveinal</i>

Sumber : : (Meena *et al.*, 2023)

Selain kondisi defisiensi maupun toksisitas, permasalahan lain dalam pengelolaan nutrisi tanaman diantaranya:

1. Curah hujan

Curah hujan merupakan faktor eksternal yang berpengaruh dan sulit untuk dikendalikan dalam pemenuhan kecukupan nutrisi tanaman. Intensitas curah hujan yang berlebih dapat menyebabkan hilangnya nutrisi tanaman asli (*indigenous soil*

nutrition), maupun yang ditambahkan lewat pemupukan melalui *leaching* dan *run off*. Jika hal ini terjadi tentunya efisiensi pemupukan tidak dapat tercapai, lebih lanjut tanaman mengalami defisiensi dan produktivitas tidak tercapai.

2. Sifat alami tanah

Sifat tanah terdiri dari 3 (tiga) yaitu sifat fisik, kimia dan biologi tanah yang saling terkait dalam menentukan status kesuburan tanah. Sifat fisik yang jelek biasanya diikuti oleh sifat kimianya, sebagai contoh pada tanah pasir. Tanah dengan tekstur yang didominasi oleh pasir, memiliki daya simpan air (*water holding capacity*) yang rendah. Nilai WHC yang rendah berkorelasi dengan rendahnya ketersediaan hara, karena hara ikut hilang bersama larutan tanah. Kondisi ini menyebabkan aktivitas mikroorganisme tanah terganggu, karena hilangnya air menurunkan kelembaban tanah. Hal ini menyebabkan status kesuburan tanah yang rendah.

Contoh lain yaitu pada tanah dengan pH yang rendah. Pada kondisi ini, unsur P tidak tersedia karena terikat dengan unsur Al dan Fe. Pemupukan P yang tinggi tanpa upaya peningkatan pH tanah melalui pengapuran (misalnya) dan tanpa penambahan bahan organik, tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap ketersediaan P.

3. Pemupukan yang tidak berimbang

Pemupukan salah satu unsur hara secara berlebih dapat menyebabkan terganggunya unsur hara lain untuk diserap tanaman. Secara alami, tanaman tidak dapat memilih jenis unsur hara apa yang diserap dan berapa jumlahnya. Sebagai contoh petani yang ingin memaksimalkan pertumbuhan vegetatif, memberikan pupuk N secara berlebih. Dampaknya tidak hanya pada perlambatan fase generatif tanaman, tetapi juga menyebabkan tanaman mudah terserang penyakit karena struktur jaringan tanaman yang lemah. Padahal jika diimbangi pupuk K, maka kedua dampak negatif tersebut dapat dihindari.

4. Pengolahan tanah

Pengolahan tanah bertujuan untuk memberikan struktur tanah yang baik bagi pertumbuhan tanaman. Pengolahan tanah utamanya terdiri dari 3(tiga) jenis yaitu tanpa olah tanah (TOT), pengolahan tanah minimal (*minimum tillage*), dan pengolahan tanah maksimal (*maximal tillage*). Pada pengolahan tanah maksimal, yang umumnya menggunakan mesin seperti traktor dapat menyebabkan pemadatan tanah atau disebut dengan kompaksi tanah. Kompaksi tanah ini menyebabkan struktur tanah lebih padat, sehingga mengurangi ruang pori dan aerasi tanah. Ruang pori yang berkurang menyebabkan ketersediaan hara menurun, dan aerasi tanah yang menurun menyebabkan aktivitas mikroorganisme terganggu. Dampak lanjut, akar tanaman sulit untuk berkembang, sehingga pertumbuhannya terganggu.

8.7 Strategi Pengelolaan Nutrisi Tanaman

Produksi tanaman dapat dioptimalkan jika seluruh faktor produksinya terpenuhi. Nutrisi sebagai salah faktor produksi alam yang dapat dikendalikan perlu dikelola dengan baik untuk mencapai output produksi (panen) yang diharapkan. Dalam budidaya tanaman, pengelolaan nutrisi ini dapat dilakukan melalui beberapa strategi untuk memastikan tanaman tercukupi kebutuhannya, diantaranya :

1. Pengembalian bahan organik sisa pertanaman ke tanah

Sisa pertanaman masih mengandung berbagai unsur hara yang terdapat pada batang, daun, maupun bagian lain yang bukan merupakan produk utama. Upaya pengembalian ini dimaksudkan untuk mengurangi kehilangan hara dari sisa panen. Sisa panen tersebut dapat diberikan langsung ke tanah, atau melalui proses pengomposan terlebih dahulu.

2. Pemupukan berimbang

Pemupukan berimbang dimaksudkan agak tidak terjadi defisiensi ataupun toksisitas pada tanaman. Konsep pemupukan berimbang ini perlu memperhatikan status kesuburan tanah, kebutuhan tanaman, dan metode

pemupukan yang tepat. Penggunaan pupuk organik dan anorganik secara bersamaan dapat menjadi solusi pemenuhan kebutuhan hara tanaman dan perbaikan/peningkatan kesuburan tanah.

3. Metode pemupukan yang tepat

Metode pemupukan yang tepat meliputi tepat jenis, dosis, waktu dan cara. Metode ini dapat membantu dalam memastikan tanaman mendapatkan nutrisi yang sesuai dan optimal.

- a. Tepat jenis, yaitu jenis pupuk yang diberikan harus sesuai dengan kebutuhannya, contohnya pupuk ZA lebih tepat digunakan pada tanah dengan pH tinggi karena dapat mengasamkan tanah dibandingkan urea walau sama-sama sebagai sumber pupuk N.
- b. Tepat dosis, yaitu dosis yang diberikan sesuai dengan kebutuhan tanaman, tidak berlebih dan tidak kurang.
- c. Tepat waktu, yaitu waktu pemberian pupuk harus mempertimbangkan fase pertumbuhan dan perkembangan tanaman
- d. Tepat cara, yaitu pemberian pupuk dapat berikan dengan disebarkan di sekitar tanaman, ditanamkan ke tanah, atau disemprotkan ke tanaman. Ada juga yang diberikan bersamaan dengan pengairan atau yang disebut dengan *fertigasi*.

4. Pengairan yang tepat

Pengairan erat hubungannya dengan ketercapaian efisiensi pemupukan. Pengairan dilakukan untuk menjaga kondisi kelembaban tanah agar unsur hara dapat diserap dengan maksimal oleh tanaman, karena unsur hara berada dalam larutan tanah. Waktu pengairan sebaiknya memperhatikan kondisi kelembaban tanah agar hara tidak hilang karena proses *leaching* maupun *run off* dan efisiensi pengairan tercapai. Air yang digunakan harus dipastikan bebas dari cemaran logam berat dan zat beracun lainnya.

5. Monitoring pertumbuhan

Selama proses budidaya tanaman berlangsung, tidak menutup kemungkinan terjadi defisiensi maupun toksisitas

pada tanaman. Faktor yang menyebabkan bisa berasal dari faktor lingkungan yang memang sulit untuk dikendalikan, seperti curah hujan yang tinggi yang menyebabkan nutrisi yang diberikan hilang baik melalui *leaching* maupun *run off*. Oleh karena itu, perlu dilakukan monitoring pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara berkala untuk memastikan tanaman tercukupi nutrisinya. Sebagai contoh, petani dapat menggunakan bagan warna daun (BWD) untuk mengukur kecukupan hara N.

Pemberian nutrisi tanaman yang lebih efektif dapat dilakukan melalui langkah sebagai berikut:

1. Analisa kandungan hara tanah
 Hasil analisa kandungan hara tanah dapat memberikan informasi status hara, apakah pada tingkat rendah, sedang maupun tinggi. Interpretasi status hara secara keseluruhan dari hasil analisa dapat menunjukkan status kesuburan tanah, apakah tanah miskin atau tanah subur. Selain itu, hasil analisa kandungan hara tanah membantu dalam menentukan berapa banyak pupuk yang harus diberikan. Analisa ini dapat dilakukan sebelum proses penanaman, maupun setelah panen. Data hasil analisa tersebut juga dapat dijadikan sebagai data dalam perhitungan neraca hara yang berfungsi dalam mengevaluasi efektivitas pemupukan. Contoh pemanfaatan data hasil analisa tanah dalam menentukan status hara dapat dilihat pada Tabel 8.3.

Tabel 8.3. Kandungan beberapa hara tanah Kalitirto, Berbah Sleman

Unsur hara	Satuan	Nilai	Harkat
N total	%	0,1	Rendah *
P tersedia	ppm	16,31	Tinggi *
K tersedia	me/100g	0,08	Sangat rendah*
Fe tersedia	ppm	42,61	Rendah**
Mn tersedia	ppm	29,53	Rendah**
Zn tersedia	ppm	0,95	Sangat rendah**
Cu tersedia	ppm	8,04	Sedang**

Sumber : (Utami, Sunarminto and Hanudin, 2017)

2. Rekomendasi pemupukan

Pemberian nutrisi untuk budidaya tanaman tertentu dapat berdasar pada rekomendasi pemupukan yang dikeluarkan oleh lembaga/badan, hasil penelitian, atau sumber lainnya.

3. Analisa jaringan tanaman

Jika selama proses budidaya, tanaman terlihat mengalami defisiensi atau toksisitas, selain dengan mengamati gejala secara fisiknya, dapat dipastikan juga melalui analisa jaringan tanaman. Dengan data analisa yang lebih akurat, maka tindakan pemupukan susulan atau tindakan lain dapat diberikan sesuai dengan kebutuhannya. Selain itu manfaat dari analisa jaringan tanaman itu bisa digunakan untuk menilai status nutrisi pada tanaman dan mengevaluasi efektivitas pemupukan.

4. Analisa kandungan hara dalam pupuk

Jika pupuk yang diberikan adalah pupuk organik, maka perlu dihitung kebutuhan dengan baik berdasarkan hasil analisa kandungan haranya. Hal ini tentunya untuk mengefisienkan besarnya jumlah pupuk yang diberikan, karena pupuk organik biasanya diberikan dalam jumlah yang besar, seperti 20 ton/ha. Padahal dengan mengetahui kandungan haranya, maka pemberian pupuk organik dapat lebih efisien.

5. Kompilasi hasil analisa dengan rekomendasi pemupukan

Hasil analisa tanah yang menunjukkan status kesuburan tanah jika dikompilasikan dengan rekomendasi pemupukan akan menghasilkan perhitungan data yang lebih baik. Hal ini dikarenakan status kesuburan tanah berbeda-beda dan bersifat spesifik lokasi. Selain itu kompilasi juga dapat dilakukan antara rekomendasi kebutuhan tanaman dengan hasil analisa pupuk, terutama untuk pupuk organik. Sedangkan pada pupuk kimia biasanya, kandungan haranya melekat pada namanya, contoh SP36 artinya pupuk tersebut mengandung P sebesar 36 % dalam bentuk P_2O_5 . Contoh studi kasus penentuan kebutuhan pupuk berdasarkan metode kompilasi ini ditunjukan pada Tabel 8.4.

Tabel 8.4. Perhitungan kebutuhan pupuk dengan metode kompilasi hasil analisa kandungan hara pupuk dan rekomendasi pemupukan untuk tanaman jagung manis.

Unsur hara	Kandungan dalam pupuk padat biogas (%)	Rekomendasi Pemupukan		Kebutuhan (ton/hektar)
		Pupuk kimia	Konversi	
N	1,85	300 kg urea	138,9 kg N	$\frac{138,9 \text{ kg}}{18,5 \text{ kg}} \times 1 = 7,51$
P	1,04	150 kg SP36	54 kg P ₂ O ₅	$\frac{54 \text{ kg}}{10,4 \text{ kg}} \times 1 = 5,19$
K	0,99	50 kg KCl	31,6 kg K ₂ O	$\frac{31,6 \text{ kg}}{9,9 \text{ kg}} \times 1 = 3,19$
Rata-rata				5,3

Sumber : (Utami, Sunarminto and Hanudin, 2017)

DAFTAR PUSTAKA

- Asmara, N., Suherman, S. and Gonggo, S.T. (2015) 'Penerapan Blending Kitosan-Tonasi terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Buah Kakao (*Theobroma Cacao* L.) (Studi Wilayah Kabupaten Sigi)', *Jurnal Akademika Kimia*, 4(3), pp. 129–135.
- Aswiguna, S. *et al.* (2022) 'Pengaruh Pemberian Biochar Batang Singkong Dan Pemupukan P Terhadap Serapan Hara N Dan K Pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.)', *Jurnal Agrotek Tropika*, 10(3), p. 455. doi:10.23960/jat.v10i3.6109.
- Firnia, D. (2018) 'DINAMIKA UNSUR FOSFOR PADA TIAP HORISON PROFIL TANAH MASAM', *Jurnal Agroekoteknologi*, 10(1). doi:10.33512/j.agrtek.v10i1.5464.
- Handayanto, E., Muddarisna, N. and Amrullah, F. (2017) *Pengelolaan kesuburan tanah*. Universitas Brawijaya Press.
- Khoirunisa, I., Budiman and Kurniasih, R. (2021) 'Pengaruh Kadar Air Tanah Tersedia Dan Pengelolaan Pupuk Terhadap Pertumbuhan Meniran (*Phyllanthus niruri*)', *Jurnal Pertanian Presisi (Journal of Precision Agriculture)*, 5(2), pp. 138–146. doi:10.35760/jpp.2021.v5i2.5285.
- Li, Z. *et al.* (2024) 'Water-stable aggregation and organic matter stabilisation by native plant *Acacia auriculiformis* in an early Technosol eco-engineered from Fe-ore tailings', *Soil and Environmental Health*, 2(4), p. 100115. doi:10.1016/j.seh.2024.100115.
- Meena, J.K. *et al.* (2023) *Modern Horizons in Horticulture*. doi:10.5281/zenodo.8378468.
- Mulyati, M., AB, B. and Tejo Wulan, R.S. (2021) 'Serapan Hara N, P, K dan Pertumbuhan Tanaman Jagung Pada Berbagai Dosis Pupuk Anorganik dan Organik di Tanah Inceptisol', *JURNAL SAINS TEKNOLOGI & LINGKUNGAN*, pp. 55–66. doi:10.29303/jstl.v0i0.245.
- Ramdana Sari dan Retno Prayudyaningsih (2015) 'Rhizobium : Pemanfaatannya Sebagai Bakteri Penambat Nitrogen Ramdana Sari * dan Retno Prayudyaningsih', *Info Teknis Eboni*, 12(1), pp. 51–64.

- Rohmawati, S.M., Sutarno, S. and Mujiyo, M. (2018) 'Kualitas Air Irigasi Pada Kawasan Industri Di Kecamatan Kebakkramat Kabupaten Karanganyar', *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, 31(2), p. 108. doi:10.20961/carakatani.v31i2.11958.
- Sauer, A.M. *et al.* (2024) 'Sorghum landraces perform better than a commonly used cultivar under terminal drought, especially on sandy soil', *Plant Stress*, 13(July). doi:10.1016/j.stress.2024.100549.
- Siswanto, B. (2019) 'Sebaran Unsur Hara N, P, K Dan Ph Dalam Tanah', *Buana Sains*, 18(2), p. 109. doi:10.33366/bs.v18i2.1184.
- Tando, E. (2019) 'Upaya Efisiensi Dan Peningkatan Ketersediaan Nitrogen Dalam Tanah Serta Serapan Nitrogen Pada Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.)', *BUANA SAINS*, 18(2), p. 171. doi:10.33366/bs.v18i2.1190.
- Utami, S.W., Sunarminto, B.H. and Hanudin, E. (2017) 'Pengaruh Limbah Biogas Sapi Terhadap Ketersediaan Hara Makro-Mikro InceptisoL', *Jurnal Tanah dan Air*, 14(2), pp. 50–59. doi:https://doi.org/10.31315/jta.v14i2.2573.
- Utami, S.W. and Widyasunu, P. (2018) 'The effect of organic fertilizer based on *Azollamicrophylla* biomass and plant spacing to n and p uptake, soil compaction and the yield of Pandanwangi rice', *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 215(1). doi:10.1088/1755-1315/215/1/012032.
- Zebua, T., Lase, N.K. and Telaumbanua, P.H. (2025) 'Pengaruh Mikroorganisme terhadap Ketersediaan Nutrisi pada Tanaman Jagung : Kajian Literatur', *Hidroponik: Jurnal Ilmu Pertanian Dan Teknologi Dalam Ilmu Tanaman*, 2(1), pp. 115–123. doi:10.62951/hidroponik.v2i1.232.

BAB 9

PENGELOLAAN LINGKUNGAN

Oleh Dora Palupi

9.1 Pendahuluan

Lingkungan memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung keberhasilan budidaya tanaman. Dalam konteks pertanian, lingkungan mencakup berbagai komponen alami seperti tanah, air, udara, iklim dan makhluk hidup, serta pengaruh dari aktivitas manusia terhadap unsur-unsur tersebut. Oleh karena itu, pengelolaan lingkungan yang tepat menjadi salah satu aspek kunci dalam sistem budidaya tanaman yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Bab ini akan membahas konsep dasar pengelolaan lingkungan dalam kegiatan budidaya tanaman, yang mencakup pelestarian kesuburan tanah, pengelolaan air, pengendalian pencemaran, serta pendekatan terhadap praktik pertanian berkelanjutan. Pemahaman terhadap prinsip-prinsip tersebut diharapkan dapat menjadi landasan bagi pelaku pertanian dalam mengintegrasikan aspek produktivitas dengan tanggung jawab terhadap lingkungan, guna mewujudkan sistem pertanian yang efisien, adaptif, dan berkelanjutan.

9.2 Komponen Lingkungan dalam Budidaya Tanaman

Lingkungan tumbuh merupakan faktor penentu utama dalam keberhasilan budidaya tanaman. Komponen-komponen lingkungan berperan langsung maupun tidak langsung terhadap pertumbuhan, perkembangan, dan produktivitas tanaman. Dalam sistem budidaya yang berorientasi keberlanjutan, pemahaman terhadap setiap komponen lingkungan menjadi hal yang esensial agar pengelolaan lahan dapat dilakukan secara bijak dan efisien. Komponen lingkungan tersebut meliputi tanah, air, udara, iklim, serta organisme hidup yang berada di sekitar tanaman.

9.2.1 Tanah

Tanah merupakan media tumbuh utama bagi tanaman. Fungsinya tidak hanya sebagai tempat berpijaknya akar, tetapi juga sebagai penyedia air dan unsur hara yang diperlukan untuk menunjang proses fisiologis tanaman. Tanah yang sehat dan subur akan memberikan dukungan optimal terhadap pertumbuhan tanaman, sedangkan tanah yang terdegradasi akan membatasi produktivitas. Oleh karena itu, pemahaman terhadap karakteristik dan komponen tanah sangat penting dalam sistem budidaya tanaman. Beberapa komponen penting tanah yang perlu dipahami dan dikelola dalam budidaya tanaman antara lain: tekstur tanah, struktur tanah, pH tanah, kandungan bahan organik dan kapasitas tukar kation (Zulkarnain dan Banuwa, 2019).

9.2.2 Air

Air merupakan salah satu komponen lingkungan yang sangat penting bagi kehidupan tanaman. Air berperan dalam berbagai proses fisiologis tanaman, seperti fotosintesis, transpirasi, pelarutan unsur hara, serta transportasi air dan nutrisi dari akar ke seluruh bagian tanaman. Ketersediaan dan kualitas air yang cukup menjadi syarat utama dalam keberhasilan budidaya tanaman. Oleh karena itu, pengelolaan air yang baik harus mencakup tiga aspek utama: kualitas air, efisiensi penggunaan dan sistem drainase. Kualitas air irigasi harus diperhatikan, karena air yang digunakan untuk menyiram tanaman dapat membawa zat-zat terlarut yang berdampak positif maupun negatif. Dua parameter penting dalam kualitas air irigasi adalah pH dan kandungan garam. Air yang terlalu asam atau terlalu basa dapat mengganggu penyerapan unsur hara oleh akar. Sementara itu, air dengan salinitas tinggi dapat menyebabkan tanah menjadi salin, sehingga tanaman kesulitan menyerap air dan nutrisi, bahkan mengalami stres fisiologis (satriawan dan Fuady, 2014).

9.2.3 Udara

Udara merupakan komponen penting dalam lingkungan tumbuh tanaman, karena berfungsi sebagai medium untuk proses pertukaran gas yang penting bagi kelangsungan hidup tanaman. Tanaman memerlukan karbon dioksida (CO_2) dari udara untuk

proses fotosintesis, di mana energi cahaya matahari digunakan untuk mengubah CO₂ dan air menjadi glukosa dan oksigen. Sebaliknya, dalam proses respirasi, tanaman juga memerlukan oksigen (O₂) untuk membakar senyawa hasil fotosintesis dan menghasilkan energi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan. Pertukaran gas-gas ini terjadi melalui stomata di permukaan daun, dan sangat dipengaruhi oleh kualitas udara di sekitar tanaman (Purba et al., 2023).

9.2.4 Iklim dan Cuaca

Iklim merupakan faktor lingkungan makro yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman. Komponen iklim utama yang memengaruhi proses fisiologis tanaman meliputi cahaya matahari, suhu udara, dan kelembaban relatif. Ketiga unsur ini saling berkaitan dan menentukan laju fotosintesis, transpirasi, penyerapan air dan nutrisi, serta aktivitas enzim dan metabolisme dalam jaringan tanaman. Karena itulah, setiap jenis tanaman memiliki kebutuhan iklim yang berbeda-beda, tergantung pada asal-usul genetik dan adaptasinya terhadap lingkungan tumbuh tertentu. Oleh sebab itu, pemilihan lokasi budidaya harus disesuaikan dengan karakteristik iklim setempat agar tanaman dapat tumbuh optimal (Sabarudin, 2014).

9.2.5 Komponen Biotik

Komponen biotik dalam lingkungan budidaya tanaman mencakup semua makhluk hidup yang berinteraksi langsung maupun tidak langsung dengan tanaman, seperti mikroorganisme, serangga, gulma, dan patogen. Kehadiran organisme-organisme ini dapat memberikan manfaat maupun menjadi pengganggu, tergantung pada jenis dan pengelolaannya. Oleh karena itu, pemahaman yang baik tentang peran dan interaksi makhluk hidup di sekitar tanaman sangat penting dalam budidaya yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

9.3 Teknik Pengelolaan Lingkungan yang Baik dalam Budidaya Tanaman

Teknik pengelolaan lingkungan yang baik dalam budidaya tanaman merupakan kumpulan pendekatan dan praktik budidaya yang dirancang untuk menjaga keseimbangan ekosistem, meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan, serta mendukung keberlanjutan sistem produksi pertanian. Praktik ini tidak semata-mata berorientasi pada peningkatan produktivitas tanaman, tetapi juga mencakup upaya pelestarian sumber daya alam, khususnya tanah, air dan keanekaragaman hayati.

9.3.1 Konservasi Tanah dan Air

Konservasi tanah dalam pengertian luas mencakup penataan pemanfaatan setiap lahan sesuai dengan kemampuannya serta perlakuan yang tepat agar lahan tidak mengalami kerusakan. Dalam arti yang lebih sempit, konservasi tanah dipahami sebagai langkah untuk mencegah kerusakan akibat erosi serta memperbaiki lahan yang telah mengalami degradasi. Karakteristik fisik, kimia, dan biologi tanah menjadi penentu utama dalam menilai kemampuan lahan terhadap jenis pemanfaatan tertentu dan perlakuan yang dibutuhkan agar tetap berfungsi secara berkelanjutan.

Sementara itu, konservasi air secara umum bertujuan untuk memanfaatkan air hujan secara efisien dalam kegiatan pertanian dan mengatur aliran air agar tidak menimbulkan banjir serta tetap tersedia selama musim kemarau. Konservasi tanah sangat berkaitan erat dengan konservasi air. Setiap tindakan terhadap tanah akan berdampak langsung pada pengelolaan tata air di lokasi tersebut maupun di wilayah hilir. Oleh sebab itu, strategi konservasi tanah sekaligus merupakan bagian dari upaya konservasi air. Beberapa teknik konservasi tanah yang umum diterapkan di lahan miring yaitu: terasering, Penanaman tanaman penutup tanah, mulsa organik dan saluran drainase dan sistem irigasi yang tepat (Arsyad, 2010).

9.3.2 Pemupukan Berimbang dan Organik

Pupuk organik memiliki peran penting dalam menjaga keberlanjutan sistem pertanian yang ramah lingkungan. Salah satu bentuk penerapan pupuk organik adalah melalui kompos, yang

terbukti mampu meningkatkan kualitas fisik, kimia dan biologi tanah pada budidaya tanaman pangan maupun nonpangan. Mikroorganisme yang terdapat dalam kompos juga dapat mengurangi kadar residu pestisida dan insektisida yang biasa digunakan petani dalam pengendalian hama dan penyakit tanaman.

Prinsip utama dari pemupukan berimbang adalah pemberian unsur hara yang sesuai dengan kebutuhan tanaman, kondisi tanah dan fase pertumbuhan tanaman, sementara pendekatan organik menekankan pada penggunaan bahan-bahan alami yang ramah lingkungan. Salah satu bentuk pemupukan organik yang umum digunakan adalah penggunaan pupuk organik seperti kompos, pupuk kandang, pupuk hijau, dan bokashi. Selain menyediakan nutrisi, pupuk organik juga memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas tanah menahan air dan unsur hara, serta merangsang aktivitas mikroorganisme tanah yang menguntungkan (Notohadiprawiro, 2021).

9.3.3 Pengendalian Hama Terpadu

Pengendalian Hama Terpadu (PHT) merupakan pendekatan pengelolaan hama yang bertujuan menekan populasi organisme pengganggu tanaman (OPT) ke tingkat yang tidak merugikan secara ekonomi, dengan tetap menjaga kelestarian lingkungan dan kesehatan manusia. Prinsip dasar PHT adalah memadukan berbagai teknik pengendalian, baik secara biologis, mekanis, kimiawi, maupun budidaya, secara selektif dan berimbang. Salah satu strategi utama dalam PHT adalah memanfaatkan musuh alami seperti predator, parasitoid dan patogen yang mampu menekan populasi hama secara alami. Misalnya, laba-laba, kepik, atau tawon parasitoid dapat memangsa telur dan larva hama tanpa merusak tanaman. Upaya konservasi musuh alami bisa dilakukan dengan menjaga keberagaman tanaman, menyediakan habitat alami, dan menghindari penggunaan insektisida sintesis yang membunuh organisme menguntungkan (Fitriani dan Kuswadi, 2021).

9.3.4 Sistem Tanam Berkelanjutan

Sistem tanam berkelanjutan adalah pendekatan budidaya yang mengutamakan keberlangsungan fungsi ekologis, sosial, dan

ekonomi pertanian dalam jangka panjang. Sistem ini dirancang untuk menjaga kesuburan tanah, mengurangi kerusakan lingkungan, dan tetap menghasilkan panen yang menguntungkan. Salah satu praktik yang dianjurkan adalah polikultur atau rotasi tanaman, yaitu penanaman lebih dari satu jenis tanaman dalam satu musim atau secara bergantian pada satu lahan. Polikultur membantu mengurangi risiko serangan hama dan penyakit karena hama tidak menemukan inang yang sama secara terus-menerus. Selain itu, rotasi tanaman dapat memperbaiki struktur tanah, mencegah penurunan unsur hara tertentu, dan meningkatkan hasil (Purwanto et al., 2020).

9.4 Dampak Negatif Budidaya Tanaman terhadap Lingkungan

Budidaya tanaman yang dilakukan tanpa mempertimbangkan prinsip-prinsip kelestarian lingkungan dapat menimbulkan berbagai dampak negatif. Beberapa di antaranya meliputi degradasi lahan akibat erosi dan penurunan kualitas tanah, pencemaran sumber daya air oleh residu pupuk dan pestisida, serta penurunan keanekaragaman hayati karena alih fungsi lahan dan sistem monokultur. Selain itu, praktik budidaya yang intensif juga berkontribusi terhadap emisi gas rumah kaca dan krisis ketersediaan air. Jika tidak dikelola secara berkelanjutan, aktivitas budidaya tanaman dapat mempercepat kerusakan lingkungan dan mengganggu stabilitas ekosistem pertanian dalam jangka panjang.

9.4.1 Degradasi Tanah

Degradasi tanah merupakan salah satu dampak lingkungan paling serius dari praktik budidaya tanaman yang tidak ramah lingkungan. Secara umum, degradasi tanah merujuk pada penurunan kapasitas tanah dalam mendukung kehidupan tanaman, baik akibat perubahan sifat fisik, kimia, maupun biologi tanah. Hal ini sangat berkaitan erat dengan intensifikasi pertanian yang dilakukan tanpa disertai praktik konservasi dan perbaikan kualitas lahan secara berkelanjutan. Salah satu penyebab utama degradasi tanah adalah pembukaan lahan yang masif tanpa perencanaan konservatif, seperti penebangan hutan untuk ekspansi lahan pertanian atau penggunaan sistem tebas bakar. Praktik ini menghilangkan lapisan pelindung

permukaan tanah dan memperbesar risiko erosi, terutama di daerah berbukit atau berlereng. Tanpa vegetasi penutup, curah hujan langsung ke permukaan tanah, menghanyutkan lapisan atas tanah yang mengandung sebagian besar bahan organik dan unsur hara esensial (Sufardi et al., 2023).

9.4.2 Pencemaran Air

Kegiatan pertanian yang tidak dikelola secara berkelanjutan dapat menjadi sumber pencemaran air, baik permukaan maupun air tanah. Salah satu penyebab utama pencemaran air dalam kegiatan pertanian adalah penggunaan pupuk kimia secara berlebihan, khususnya yang mengandung nitrogen (N) dan fosfor (P). Ketika pupuk diaplikasikan melebihi kapasitas serapan tanaman atau tidak sesuai dengan waktu kebutuhan fisiologis tanaman, kelebihannya akan tercuci oleh air hujan atau irigasi dan terbawa ke badan air. Proses ini dikenal sebagai limpasan (*runoff*) dan infiltrasi dalam tanah (*leaching*). Selain pupuk, residu pestisida dan herbisida juga menjadi penyebab utama pencemaran air dalam sistem pertanian konvensional. Pestisida yang disemprotkan di lahan dapat terbawa oleh air ke sungai atau sumur, terutama jika aplikasi dilakukan sebelum hujan turun atau tanpa mempertimbangkan kondisi angin dan topografi.

9.4.3 Penurunan Keanekaragaman Hayati

Aktivitas pertanian yang tidak terencana dengan baik juga menjadi penyebab utama penurunan keanekaragaman hayati, baik di tingkat mikro (tanah) maupun makro (flora-fauna). Sistem monokultur yang banyak diterapkan dalam pertanian modern mempersempit variasi spesies tanaman di suatu wilayah dan menciptakan ekosistem yang tidak stabil. Keberadaan satu jenis tanaman dalam jumlah besar menjadi habitat ideal bagi hama tertentu, namun merugikan bagi spesies lain yang tidak mendapat sumber makanan atau tempat hidup.

9.4.4 Gas Rumah Kaca

Sektor pertanian merupakan salah satu kontributor signifikan terhadap emisi gas rumah kaca yang berperan dalam

mempercepat terjadinya perubahan iklim global. Salah satu sumber utama emisi berasal dari lahan sawah yang digenangi secara terus-menerus. Dalam kondisi anaerob (tanpa oksigen), proses dekomposisi bahan organik pada lahan sawah menghasilkan gas metana (CH_4), yaitu salah satu gas rumah kaca yang memiliki potensi pemanasan global jauh lebih besar dibandingkan karbon dioksida (CO_2). Produksi metana akan meningkat secara signifikan apabila jerami atau limbah organik lainnya tidak dikelola dengan baik (Wihardjaka, 2016).

9.5 Prinsip-Prinsip Budidaya Ramah Lingkungan

Budidaya tanaman ramah lingkungan merupakan pendekatan pertanian yang berorientasi pada keberlanjutan dengan menekankan keseimbangan antara kebutuhan produksi pertanian dan kelestarian lingkungan hidup. Dalam praktiknya, budidaya ini tidak hanya bertujuan menghasilkan produk pertanian secara ekonomis, tetapi juga memastikan bahwa proses produksi tidak merusak ekosistem, tidak mengeksploitasi sumber daya secara berlebihan, serta mendukung keberlanjutan sosial dan ekologis. Berikut ini empat prinsip utama yang menjadi dasar pelaksanaan budidaya tanaman secara ramah lingkungan.

9.5.1 Efisiensi Sumber Daya Alam

Sumber daya alam seperti air, tanah dan energi merupakan komponen esensial dalam sistem budidaya pertanian. Dalam kerangka pertanian ramah lingkungan, efisiensi sumber daya alam diartikan sebagai upaya untuk memanfaatkan setiap sumber daya secara optimal, hemat dan tidak berlebihan guna menjaga ketersediaannya secara berkelanjutan bagi generasi sekarang dan masa depan.

Dalam hal penggunaan air, efisiensi dapat dicapai melalui penerapan sistem irigasi hemat air, seperti irigasi tetes (*drip irrigation*) dan irigasi sprinkler, yang mampu meminimalkan penguapan dan mengarahkan air secara langsung ke zona perakaran tanaman. Selain itu, sistem penjadwalan irigasi berbasis kebutuhan tanaman juga dapat diterapkan untuk menghindari pemborosan air

serta meningkatkan efisiensi penggunaan irigasi, khususnya di daerah dengan ketersediaan air terbatas.

Efisiensi pengelolaan tanah dilakukan melalui penerapan rotasi tanaman, pemupukan berimbang, dan penggunaan pupuk organik sebagai upaya untuk menjaga keseimbangan unsur hara di dalam tanah. Selain itu, penanaman tanaman penutup tanah berfungsi untuk melindungi tanah dari erosi, menjaga kelembapan, dan meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah. Pendekatan ini bertujuan mempertahankan keseimbangan fisik, kimia dan biologi tanah sehingga produktivitas lahan dapat terjaga dalam jangka panjang.

9.5.2 Mengurangi Limbah dan Polusi

Prinsip kedua adalah meminimalkan dampak negatif dari aktivitas budidaya terhadap lingkungan sekitar, terutama pencemaran tanah, air dan udara akibat limbah dan bahan kimia pertanian. Pendekatan ini dilakukan dengan mengelola limbah pertanian secara terpadu, misalnya dengan mengolah limbah organik menjadi pupuk kompos, pupuk cair, atau biogas sebagai sumber energi alternatif. Jerami padi, dedaunan dan limbah sayur-sayuran dapat dijadikan kompos untuk meningkatkan bahan organik tanah dan menekan ketergantungan pada pupuk anorganik.

Selain itu, penggunaan pestisida dan pupuk kimia harus dilakukan secara selektif dan terukur. Prinsip pemupukan berimbang menekankan pada pemberian pupuk sesuai kebutuhan tanaman dan berdasarkan hasil analisis tanah, sehingga residu pupuk tidak mencemari air tanah atau saluran irigasi. Penggunaan pestisida nabati dan praktik Pengendalian Hama Terpadu dapat mengurangi dampak toksik bahan kimia terhadap lingkungan dan kesehatan manusia (Raden, 2022).

9.5.3 Pelestarian Ekosistem

Sistem pertanian ramah lingkungan juga berupaya mempertahankan dan meningkatkan keanekaragaman hayati, baik pada tingkat mikroorganisme tanah, tumbuhan, maupun fauna liar. Upaya pelestarian dilakukan melalui pendekatan seperti polikultur, rotasi tanaman dan *agroforestry* yang menggabungkan tanaman

budidaya dengan pohon berkayu atau vegetasi alami lainnya. Sistem ini terbukti dapat meningkatkan keanekaragaman spesies dan memperbaiki fungsi ekosistem.

Selain itu, menjaga vegetasi asli di sekitar lahan, seperti semak liar, pohon penayang dan pagar hidup, juga penting untuk menyediakan habitat bagi musuh alami hama, seperti burung, laba-laba, atau tawon parasitoid. Keberadaan organisme-organisme ini membantu menjaga keseimbangan ekosistem pertanian secara alami. Pelestarian ekosistem juga berkontribusi terhadap stabilitas iklim mikro, penyerapan karbon, serta mencegah erosi dan degradasi tanah. Oleh karena itu, integrasi pertanian dengan prinsip konservasi menjadi langkah strategis dalam mewujudkan pertanian berkelanjutan (Budiastuti et al., 2022).

9.5.4 Mengutamakan Keberlanjutan

Budidaya ramah lingkungan mengutamakan prinsip keberlanjutan, yaitu memastikan bahwa kegiatan pertanian saat ini tidak mengorbankan kemampuan generasi mendatang dalam memenuhi kebutuhan mereka. Prinsip ini menuntut adanya perencanaan yang matang, dengan mempertimbangkan dampak jangka panjang dari setiap praktik pertanian yang diterapkan.

Petani perlu diarahkan untuk tidak hanya mengejar produktivitas tinggi secara instan, tetapi juga memperhatikan aspek sosial-ekonomi, lingkungan dan kesehatan dalam jangka panjang. Misalnya, memilih benih lokal yang adaptif terhadap iklim setempat, mengembangkan inovasi berbasis kearifan lokal dan memanfaatkan input alami yang mudah diperoleh di sekitar lahan. Sistem pertanian yang berorientasi keberlanjutan akan lebih adaptif terhadap perubahan iklim, tidak terlalu bergantung pada input luar yang mahal dan langka, serta memberikan manfaat sosial yang lebih merata bagi petani kecil dan masyarakat sekitar.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. (2010) *Konservasi Tanah dan Air*. 2nd edn. Bogor: IPB Press.
- Budiastuti, M. T. S., Purnomo, D., Setyaningrum, D., & Sakya, A. T. (2022). *Agroekologi: Sistem Pertanian Ramah Lingkungan*. UNS Press.
- Fitriani and Kuswadi, D. (2021) *Pertanian Berkelanjutan: Konsep dan Aplikasi*. Banda Aceh: Syiah Kuala University Press.
- Notohadiprawiro, T. (2021) *Tanah, Lingkungan dan Pertanian Berkelanjutan*. Yogyakarta. Deepublish.
- Purba, B. et al. (2023) *Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan: Teori dan Pemikiran, Yayasan Kita Menulis*. Available at: [https://www.bappenas.go.id/files/lampid/lampid-2017/Infografis/Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Hidup.pdf](https://www.bappenas.go.id/files/lampid/lampid-2017/Infografis/Pengelolaan%20Sumber%20Daya%20Alam%20dan%20Lingkungan%20Hidup.pdf).
- Purwanto, B.H., Utami, S.N.H., Indradewa, D. & Martono, E. (2020) *Pertanian Organik: Solusi Pertanian Berkelanjutan*. Yogyakarta: Lily Publisher.
- Raden, I. (2022) *Pemanfaatan Limbah Organik menjadi Pupuk Organik dalam Budidaya Tanaman*. Yogyakarta: Deepublish.
- Sabarudin, L. S. (2014). *Agroklimatologi: Aspek-Aspek Klimatik untuk Sistem Budidaya Tanaman* (Cetakan ke-2). Alfabeta.
- Satriawan, H. & Fuady, Z. (2014) *Teknologi Konservasi Tanah dan Air*. Yogyakarta: Deepublish.
- Sufardi, M., Rusli Alibasyah, Syakur. (2023). *Degradasi dan Rehabilitasi Lahan*. Syiah Kuala University Press.
- Wihardjaka, A. (2016). *Mitigasi Emisi Gas Metana melalui Pengelolaan Lahan Sawah*. Badan Litbang Pertanian.
- Zulkarnain, I. and Banuwa, I.S. (2019) *Pengantar Pengolahan Tanah dan Irigasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

BAB 10

PENGELOLAAN PASCAPANEN

Oleh Nursyawal Nacing

101 Pendahuluan

Komoditas hortikultura, terutama buah-buahan dan sayuran, sangat penting bagi nutrisi manusia. Lebih dari 700 juta metrik ton buah-buahan diproduksi di dunia setiap tahunnya; jumlah terbesar diproduksi di Asia, diikuti oleh Amerika, Afrika, Eropa, dan Oseania. Indonesia sendiri memproduksi sekitar 25 hingga 26 juta ton buah-buahan setiap tahunnya (Badan Pusat Statistik, 2024). Ada banyak jenis buah-buahan yang diproduksi secara global, yang paling populer adalah pisang dan apel, diikuti oleh anggur dan jeruk. Sekitar 1223 juta metrik ton sayuran dan melon juga diproduksi di seluruh dunia setiap tahunnya, sebagian besar di Asia, diikuti oleh Eropa, Amerika, dan Oseania. Indonesia juga merupakan produsen utama sayuran dengan volume produksi 12 hingga 13 juta ton setiap tahunnya (Badan Pusat Statistik, 2024). Perdagangan komoditas hortikultura segar, terutama buah-buahan dan sayuran, telah meningkat secara signifikan di seluruh dunia, karena pentingnya komoditas ini untuk keperluan diet, nutrisi, dan kesehatan manusia.

Buah-buahan dan sayuran segar beserta produk olahannya sangat penting bagi pola makan yang sehat, beberapa studi epidemiologi menunjukkan bahwa konsumsi buah dan sayur dapat memberikan manfaat bagi kesehatan. Buah dan sayuran memberikan nutrisi penting seperti asam askorbat (vitamin C), vitamin A, B6, tiamin, riboflavin, dan asam folat, yang beberapa di antaranya tidak dapat disintesis oleh manusia dan harus diperoleh dari makanan yang tepat. Buah dan sayuran merupakan sumber penting dari beberapa komponen nutrisi lainnya, seperti karbohidrat dan mineral. Serat makanan yang terdapat pada buah-buahan dan sayuran

telah banyak dimasukkan ke dalam makanan manusia untuk meminimalkan beberapa penyakit yang berkaitan dengan gaya hidup modern. Ada bukti kuat bahwa Konsumsi buah dan sayuran dapat mencegah sejumlah penyakit kronis tidak menular, termasuk penyakit kardiovaskular (CVD), diabetes, obesitas, kanker, dan gangguan pernapasan. Hal ini disebabkan oleh kandungan fitokimia yang sangat berberapan dalam penyembuhn beberapa penyakit.

Fitokimia adalah senyawa tanaman non-nutrisi bioaktif yang ditemukan dalam buah-buahan, sayuran, biji-bijian, dan makanan nabati lainnya, dan telah dikaitkan dengan penurunan risiko penyakit kronis utama. Senyawa ini hampir ada di mana-mana dalam makanan yang berasal dari tumbuhan dan secara inheren memiliki efek yang lebih halus daripada nutrisi. Fitokimia dapat terakumulasi dalam jumlah yang relatif tinggi pada komoditas hortikultura dan senyawa ini juga memiliki banyak peran dalam dalam siklus hidup tanaman. Konsumen semakin sadar akan peran pencegahan penyakit dan pemulihan kesehatan dari buah dan sayuran, yang karenanya mereka diklasifikasikan oleh beberapa ahli kesehatan sebagai pangan fungsional. Karena alasan ini, ada tren di seluruh dunia untuk meningkatkan konsumsi buah dan sayuran. Oleh karena itu, di era di mana konsumsi buah dan sayuran menjadi semakin penting bagi kesehatan dan pemenuhan nutrisi manusia, ilmu teknologi pascapanen sangat dibutuhkan perannya dalam hal ini. (Callahan, Elansari and Fenton, 2019)

Banyak komponen kualitas penting yang juga dianggap sebagai bahan pangan fungsional penting (*nutraceuticals*) yang mencakup serat larut dan tidak larut, pigmen warna, seperti *chlorophylls*, antosianin dan karotenoid dan beberapa komponen polifenol. Buah-buahan pada umumnya mengandung sejumlah besar bahan berserat, seperti selulosa dan pektin. Pemecahan polimer-polimer besar menjadi komponen- komponen yang lebih kecil yang larut dalam air selama pematangan menyebabkan pelunakan buah, yang dapat bersifat positif atau negatif, tergantung pada jenis

komoditas dan waktu atau aplikasinya. Antosianin adalah komponen warna utama dalam beberapa komoditas hortikultura, seperti anggur, stroberi, blueberry, apel, dan plum. Karotenoid, seperti β -karoten, lutein, β -cryptoxanthin, dan likopen, merupakan komponen warna utama dalam beberapa komoditas hortikultura, seperti tomat, mangga, dan pepaya (Lobo and Dorta, 2019). Komponen-komponen ini memberikan manfaat kesehatan bagi konsumen melalui sifat antioksidan dan kemampuannya untuk mempengaruhi proses metabolisme dalam tubuh manusia, selain itu beberapa di antaranya bersifat pro vitamin A. Oleh karena itu, penurunan kriteria kualitas visual dan komponen pada komponen hortikultura juga dapat menjadi penurunan kandungan nutrisi dan Gizinya. Nilai gizi komoditas hortikultura sangat dipengaruhi oleh sifat alami produk, yang komposisinya dapat bervariasi karena genetik dan faktor lainnya, seperti kondisi perkembangan tanaman, kematangan saat panen, dan praktik serta teknik penanganan prapanen atau pascapanen. Kerugian pascapanen dalam hal kualitas nutrisi, terutama kandungan vitamin C, bisa sangat besar dan diperkuat oleh kerusakan fisik, durasi penyimpanan yang lama, suhu tinggi, kelembapan relatif rendah, dan cedera akibat proses pendinginan pada komoditas yang peka terhadap suhu dingin (Fenton, Callahan and Elansari, 2019).

Komoditas hortikultura segar memerlukan upaya yang signifikan untuk mempertahankan kualitasnya setelah panen. Hal ini menuntut pengembangan dan penerapan teknologi serta praktik manajemen pascapanen yang tepat, agar komoditas pangan penting ini dapat sampai ke tangan konsumen dengan tingkat mutu yang optimal. Tantangan ini cukup besar, mengingat sifat produk hortikultura yang sangat mudah rusak dan memerlukan penanganan yang cermat serta cepat.

10.2 Fisiologi dan Biokimia Pascapanen

Tanaman hortikultura segar memiliki struktur, anatomi, dan morfologi yang beragam, seperti akar, batang, daun,

bunga, dan buah. Komoditas hortikultura umumnya merupakan organ tanaman yang menarik bagi vektor alami penyebar benih, sehingga secara evolusioner telah berkembang dengan fitur-fitur tertentu seperti warna mencolok, rasa yang menarik, serta aroma khas. Berbagai proses perkembangan dan aktivitas biokimia dalam komoditas ini diprogram untuk mendukung tujuan tersebut. Oleh karena itu, kebutuhan dan rekomendasi penanganan pascapanen untuk mempertahankan kualitas komoditas sangat bervariasi antar jenis tanaman. Semua tanaman hortikultura segar memiliki kandungan air yang tinggi dan mudah mengalami kekeringan (layu) dan cedera mekanis. Selain itu juga rentan terhadap serangan serangga, bakteri dan jamur, serta kerusakan patologis. Penyebab kerusakan biologis (internal) termasuk laju respirasi, produksi dan aksi etilen, perubahan komposisi yang terkait dengan warna, tekstur, rasa, dan nilai gizi, cedera mekanis, tekanan air, tunas dan perakaran, gangguan fisiologis, dan kerusakan patologis. Laju kerusakan biologis bergantung pada beberapa faktor lingkungan (eksternal), termasuk suhu, kelembapan relatif, kecepatan udara, dan komposisi atmosfer (kadar oksigen, karbon dioksida, dan etilen di lingkungan sekitar), dan prosedur sanitasi (Lobo and Dorta, 2019)

Karakteristik pascapanen komoditas hortikultura seperti kesesuaian untuk penggunaan tertentu, potensi umur simpan, kemampuan penyimpanan, serta penerimaan terhadap berbagai jenis pengolahan (baik minimal maupun sekunder) sangat dipengaruhi oleh sifat anatomi, morfologi, fisiologi, dan biokimia masing-masing komoditas. Oleh karena itu, penerapan teknik dan perlakuan pascapanen untuk suatu kultivar atau jenis komoditas tertentu memerlukan analisis menyeluruh terhadap seluruh karakteristik tersebut. Sebagai contoh, dalam pemilihan kultivar selada untuk konsumsi segar, kultivar yang memiliki laju respirasi rendah dan kepekaan yang lebih rendah terhadap cedera akibat kadar karbon dioksida tinggi terbukti lebih cocok. Sering kali, lebih dari satu karakteristik fisiologis menentukan keberterimaan

suatu kultivar terhadap perlakuan atau teknik pascapanen tertentu.

Faktor lain yang juga sangat penting adalah waktu panen, perilaku pematangan pascapanen, dan sensitivitas terhadap perlakuan spesifik, seperti aplikasi etilen. Karakteristik ini sangat bergantung pada apakah buah termasuk tipe klimakterik atau non-klimakterik. Selain itu, kisaran suhu optimal untuk penanganan pascapanen ditentukan oleh sensitivitas atau ketahanan komoditas terhadap cedera dingin. Teknologi lanjutan seperti penggunaan atmosfer termodifikasi dan terkendali dalam pengemasan, pengangkutan, atau penyimpanan juga sangat dipengaruhi oleh karakteristik fisiologis dan biokimia komoditas. Begitu pula dengan penerapan perlakuan stres, seperti perlakuan panas untuk mengendalikan hama dan penyakit, yang hanya efektif pada komoditas dengan kandungan biokimia tertentu yang memberikan ketahanan terhadap perlakuan tersebut. Dengan demikian, jika semua karakteristik penting diidentifikasi secara tepat saat memilih kultivar baru, maka peluang keberhasilan penerapan perlakuan pascapanen akan lebih tinggi dan konsistensi kualitas produk hortikultura dapat lebih terjaga.

Komoditas hortikultura segar merupakan produk hidup yang tetap menjalankan proses metabolisme meskipun telah dipanen atau terlepas dari tanaman induknya. Setelah panen, mereka tetap melakukan berbagai proses fisiologis dan biokimia untuk mempertahankan kehidupannya, terutama untuk memperoleh energi melalui respirasi. Dalam proses ini, komoditas mengambil oksigen dan melepaskan karbon dioksida serta menghasilkan panas. Sebagai organisme hidup, komoditas hortikultura dipengaruhi oleh konsentrasi berbagai gas di sekitarnya, seperti oksigen, karbon dioksida, dan etilen (Prakash and Ornelas-Paz, 2019). Proses metabolisme ini berlangsung hingga komoditas tersebut dikonsumsi atau diolah. Sepanjang masa pascapanen, produk hortikultura mengalami berbagai tahapan perkembangan yang dimulai dari pembelahan dan pembesaran sel, diikuti

oleh proses pematangan, pemasakan, penuaan, hingga akhirnya kematian sel.

Pada buah-buahan botani, proses ini sering kali berkaitan dengan upaya tanaman untuk menarik penyebar benih. Untuk itu, jaringan buah mengalami perubahan struktur dan komposisi, seperti pelunakan jaringan akibat perubahan pada dinding sel. Perubahan pigmen menghasilkan warna yang lebih menarik, seperti kuning, oranye, merah, biru, atau ungu, sebagai hasil dari degradasi klorofil dan sintesis pigmen lain seperti karotenoid, flavonoid, dan betalain. Perubahan komposisi karbohidrat juga terjadi secara aktif selama proses ini. Buah bertepung, misalnya, menunjukkan peningkatan kadar gula selama pematangan meskipun gula juga dikonsumsi dalam proses respirasi. Di samping itu, perubahan senyawa flavor yang mencakup rasa dan aroma umumnya terjadi selama fase pematangan dan pemasakan. Salah satu senyawa yang sangat berperan dalam mengatur proses-proses ini adalah gas etilen, yang dikenal sebagai hormon pematangan. Etilen memicu berbagai perubahan fisiologis dan biokimia yang terkait dengan pematangan, penuaan, dan kematian jaringan tanaman, dan sangat penting dalam manajemen pascapanen (Daley *et al.*, 2023).

Pengetahuan mengenai profil morfologis, fisiologis, dan biokimia komoditas hortikultura segar sangat penting dalam mengoptimalkan pengembangan serta penerapan teknologi dan praktik pascapanen yang tepat. Pemahaman ini juga berperan penting dalam pemanfaatan komersial komoditas serta dalam upaya pencegahan kehilangan dan pemborosan kualitas maupun kuantitas selama masa pascapanen. Dasar-dasar ilmiah mengenai retensi kualitas pada komoditas hortikultura memberikan landasan kuat bagi pemilihan metode penanganan yang tepat. Misalnya, sensitivitas masing-masing komoditas terhadap cedera dingin, defisiensi mineral, suhu tinggi, kadar oksigen rendah, dan konsentrasi CO₂ yang tinggi harus diperhatikan dalam menentukan strategi penanganan. Oleh karena itu, sangat penting untuk mengidentifikasi karakteristik spesifik setiap komoditas

hortikultura dengan memanfaatkan informasi ilmiah yang tersedia. Berdasarkan hal tersebut, dapat dikembangkan strategi yang efektif untuk mempertahankan kualitas dan memperpanjang masa simpan pascapanen. Kualitas ini meliputi kualitas sensorik (rasa, warna, tekstur), kualitas nutrisi, dan kualitas fungsional lainnya.

Pengelolaan pascapanen yang efektif membutuhkan pemahaman menyeluruh mengenai sifat dan respons fisiologis komoditas terhadap lingkungan, seperti suhu, kelembapan relatif, komposisi atmosfer, serta pengaruh senyawa metabolit seperti etilen (Kumar *et al.*, 2023). Setiap komoditas memiliki perilaku yang berbeda selama perjalanan dari panen hingga konsumsi, tergantung pada karakteristik alaminya dan kondisi penanganannya. Tanpa pemahaman yang cukup tentang aspek biologis tersebut, pengembangan strategi manajemen pascapanen yang tepat menjadi sulit. Hal ini dapat menyebabkan penurunan kualitas produk, peningkatan kerugian dan pemborosan, serta harga jual yang lebih tinggi bagi konsumen akibat menurunnya efisiensi distribusi dan penyimpanan.

10.3 Kerusakan Pascapanen

Penanganan dan manajemen pascapanen yang tepat sangat penting untuk menjaga kualitas produk hortikultura serta mengurangi kerugian dan pemborosan. Pemborosan buah dan sayuran dalam jumlah signifikan tidak hanya berdampak pada ketersediaan pangan, tetapi juga menimbulkan persoalan lingkungan. Proses pembusukan menghasilkan gas rumah kaca, seperti metana, melalui penguraian anaerobik di tanah yang dapat mencemari lingkungan dan mempercepat perubahan iklim.

Berbagai faktor dapat menyebabkan kehilangan dan pemborosan pascapanen, termasuk faktor biologis, mikrobiologis, dan lingkungan. Kehilangan kualitas nutrisi, terutama kandungan vitamin C (Prakash and Ornelas-Paz, 2019), sangat rentan terjadi akibat kerusakan fisik, penyimpanan terlalu lama, suhu tinggi, cedera akibat suhu

dingin pada komoditas yang sensitif, serta kelembapan relatif yang rendah. Untuk bersaing di pasar global dan mengurangi pemborosan pangan, sistem pascapanen perlu dimodernisasi. Upaya ini mencakup peningkatan standar mutu, pengembangan teknologi pascapanen yang sesuai, serta penyesuaian infrastruktur distribusi dan pemasaran. Perencanaan produksi yang menyesuaikan dengan permintaan konsumen juga penting untuk menekan pemborosan. Penanganan yang kasar (Gambar 10.1) menjadi penyebab utama kerusakan komoditas yang mudah rusak. Pasar lokal yang terbuka (Gambar 10.2) sering kali mengekspos produk segar pada kondisi lingkungan yang tidak sesuai dan perlakuan yang tidak hati-hati. Tindakan perlindungan sederhana, seperti melindungi produk dari sinar matahari langsung dan angin (Gambar 10.3), dapat secara signifikan mengurangi tingkat kerusakan dan kehilangan pascapanen.



Gambar 10.1. Penanganan yang kasar pada produk
(Sumber : (Yahia, 2019))



Gambar 10.2. Pemajangan produk di luar ruangan
(Sumber : (Yahia, 2019))



Gambar 10.3. Pemajangan produk di dalam ruangan
(Sumber : (Yahia, 2019))

10.4 Faktor Prapanen yang Memengaruhi Kualitas Pascapanen

Kualitas pascapanen dan umur simpan pascapanen komoditas hortikultura sangat dipengaruhi oleh beberapa

faktor prapanen, seperti praktik budidaya, karakteristik varietas, dan kondisi lingkungan selama pertumbuhan dan perkembangan. Karakteristik tanah dan iklim serta praktik pengelolaan terpadu sangat mempengaruhi kualitas pascapanen, kerusakan pascapanen, dan potensi penyimpanan.

Strategi untuk menjaga kualitas dan keamanan pascapanen serta mengurangi kerugian dan pemborosan pascapanen harus selalu menyertakan tindakan dan praktik prapanen, seperti penggunaan kultivar dengan masa pascapanen yang lebih panjang dan penggunaan sistem pengelolaan tanaman terpadu yang memaksimalkan hasil dan kualitas serta mengurangi gangguan pascapanen (Kumar *et al.*, 2023)

10.5 Panen

Waktu dan metode panen (Gambar 10.4-10.6) sangat memengaruhi kualitas pascapanen, daya simpan, kerusakan, dan tingkat kehilangan dan pemborosan komoditas hortikultura. Hampir semua komoditas hortikultura segar dipanen secara manual (Gambar 10.4 dan 10.5), meskipun ada juga yang dipanen secara semi-mekanis dan sangat sedikit yang dipanen secara mekanis. Menentukan waktu panen yang tepat sangat penting, terutama untuk komoditas non-klimakterik, karena komoditas ini tidak matang setelah dipanen. Menghindari penanganan yang kasar saat panen sangat penting untuk mengurangi kerusakan dan kehilangan serta pemborosan kualitatif dan kuantitatif.



Gambar 10.4. Panen Mangga
(Sumber : (Yahia, 2019))



Gambar 10.5. Panen Apel
(Sumber : (Yahia, 2019))



Gambar 10.6. Pisang yang sudah dipanen untuk dikemas
Sumber : (Yahia, 2019))

10.5 Praktik dan Sistem Manajemen Teknologi Pascapanen

Kualitas, umur simpan pascapanen, serta tingkat kerusakan, kerugian, dan pemborosan baik secara kualitatif maupun kuantitatif pada komoditas hortikultura sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk praktik budidaya, perlakuan sebelum dan sesudah panen, serta sistem manajemen pascapanen yang diterapkan secara menyeluruh dan berkelanjutan (Daley *et al.*, 2023).

10.5.1 Suhu

Suhu merupakan faktor lingkungan paling krusial yang memengaruhi tingkat kerusakan komoditas hortikultura setelah panen. Komoditas hortikultura yang mudah rusak memiliki daya simpan paling optimal pada suhu serendah mungkin. Pada suhu di atas titik optimum, laju kerusakan meningkat secara eksponensial, yakni dua hingga lima kali lipat untuk setiap kenaikan suhu sebesar 10°C, sebagaimana diukur dengan koefisien suhu Q_{10} . Suhu tidak hanya berdampak langsung terhadap komoditas, tetapi juga memengaruhi faktor internal dan eksternal lainnya, seperti respirasi, produksi etilen, aktivitas enzim, pertumbuhan patogen, dan perkecambahan spora. Suhu yang berada di luar kisaran optimal

dapat mengakibatkan kerusakan dalam berbagai bentuk. Komoditas hortikultura segar, yang umumnya mengandung air 75%–95% dan terdiri dari sel besar bervakuola, dapat membeku pada suhu antara -3°C hingga $-0,5^{\circ}\text{C}$, tergantung kandungan bahan keringnya. Pembekuan ini mengakibatkan gangguan struktur sel, keruntuhan jaringan, hilangnya integritas sel, hingga kematian jaringan (Kumar *et al.*, 2023).

Selain itu, beberapa komoditas tropis dan subtropis juga rentan terhadap cedera dingin, yang terjadi meski pada suhu di atas titik beku namun masih di bawah ambang suhu kritis (sekitar 5°C – 15°C). Gejala cedera dingin meliputi perubahan warna, lubang jaringan, perendaman air, gangguan pematangan, dan peningkatan kerentanan terhadap patogen. Kerusakan ini kerap tidak langsung terlihat, namun berdampak pada kualitas olahan pascapanen seperti pada kentang, yang menjadi manis akibat akumulasi gula reduksi saat disimpan di suhu rendah. Di sisi lain, paparan suhu tinggi, baik sebelum maupun sesudah panen, juga dapat menimbulkan kerusakan berupa pemutihan, nekrosis, kulit terbakar, melepuh, hingga keruntuhan jaringan.

Oleh karena itu, manajemen dan kontrol suhu yang dikenal sebagai *rantai dingin* merupakan cara paling efektif untuk menjaga kualitas dan keamanan, memperpanjang masa simpan pascapanen komoditas hortikultura segar, serta mengurangi kerugian dan pemborosan, baik secara kualitatif maupun kuantitati (Correa-Araneda *et al.*, 2021). Rantai dingin dimulai dengan proses penghilangan panas lapangan secara cepat melalui pendinginan awal (*prapendinginan*), menggunakan berbagai sistem prapendinginan (Gambar 8.8). Selanjutnya, rantai ini berlanjut melalui transportasi berpendingin (Gambar 10.7 dan 10.9), penyimpanan dingin (Gambar 8.10), distribusi dan penampungan grosir berpendingin, tampilan ritel berpendingin, hingga penyimpanan dingin di tingkat rumah tangga.



Gambar 10.7. Transportasi berpendingin
(Sumber : (Yahia, 2019))



Gambar 10.8. Pendinginan es
(Sumber : (Yahia, 2019))



Gambar 10.9. Ruang Penyimpanan Berpendingin
(Sumber : (Yahia, 2019))



Gambar 10.10. Ruang Penyimpanan Berpendingin
(Sumber : (Yahia, 2019))

10.5.2 *Realtive Humidity (RH)*

Komponen utama buah dan sayuran adalah air, yang bersama dengan karbohidrat, protein, lipid, dan zat lainnya membentuk produk dengan karakteristik sensorik yang khas. Kandungan air yang tinggi menjadi faktor utama penentu kualitas dan penerimaan oleh konsumen karena memberikan turgiditas serta kesegaran. Namun, kandungan air yang tinggi ini juga menjadi tantangan utama dalam pengawetan komoditas hortikultura segar. Setelah dipanen dan

terpisah dari tanaman induknya, komoditas ini menjadi sangat rentan terhadap layu akibat kehilangan kelembapan, serta mudah rusak karena menjadi substrat bagi mikroorganisme perusak (Daley *et al.*, 2023).

Oleh karena itu, pengelolaan *Relative Humidity* (RH) bersama dengan suhu menjadi sangat penting untuk mengurangi kehilangan air dan menjaga kualitas komoditas hortikultura segar (Bento de Carvalho *et al.*, 2024). RH mengacu pada jumlah uap air di udara, dinyatakan sebagai persentase dari kapasitas maksimum uap air yang dapat ditahan oleh udara pada suhu dan tekanan tertentu tanpa menyebabkan kondensasi. Kemampuan udara untuk menahan uap air meningkat seiring dengan kenaikan suhu.

Kehilangan air dari komoditas hortikultura berbanding lurus dengan perbedaan tekanan uap (*vapor pressure deficit* atau VPD) antara permukaan komoditas dan lingkungannya. VPD sendiri berbanding terbalik dengan RH: semakin rendah RH, semakin tinggi VPD, dan semakin besar kehilangan air yang terjadi. RH tidak hanya memengaruhi kehilangan air, tetapi juga berdampak pada berbagai aspek lain seperti perkembangan pembusukan, gangguan fisiologis, keseragaman pematangan buah, serta kehilangan senyawa larut air seperti vitamin C (Prakash and Ornelas-Paz, 2019).

RH yang optimal sangat penting dalam menjaga kesegaran dan kualitas buah serta sayuran selama penyimpanan dan distribusi. Umumnya, RH yang tepat untuk penyimpanan buah-buahan berkisar antara **85%–95%**, sementara sebagian besar sayuran memerlukan kisaran RH antara **65%–98%**, tergantung pada jenisnya (Fenton, Callahan and Elansari, 2019).

Berikut kisaran RH optimal untuk beberapa komoditas hortikultura (Fenton, Callahan and Elansari, 2019):

1. Bawang bombay, bawang putih, dan labu: 65%–75%
2. Sayuran umbi-umbian (seperti wortel, parsnip, dan lobak): 95%–98%
3. Sayuran berdaun: sekitar 98%

RH di dalam ruang penyimpanan atau selama pengangkutan dapat dikendalikan dengan beberapa prosedur berikut:

1. Menambahkan kelembapan ke udara melalui kabut, semprotan air, atau uap.
2. Mengatur sirkulasi udara dan ventilasi sesuai dengan jumlah produk dalam ruang penyimpanan dingin.
3. Menjaga suhu koil pendingin sekitar 1°C di bawah suhu udara.
4. Menyediakan penghalang kelembapan untuk melindungi dinding ruang penyimpanan dan kendaraan pengangkut.
5. Menggunakan pelapis internal dan film polimer berlubang dalam pengemasan.
6. Menambahkan es serut dalam wadah pengiriman atau di etalase ritel, khusus untuk komoditas yang tahan terhadap metode ini.
7. Menyemprotkan air bersih dan steril secara berkala pada komoditas yang membutuhkan kelembapan tinggi selama penjualan ritel, seperti sayuran berdaun, umbi-umbian musim dingin, serta sayuran buah yang belum matang (contoh: buncis, kacang polong, jagung manis, dan labu musim panas).

10.5.3 Pengepakan

Beberapa perlakuan dan teknik digunakan selama proses pengemasan komoditas hortikultura segar, yang dilakukan di lapangan (Gambar 10.11 dan 10.12) atau di rumah pengemasan (Gambar 10.13 dan 10.14), tergantung pada jenis komoditas dan faktor lainnya. Metode pengawetan pada sayuran akar, umbi, dan umbi-umbian tertentu digunakan untuk mendorong penyembuhan luka dan pengeringan jaringan luar. Ini adalah langkah penting untuk mengurangi kehilangan air dan mengurangi infeksi selama penyimpanan berikutnya.

Pembersihan adalah proses yang sangat umum dilakukan pada banyak komoditas, diikuti dengan penghilangan kelembapan permukaan yang berlebih untuk menghindari terciptanya lingkungan mikro yang mendukung pertumbuhan patogen penyebab pembusukan selama penyimpanan dan distribusi selanjutnya.



Gambar 10.11. Panen stroberi dan pengemasan langsung di kebun
(Sumber : (Yahia, 2019))



Gambar 10.12. Pemanenan dan pengemasan buah di kebun
(Sumber : (Yahia, 2019))



Gambar 10.13. Rumah pengemasan jeruk
(Sumber : (Yahia, 2019))



Gambar 10.14. Rumah pengemasan Sayuran
(Sumber : (Yahia, 2019))

10.5.4 Pengemasan

Pengemasan merupakan praktik penting dalam pemeliharaan kualitas komoditas hortikultura segar. Fungsi utamanya meliputi perlindungan fisik komoditas, mempermudah proses pendinginan dan penanganan, serta memfasilitasi identifikasi, promosi, dan pemasaran produk (Tapia-Hernández, Rodríguez-Félix and

Katouzian, 2017). Beragam bahan digunakan dalam pengemasan komoditas hortikultura segar, seperti kertas, karton, plastik, dan kayu, dengan variasi desain, ukuran, dan warna yang disesuaikan dengan kebutuhan (Gambar 10.15).

Selain fungsi dasar, beberapa jenis kemasan juga dilengkapi dengan sisipan khusus, seperti pelapis dan kemasan konsumen yang dirancang untuk memodifikasi atmosfer di sekitar produk. Modifikasi ini dapat mencakup, menjaga kelembapan pada tingkat optimal, menurunkan kadar oksigen, meningkatkan kadar karbon dioksida, serta mengatur komposisi udara lainnya demi memperpanjang umur simpan dan menjaga kualitas sensorik produk.



Gambar 10.15. Pengemasan alpukat dengan karton
(Sumber : (Yahia, 2019))

10.5.5 Modified Atmosphere/Controlled Atmosphere (MA/CA)

Dengan menurunkan kadar oksigen dan/atau meningkatkan kadar karbon dioksida di atmosfer di sekitar komoditas, teknologi atmosfer yang dimodifikasi dan dikontrol (MA dan CA) (Gambar 10.16), bersama dengan penggunaan pendingin, dapat memperpanjang masa pascapanen banyak

komoditas hortikultura segar, seperti apel, pir, alpukat, kiwi, kubis, ceri, mangga, kesemek, delima, stroberi, tomat, dan kubis, dan lain-lain. MA/CA yang tepat dapat mengontrol pematangan, memperbaiki gangguan fisiologis tertentu, mengendalikan patogen dan serangga, dan mengurangi kehilangan komponen tertentu seperti vitamin A.



Gambar 10.16. Sistem MA/CA pada buah beri
(Sumber : (Yahia, 2019))

10.5.4 Transportasi

Komoditas hortikultura biasanya diangkut menggunakan berbagai moda transportasi dengan jarak tempuh yang bervariasi. Pada tahap awal, komoditas ini diangkut dari lahan pertanian ke tempat pengemasan, fasilitas pendinginan, pasar, atau tempat penyimpanan. Transportasi dapat dilakukan secara domestik maupun lintas negara, melalui jalur darat, udara, atau laut (Gambar 10.17).

Selama proses pengangkutan, digunakan berbagai sistem yang melibatkan, kontrol suhu dan kelembapan relatif, sirkulasi udara, modifikasi dan kontrol atmosfer, serta perlakuan tambahan, seperti sistem karantina, untuk menjaga kualitas dan keamanan produk. Penanganan komoditas segar sebelum pengangkutan sangat penting agar produk siap menghadapi kondisi selama perjalanan. Selain itu, tindakan logistik tertentu diperlukan, baik untuk mempersiapkan

penggunaan moda transportasi yang tepat maupun untuk menjaga kondisi optimal selama pengangkutan.

Penting untuk diketahui bahwa penyimpanan dan pengangkutan dalam kondisi yang tidak sesuai dengan kebutuhan spesifik tiap komoditas hortikultura merupakan penyebab utama kerugian dan pemborosan pascapanen, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Karena karakteristik penanganan pascapanen bervariasi antar komoditas, hanya komoditas yang kompatibel yang boleh disimpan atau diangkut bersama dalam sistem muatan campuran. Penentuan kompatibilitas ini harus mempertimbangkan sejumlah faktor spesifik, seperti kebutuhan suhu, kelembapan, emisi etilen, dan sensitivitas terhadap gas.



Gambar 10.17. Transportasi laut
(Sumber : (Yahia, 2019))

DAFTAR PUSTAKA

- (BPS), B.P.S. (2024) Produksi Tanaman Buah-buahan dan Sayuran Tahunan Menurut Provinsi dan Jenis Tanaman 2024. Available at: https://www.bps.go.id/id/statistics-table/3/U0dKc1owczVSaJ5VFdOMWVETnlVRVJ6YlRJMfp6MDkjMw%3D%3D/produksi-buah-buahan-menurut-jenis-tanaman-menurut-provinsi-2020.html?utm_source=chatgpt.com
- Bento de Carvalho, T. *et al.* (2024) 'Preventing Fungal Spoilage from Raw Materials to Final Product: Innovative Preservation Techniques for Fruit Fillings', *Foods*, 13(17), p. 2669. Available at: <https://doi.org/10.3390/FOODS13172669>.
- Callahan, C.W., Elansari, A.M. and Fenton, D.L. (2019) 'Psychrometrics', *Postharvest Technology of Perishable Horticultural Commodities*, pp. 271–310. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813276-0.00008-0>.
- Correa-Araneda, F. *et al.* (2021) 'Environmental determinants of COVID-19 transmission across a wide climatic gradient in Chile', *Scientific Reports*, 11(1). Available at: <https://doi.org/10.1038/S41598-021-89213-4>.
- Daley, O. *et al.* (2023) 'Preharvest Factors, Maturity Indices and Postharvest Physiology of Fruits and Vegetables', *Postharvest Physiology and Handling of Horticultural Crops*, pp. 3–35. Available at: <https://doi.org/10.1201/9781003452355-2>.
- Fenton, D.L., Callahan, C.W. and Elansari, A.M. (2019) 'Refrigeration', *Postharvest Technology of Perishable Horticultural Commodities*, pp. 209–270. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813276-0.00007-9>.
- Kumar, A. *et al.* (2023) 'Developmental Fruit Quality Based Clustered Normalized Maturity Index Can Ensure Proper Harvesting Time of Ber', *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 54(12), pp. 1657–1669. Available at: <https://doi.org/10.1080/00103624.2023.2195431>.
- Lobo, M.G. and Dorta, E. (2019) 'Utilization and management of horticultural waste', *Postharvest Technology of Perishable Horticultural Commodities*, pp. 639–666. Available at:

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813276-0.00019-5>.

Prakash, A. and Ornelas-Paz, J. de J. (2019) 'Irradiation of fruits and vegetables', *Postharvest Technology of Perishable Horticultural Commodities*, pp. 563–589. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813276-0.00017-1>.

Tapia-Hernández, J.A., Rodríguez-Félix, F. and Katouzian, I. (2017) 'Nanocapsule formation by electrospraying', *Nanoencapsulation Technologies for the Food and Nutraceutical Industries*, pp. 320–345. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809436-5.00009-4>.

Yahia, E.M. (2019) 'Introduction', *Postharvest Technology of Perishable Horticultural Commodities*, pp. 1–41. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813276-0.00001-8>.

BAB 11

PENGELOLAAN USAHA TANI

Oleh Puri Eka Dewi Fortuna

11.1 Pendahuluan

Pengelolaan usaha tani merupakan suatu proses yang komprehensif dan mencakup berbagai aspek penting dalam budidaya tanaman. Secara definisi, pengelolaan usaha tani meliputi perencanaan, pelaksanaan, pengawasan, dan evaluasi kegiatan budidaya dengan tujuan utama untuk mencapai hasil ekonomi yang optimal serta keberlanjutan dalam praktik pertanian (Saefullah & Mukti, 2017; . Dalam konteks ini, perencanaan menjadi langkah awal yang krusial, di mana strategi dan tindakan ditetapkan berdasarkan analisis kebutuhan, potensi lahan, dan kondisi lingkungan yang ada, sebagaimana yang ditunjukkan dalam penelitian tentang pengaturan penggunaan lahan untuk budidaya tanaman Prasetyowati et al., 2023). Pelaksanaan yang efisien memerlukan pemanfaatan teknologi terbaru dan praktik pertanian yang baik untuk memastikan hasil yang optimal, seperti yang terbukti pada penelitian yang menunjukkan pengaruh aplikasi dolomit dan zeolit terhadap kualitas tanah pada sistem budidaya (Romadhona, 2024).

Pentingnya pengelolaan usaha tani tidak bisa dipisahkan dari dampaknya terhadap peningkatan produktivitas dan efisiensi. Dengan manajemen yang baik, petani dapat meningkatkan hasil panen melalui teknik budidaya yang tepat dan pengendalian hama yang efektif, seperti yang dijelaskan dalam penelitian mengenai penyusunan kalender tanam dan pengelolaan hama terpadu (Ilhamiyah et al., 2023). Selain itu, keterlibatan kelompok tani dalam penerapan praktik terbaik, seperti percobaan budidaya jahe (Ridho et al., 2023), juga menjadi indikator bahwa pengelolaan yang baik berkontribusi besar terhadap kesejahteraan petani dan keberlanjutan usaha tani (Saefullah & Mukti, 2017; .

Di samping itu, pengelolaan usaha tani yang berkelanjutan juga memberikan kontribusi terhadap ketahanan pangan dan

pengurangan risiko lingkungan. Penelitian tentang model budidaya tanaman untuk pencegahan kerusakan lahan menunjukkan bahwa integrasi teknik budidaya yang ramah lingkungan dapat membantu menjaga kualitas lahan dan meningkatkan hasil pertanian (Widowati et al., 2023). Dalam hal ini, pengawasan dan evaluasi yang rutin menjadi penting untuk memastikan bahwa praktik yang dilakukan senantiasa mengikuti prinsip keberlanjutan (Nirwanto et al., 2024). Dengan demikian, pengelolaan usaha tani tidak hanya berfokus pada hasil ekonomi, tetapi juga pada dampak jangka panjang terhadap ekosistem dan masyarakat.

Secara keseluruhan, pengelolaan usaha tani yang efektif tercermin dari kemampuan untuk merencanakan dengan tepat, melaksanakan kegiatan dengan efisien, mengawasi proses dengan cermat, dan mengevaluasi hasil untuk perbaikan berkelanjutan. Hal ini merupakan pilar yang mendasari keberhasilan yang tidak hanya terbatas pada aspek ekonomi, tetapi juga mencakup aspek sosial dan lingkungan, sebagaimana yang dibahas dalam penelitian terkait di bidang pertanian (Saefullah & Mukti, 2017; Prasetyowati et al., 2023), dan (Nirwanto et al., 2024).

11.2 Perencanaan Usaha Tani

Perencanaan usaha tani merupakan tahap yang sangat penting dalam mengembangkan suatu kegiatan pertanian yang berkelanjutan dan menguntungkan. Proses ini melibatkan penetapan tujuan dan sasaran, pemilihan komoditas tanaman, analisis pasar, evaluasi sumber daya yang tersedia, serta mempertimbangkan berbagai faktor eksternal yang dapat mempengaruhi perencanaan.

11.2.1 Penerapan Tujuan dan Sasaran

Langkah pertama dalam perencanaan usaha tani adalah penetapan tujuan dan sasaran yang jelas, seperti meningkatkan hasil panen, menekan biaya produksi, atau memasuki pasar baru. Tujuan yang terukur akan membantu petani dalam menciptakan rencana yang fokus dan terarah, sehingga mengoptimalkan sumber daya yang ada (Khotimah & Abadi, 2023). Penetapan tujuan juga harus mempertimbangkan aspek finansial dan

keberlanjutan agar usaha tani dapat bertahan dalam jangka panjang (Khotimah & Abadi, 2023).

11.2.2 Pemilihan Komoditas Tanaman

Pemilihan komoditas tanaman juga berperan penting dalam perencanaan. Dalam hal ini, petani perlu melakukan analisis kelayakan komoditas berdasarkan potensi pasar, kondisi agroekologi, dan ketersediaan sumber daya yang ada. Penelitian menunjukkan bahwa pemilihan yang tepat dapat meningkatkan pendapatan dan keberlanjutan usaha tani, seperti yang terlihat pada intervensi berbasis pendekatan agroforestry yang menawarkan diversifikasi dan stabilitas pendapatan (Ruhimat, 2017). Oleh karena itu, penelitian dan evaluasi mendalam diperlukan untuk menentukan komoditas yang paling sesuai dengan kondisi lokal (Nurhumairah et al., 2024).

11.2.3 Analisis Pasar

Selanjutnya, analisis pasar menjadi aspek penting yang tidak boleh diabaikan. Petani harus memahami kebutuhan pasar, harga, dan kompetitor untuk merancang strategi pemasaran yang efektif. Sebuah studi menunjukkan bahwa memahami dinamika pasar dapat membantu petani menentukan waktu yang tepat untuk menjual produk mereka, sehingga dapat memaksimalkan keuntungan (Bonewati et al., 2022). Hal ini mencakup evaluasi terhadap permintaan komoditas dan potensi persaingan dalam pemasaran, yang merupakan faktor penting dalam perencanaan usaha pertanian (Syafira & Rahmi, 2022).

11.2.4 Evaluasi Sumber Daya

Evaluasi sumber daya sangat krusial dalam perencanaan usaha tani. Hal ini mencakup ketersediaan lahan, modal, tenaga kerja, dan teknologi yang akan digunakan. Ketersediaan lahan yang subur dan modal yang cukup sangat mempengaruhi keputusan pengembangan usaha (Hidayati et al., 2023). Selain itu, teknologi pertanian modern juga mendukung efektivitas dan efisiensi produksi, sehingga meningkatkan produktivitas (Rab et al., 2024). Penelitian mengemukakan bahwa pemanfaatan teknologi dapat

membantu petani dalam mengelola sumber daya alam secara optimal, sehingga meningkatkan hasil produksi dan pendapatan (Ramadhan et al., 2018).

11.2.5 Faktor yang Mempengaruhi Perencanaan

Akhirnya, faktor-faktor eksternal seperti iklim, ketersediaan air, akses ke teknologi, dan kebijakan pemerintah juga harus dipertimbangkan dalam perencanaan usaha tani. Iklim yang tidak menentu dapat mempengaruhi hasil pertanian, sedangkan akses ke sumber daya air untuk irigasi sangat menentukan keberhasilan usaha tani (Irmeilyana et al., 2020). Selain itu, kebijakan pemerintah yang mendukung pertanian, termasuk pemberian subsidi dan pelatihan, dapat memberikan dampak signifikan terhadap konteks dan keamanan harga pasar yang menguntungkan bagi petani (Virianita et al., 2019).

Dengan mengintegrasikan semua elemen ini dalam perencanaan usaha tani, petani akan lebih mampu menghadapi tantangan yang ada dan meraih kesuksesan dalam kegiatan pertanian mereka.

11.3 Manajemen Operasional

Manajemen operasional dalam usaha tani mencakup rangkaian kegiatan yang sangat penting untuk memastikan efisiensi dan efektivitas produksi. Proses ini mencakup tahap persiapan lahan, teknik penanaman, pengelolaan air dan irigasi, pemupukan, serta pengendalian hama, hingga pemanenan dan pascapanen, masing-masing dengan praktik terbaik yang perlu dipatuhi.

11.3.1 Persiapan Lahan

Persiapan lahan melibatkan pengolahan tanah yang optimal dan pemupukan dasar. Teknik pengolahan tanah seperti mencangkul, membajak, dan penggemburan sangat penting untuk menciptakan kondisi tanah yang baik bagi pertumbuhan tanaman. Penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode pengolahan tanah yang tepat dan pemupukan dasar dapat meningkatkan kesuburan tanah dan hasil panen (Aditiyarini et al., 2021; , (Sugiarti et al., 2021). Selain itu, pengaturan drainase yang baik akan

memastikan kontrol air yang efektif, mencegah genangan air yang dapat merusak tanaman, dan membantu menjaga keseimbangan kelembaban tanah (Sugiarti et al., 2021).

11.3.2 Teknik Penanaman

Pemilihan bibit unggul yang sesuai merupakan langkah krusial dalam teknik penanaman. Bibit unggul memiliki daya tahannya yang lebih baik terhadap hama dan penyakit, serta mampu memberikan hasil optimal sesuai dengan kondisi agroekologi setempat. Penting juga untuk mempertimbangkan jarak tanam dan waktu tanam yang optimal, yang dapat berpengaruh pada pertumbuhan tanaman dan hasil panen. Penelitian menunjukkan bahwa waktu tanam yang tepat sejalan dengan pola cuaca lokal dapat meningkatkan produktivitas (Nurdyawati et al., 2020).

11.3.3 Pengelolaan Air dan Irigasi

Pengelolaan air merupakan komponen esensial dalam manajemen operasional. Sistem irigasi efisien seperti irigasi tetes telah terbukti membantu menghemat air dan memaksimalkan penggunaan sumber daya air (Fitriana & Marni, 2021). Ketersediaan air yang terkelola dengan baik akan berkontribusi langsung terhadap pertumbuhan tanaman yang optimal. Penelitian mengenai irigasi kecil menunjukkan bahwa sistem irigasi yang lebih kecil seringkali lebih efektif dalam memenuhi kebutuhan air pertanian dibandingkan irigasi besar (Purwantini & Suhaeti, 2018; , Naumar et al., 2021).

11.3.4 Pemupukan dan Pengendalian Hama

Penggunaan pupuk, baik organik maupun anorganik, harus dilakukan secara berimbang. Penelitian menunjukkan bahwa praktik pemupukan yang seimbang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan keberlanjutan lingkungan (Adiwena et al., 2024). Selain itu, pengendalian hama terpadu (PHT) menjadi metode yang menyeluruh dalam mengelola hama dan penyakit. PHT mencakup penggunaan musuh alami, varietas tahan penyakit, dan teknik pengendalian yang ramah lingkungan sebagai bagian dari strategi perlindungan tanaman (Aditiyarini et al., 2021; , Putri et al., 2022).

11.3.5 Pemanenan dan Pascapanen

Pada tahap pemanenan, teknik yang tepat perlu diterapkan untuk mengurangi kerugian hasil pertanian. Penanganan pascapanen juga penting, yang mencakup proses penyortiran, penyimpanan, dan pengemasan. Setiap langkah dari proses ini harus direncanakan dengan matang untuk menjaga kualitas hasil pertanian dan meminimalkan kerusakan (Darwis, 2019). Dalam konteks ini, penerapan teknologi pascapanen yang modern dapat meningkatkan nilai tambah komoditas pertanian (Mayrowani, 2013; , Sasmito & Wiyono, 2022).

Secara keseluruhan, manajemen operasional yang baik sangat penting untuk mencapai hasil pertanian yang optimal dan berkelanjutan, mendukung ketahanan pangan nasional, serta meningkatkan taraf hidup petani di Indonesia.

11.4 Manajemen Keuangan

Manajemen keuangan dalam usaha tani adalah aspek yang sangat penting untuk memastikan bahwa kegiatan pertanian dapat berjalan secara efisien, berkelanjutan, dan menguntungkan. Beberapa elemen utama dalam manajemen keuangan usaha tani mencakup penyusunan anggaran, analisis biaya-manfaat, penetapan harga jual dan margin keuntungan, sumber pembiayaan, serta manajemen risiko keuangan.

11.4.1 Penyusunan Anggaran

Penyusunan anggaran adalah langkah awal yang krusial dalam manajemen keuangan usaha tani. Penyusunan anggaran melibatkan perhitungan biaya produksi, yang mencakup biaya benih, pupuk, tenaga kerja, serta biaya operasional lainnya. Selain itu, proyeksi pendapatan harus dibuat untuk memperkirakan keuntungan yang akan diperoleh dari usaha tersebut. Penelitian menunjukkan bahwa pemahaman yang baik tentang biaya dan pendapatan dapat membantu petani dalam mengambil keputusan yang lebih cerdas dan strategis Yustitia & Adriansah (2022), (Solikin & Romadhon, 2020; . Hal ini sangat penting untuk memastikan bahwa petani dapat mengelola sumber daya finansial mereka secara efektif.

11.4.2 Analisis Biaya Manfaat

Analisis biaya-manfaat (*Cost-Benefit Analysis*) digunakan untuk menilai kelayakan usaha tani berdasarkan keuntungan dan risiko yang mungkin terjadi. Dalam konteks ini, petani harus mampu mengevaluasi semua potensi biaya dan manfaat dari investasi yang dilakukan. Metode ini membantu dalam menentukan apakah suatu proyek pertanian layak dijalankan atau tidak (Suryana et al., 2018), (Hartatik, 2019). Penelitian mengenai kelayakan finansial menunjukkan bahwa dengan menggunakan analisis biaya-manfaat yang tepat, petani dapat meraih keuntungan yang lebih baik dan meminimalkan risiko kerugian (Hartina et al., 2022).

11.4.3 Harga Jual dan Margin Keuntungan

Penetapan harga jual merupakan strategi penting lainnya dalam manajemen keuangan. Harga yang tepat harus ditentukan berdasarkan biaya produksi serta analisis pasar. Margin keuntungan yang diinginkan juga harus diperhitungkan untuk memastikan bahwa usaha tetap menguntungkan. Penelitian menunjukkan bahwa pemahaman tentang harga pokok produksi (HPP) dan penentuan harga jual yang menggunakan metode yang tepat dapat meningkatkan margin keuntungan (Rahmadani et al., 2021; , Lindiawatie et al., 2022). Penggunaan metode seperti cost-plus pricing sering kali disarankan untuk menentukan harga yang adil dan kompetitif (Wiralestari et al., 2018).

11.4.4 Sumber Pembiayaan

Sumber pembiayaan juga merupakan aspek penting dalam manajemen keuangan usaha tani. Petani dapat menggunakan beberapa opsi untuk memperoleh dana, termasuk pinjaman bank, koperasi, atau program pemerintah. Program pemerintah, seperti subsidi pupuk, dapat membantu mengurangi biaya produksi dan mendukung petani dalam mencapai keberlanjutan usaha (Solikin & Romadhon, 2020; , Suryana et al., 2018). Pendanaan yang baik sangat penting untuk mendukung pertumbuhan usaha dan penyediaan modal kerja.

11.4.5 Manajemen Risiko Keuangan

Manajemen risiko keuangan menjadi aspek yang tak terpisahkan dalam usaha tani, terutama untuk menghadapi fluktuasi harga, kemungkinan gagal panen, atau bencana alam. Petani perlu memiliki rencana kontinjensi untuk mengantisipasi hal-hal tersebut dan melindungi investasi mereka (Mukhlis et al., 2023; , Virianita et al., 2019). Metode asuransi pertanian, diversifikasi tanaman, serta praktik pertanian yang berkelanjutan menjadi beberapa strategi yang dapat diterapkan untuk mengurangi risiko tersebut.

Melalui pendekatan manajemen keuangan yang baik, petani dapat mencapai hasil yang optimal serta membuat keputusan yang lebih informasi dan strategis untuk kelangsungan usaha tani mereka.

11.5 Manajemen Sumber Daya Manusia

Manajemen Sumber Daya Manusia (SDM) dalam konteks usaha tani sangat penting untuk menciptakan organisasi pertanian yang efektif dan efisien. Setiap elemen dalam manajemen SDM, seperti struktur organisasi, pelatihan, pengembangan keterampilan, motivasi, dan produktivitas tenaga kerja, memiliki peran yang berkontribusi terhadap kesuksesan usaha tani.

11.5.1 Struktur Organisasi Usaha Tani

Struktur organisasi dalam usaha tani biasanya terdiri dari tiga peran utama: pemilik, manajer, dan pekerja lapangan. Pemilik memiliki keputusan strategis dan investasi dalam usaha tani, sementara manajer bertanggung jawab untuk mengelola operasi sehari-hari, termasuk perencanaan, pelaksanaan, dan pengawasan kegiatan pertanian. Pekerja lapangan merupakan individu yang mengeksekusi tugas-tugas di lapangan, seperti penanaman, pemeliharaan tanaman, dan panen. Pembagian peran yang jelas ini membantu meningkatkan efisiensi operasional serta memastikan bahwa setiap individu memahami tanggung jawabnya Pahira & Rinaldy (2023).

11.5.2 Pelatihan dan Pengembangan Keterampilan

Pentingnya pelatihan dan pengembangan keterampilan tidak bisa diremehkan. Edukasi mengenai teknologi pertanian modern

sangat diperlukan bagi petani untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil pertanian. Program pelatihan yang dirancang dengan baik memungkinkan petani untuk mengadopsi inovasi, seperti teknologi irigasi yang lebih efisien atau teknik budidaya yang baru. Dalam penelitian di sektor pertanian, diungkapkan bahwa petani yang mendapatkan pelatihan memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan yang tidak (Ellyta & Dewi, 2023). Selain itu, pendekatan penyuluhan pertanian yang efektif dapat meningkatkan pengetahuan, sikap, dan keahlian petani, yang berkontribusi pada hasil pertanian yang lebih baik (Zulkarnain, 2023).

11.5.3 Motivasi dan Produktivitas Tenaga Kerja

Sistem insentif yang baik memainkan peran penting dalam memotivasi tenaga kerja. Pemberian insentif, seperti bonus atau penghargaan untuk pencapaian tertentu, dapat meningkatkan semangat kerja dan produktivitas petani dan pekerja lapangan. Selain itu, menciptakan budaya kerja yang positif dan mendorong kerjasama di antara anggota tim juga sangat berpengaruh terhadap kepuasan kerja dan produktivitas. Penelitian menunjukkan bahwa motivasi kerja yang tinggi berhubungan langsung dengan peningkatan produktivitas tenaga kerja (Djabril et al., 2022; , Saepudin et al., 2024). Oleh karena itu, penciptaan lingkungan kerja yang baik serta penerapan strategi motivasi yang sesuai dapat membantu mempertahankan tenaga kerja yang berkinerja tinggi.

Manajemen sumber daya manusia yang baik dalam usaha tani meliputi pengaturan struktur organisasi yang jelas, pelatihan yang berkelanjutan untuk pengembangan keterampilan, serta penerapan sistem motivasi yang efektif untuk meningkatkan produktivitas. Hal ini menjadi kunci untuk memastikan bahwa usaha tani tidak hanya menguntungkan secara finansial tetapi juga berkelanjutan dalam jangka panjang.

11.6 Pemasaran Hasil Pertanian

Pemasaran hasil pertanian merupakan aspek penting dalam meningkatkan daya saing dan keberhasilan usaha tani. Strategi pemasaran yang tepat dapat membantu petani dan produsen untuk memasarkan produk mereka secara efektif dan mendapatkan

keuntungan yang maksimal. Berikut adalah beberapa elemen kunci dalam pemasaran hasil pertanian.

11.6.1 Strategi Pemasaran

Strategi pemasaran dapat mencakup diferensiasi produk dan pemanfaatan saluran distribusi. **Diferensiasi produk** sangat penting, terutama ketika petani dapat memasarkan produk organik atau bersertifikat, yang memiliki nilai jual lebih tinggi di pasar (Mardhiah et al., 2023). Produk organik, misalnya, semakin diminati seiring dengan meningkatnya kesadaran konsumen akan kesehatan dan lingkungan (Mardhiah et al., 2023).

Selain itu, **saluran distribusi** juga berperan krusial dalam pemasaran hasil pertanian. Petani dapat memilih untuk menjual produk mereka melalui pasar tradisional, e-commerce, atau industri pengolahan. E-commerce telah terbukti mampu meningkatkan aksesibilitas pasar, memungkinkan petani menjangkau pelanggan yang lebih luas dan meningkatkan pendapatan mereka (Afridhianika, 2025). Pemasaran melalui platform digital juga memungkinkan efisiensi dalam distribusi hasil pertanian dan memberikan peluang bagi petani kecil untuk bersaing di pasar yang lebih besar (Afridhianika, 2025).

11.6.2 Pengembangan Branding

Pengembangan branding merupakan aspek vital dalam memperkuat citra produk pertanian. Membangun citra produk melalui kemasan yang menarik dan strategi promosi yang efektif dapat membantu meningkatkan nilai jual (Mardhiah et al., 2023). Untuk meningkatkan brand awareness, penting bagi pelaku usaha pertanian untuk memahami nilai penting dari branding, di mana produk yang memiliki kemasan yang menarik dan merek yang kuat cenderung lebih diminati konsumen. Penelitian menunjukkan bahwa pemahaman tentang branding dapat membantu petani menonjol di pasar yang kompetitif dan menarik lebih banyak pelanggan (Mardhiah et al., 2023).

11.6.3 Peran Teknologi Digital

Teknologi digital memainkan peran yang semakin signifikan dalam pemasaran hasil pertanian. Pemanfaatan media sosial dan platform khusus pertanian, seperti TaniHub, memungkinkan petani untuk mempromosikan produk mereka secara efisien dan menjangkau audiens yang lebih luas (Afridhianika, 2025). Digitalisasi pemasaran melalui media sosial memberikan kesempatan untuk berinteraksi langsung dengan konsumen, membangun hubungan yang lebih kuat, dan mempromosikan transparansi dalam proses produksi (Lestari & Yuwana, 2024). Hal ini tidak hanya membantu dalam memperluas pasar tetapi juga memberikan kesempatan untuk meningkatkan pengalaman pelanggan (Osi et al., 2025).

Digital marketing juga berfungsi sebagai sarana untuk pendidikan dan pemberdayaan petani, melalui pelatihan tentang cara menggunakan platform e-commerce dan media sosial untuk pemasaran produk (Ratu et al., 2025). Ini adalah langkah penting untuk memastikan bahwa petani memiliki keterampilan yang diperlukan untuk bersaing dalam era digital yang semakin berkembang.

Dalam konteks pemasaran hasil pertanian, penerapan strategi pemasaran yang baik, pengembangan branding yang efektif, dan pemanfaatan teknologi digital adalah hal-hal yang esensial untuk mencapai keberhasilan. Dengan menerapkan semua elemen ini secara terintegrasi, petani dapat meningkatkan keberhasilan dalam pemasaran produk mereka, mendapatkan keuntungan yang lebih besar, serta berkontribusi pada ketahanan pangan nasional.

11.7 Manajemen Risiko dalam Pertanian

Manajemen risiko merupakan aspek penting dalam kegiatan pertanian, terutama mengingat ketidakpastian yang dapat mempengaruhi produktivitas dan keberlanjutan usaha tani. Dalam konteks ini, manajemen risiko mencakup identifikasi risiko yang mungkin terjadi dan merumuskan strategi mitigasi untuk mengurangi dampak negatif dari risiko tersebut.

11.7.1 Identifikasi Risiko

Identifikasi risiko adalah tahap awal yang sangat krusial dalam manajemen risiko. Beberapa jenis risiko yang perlu diidentifikasi dalam usaha tani meliputi:

1. **Cuaca Ekstrem:** Perubahan iklim yang menyebabkan cuaca ekstrem seperti banjir, kekeringan, atau badai dapat mempengaruhi hasil panen secara signifikan. Penelitian menunjukkan bahwa fenomena cuaca seperti El Niño dan La Niña telah terbukti berdampak besar terhadap ketahanan pangan di banyak negara.
2. **Serangan Hama dan Penyakit:** Serangan hama dan penyakit tanaman merupakan risiko utama yang dapat merusak hasil panen. Penanganan yang tidak tepat dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan. Analisis mengenai penggunaan pestisida dan praktik pengendalian hama terpadu menunjukkan pentingnya pendekatan holistik dalam mengelola risiko ini.
3. **Fluktuasi Harga:** Volatilitas harga produk pertanian juga merupakan risiko yang perlu diperhatikan. Berbagai faktor seperti perubahan permintaan, biaya produksi, dan persaingan pasar dapat menyebabkan fluktuasi harga, yang berdampak langsung pada pendapatan petani.
4. **Kebijakan Pemerintah:** Kebijakan pemerintah, termasuk subsidi, regulasi, atau tarif impor, juga dapat mempengaruhi usaha tani secara negatif atau positif. Oleh karena itu, pemahaman dan pemantauan terhadap kebijakan yang mungkin berubah menjadi sangat penting bagi petani.

11.7.2 Strategi Mitigasi

Setelah risiko diidentifikasi, langkah selanjutnya adalah merumuskan strategi mitigasi yang relevan untuk mengurangi dampaknya. Beberapa strategi mitigasi yang dapat diterapkan dalam manajemen risiko pertanian meliputi:

1. **Asuransi Pertanian:** Asuransi pertanian merupakan alat penting untuk melindungi petani terhadap kerugian akibat bencana alam atau fluktuasi harga. Program asuransi dapat memberikan jaminan finansial yang membantu petani untuk

pulih dari kerugian, sehingga mendorong keberlanjutan usaha tani di tengah tantangan yang ada.

2. **Diversifikasi Tanaman:** Diversifikasi merupakan strategi yang dapat mengurangi risiko kerugian akibat serangan hama atau perubahan iklim. Dengan menanam berbagai jenis tanaman, petani dapat meminimalkan risiko karena tidak tergantung pada satu jenis komoditas saja. Penelitian menunjukkan bahwa diversifikasi tanaman dapat meningkatkan ketahanan sistem pertanian terhadap stres.
3. **Penggunaan Teknologi Ramah Iklim:** Adopsi teknologi pertanian yang ramah iklim, seperti irigasi hemat air, varietas tahan iklim, dan sistem pertanian presisi, menjadi penting untuk meningkatkan ketahanan terhadap perubahan iklim. Dengan memanfaatkan teknologi, petani dapat mengoptimalkan penggunaan sumber daya dan meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan.

Manajemen risiko dalam pertanian melibatkan langkah-langkah proaktif untuk mengidentifikasi dan mengurangi dampak dari berbagai risiko yang mungkin terjadi. Dengan mengadopsi strategi mitigasi yang efektif, petani dapat meningkatkan ketahanan sistem pertanian mereka, menjaga keberlanjutan usaha tani, serta mendorong ketahanan pangan nasional.

11.8 Keberlanjutan Usaha Tani

Keberlanjutan usaha tani menjadi tema penting dalam konteks pertanian modern, mengingat tantangan lingkungan dan sosial yang dihadapi. Konsep ini berfokus pada penerapan praktik yang ramah lingkungan, menjaga keseimbangan ekologi, dan mendorong keterlibatan sosial dalam masyarakat petani. Berikut adalah penjelasan mengenai keberlanjutan usaha tani yang mencakup pertanian berkelanjutan, keseimbangan ekologi, dan keterlibatan sosial.

11.8.1 Pertanian Berkelanjutan

Pertanian berkelanjutan adalah pendekatan yang bertujuan untuk mempertahankan produktivitas pertanian tanpa merusak

lingkungan. Beberapa praktik yang termasuk dalam kategori ini adalah **pertanian organik**, **rotasi tanaman**, dan **konservasi tanah**.

Praktik pertanian organik bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan penggunaan pupuk dan pestisida kimia, yang dapat menyebabkan kerusakan pada lingkungan dan kesehatan manusia. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pupuk organik lokal, seperti Mikroorganisme Lokal (MOL), dapat meningkatkan kesuburan tanah tanpa menurunkan kondisi ekologis Tsani et al. (2023). Selain itu, **rotasi tanaman** menjadi metode penting yang berfungsi untuk memecah siklus hama dan penyakit, meningkatkan kesuburan tanah, dan mengoptimalkan penggunaan nutrisi.

Penggunaan teknik konservasi tanah juga sangat diperlukan untuk mencegah erosi dan menjaga struktur tanah. Konservasi tanah membantu mempertahankan kandungan air dan nutrisi, yang esensial bagi pertumbuhan tanaman (Fitriana, 2017).

11.8.2 Keseimbangan Ekologi

Keseimbangan ekologi dalam pertanian berkelanjutan meliputi pengurangan penggunaan bahan kimia dan perlindungan biodiversitas. Mengurangi penggunaan bahan kimia seperti pestisida dan pupuk sintetis tidak hanya membantu melindungi keberadaan organisme non-target di dalam ekosistem, tetapi juga berkontribusi pada kesehatan tanah dan kualitas air. Dengan melestarikan berbagai spesies tanaman dan hewan, petani dapat memastikan kehidupan produktif dan keberagaman yang mendukung pertanian dalam jangka panjang (Astuti, 2023).

Upaya perlindungan biodiversitas dengan memanfaatkan teknik budidaya yang berkelanjutan memiliki dampak positif yang signifikan bagi kesehatan ekosistem secara keseluruhan. Misalnya, praktik pertanian yang memprioritaskan keberlanjutan dapat mempertahankan habitat bagi spesies polinat, yang sangat diperlukan untuk keberhasilan banyak tanaman pertanian (Astuti, 2023).

11.8.3 Keterlibatan Sosial

Keterlibatan sosial merupakan komponen penting dari keberlanjutan usaha tani, yang melibatkan pemberdayaan petani lokal dan kerja sama dengan komunitas. Memberdayakan petani lokal melalui pendidikan dan pelatihan, serta mendorong mereka untuk terlibat dalam pembuatan keputusan, dapat meningkatkan kesejahteraan. Pelatihan tentang praktik pertanian berkelanjutan dan penggunaan teknologi ramah lingkungan sangat penting dalam konteks ini (Fitriana, 2017).

Kerja sama dengan komunitas dapat menciptakan jaringan sosial dan dukungan yang kuat untuk para petani. Melalui kolaborasi antara petani dan pemangku kepentingan lainnya, seperti lembaga pemerintah dan swasta, inisiatif yang berkelanjutan dapat diimplementasikan dengan lebih efisien, yang pada gilirannya meningkatkan ketahanan pangan dan mengurangi ketergantungan pada praktik pertanian yang merusak.

Keberlanjutan usaha tani adalah kombinasi dari praktik pertanian berkelanjutan, keseimbangan ekologi, dan keterlibatan sosial yang saling mendukung satu sama lain. Dengan menerapkan prinsip-prinsip keberlanjutan, usaha tani dapat mempertahankan produktivitas dalam jangka panjang, melindungi lingkungan, dan memberdayakan petani serta komunitas sekitar.

11.9 Penutup

Dalam penutupan bab ini, terdapat rangkuman poin-poin kunci pengelolaan usaha tani dan mengeksplorasi prospek masa depan untuk pertanian yang lebih berkelanjutan. Pengelolaan usaha tani adalah proses yang kompleks mulai dari perencanaan hingga pelaksanaan, yang mencakup beberapa aspek penting:

- 1. Perencanaan Usaha Tani:** Meliputi penetapan tujuan dan sasaran, pemilihan komoditas, analisis pasar, evaluasi sumber daya, dan mempertimbangkan faktor eksternal seperti iklim dan kebijakan pemerintah. Proses ini memastikan bahwa petani memiliki panduan yang jelas untuk mencapai hasil yang diinginkan (Puu et al., 2021).

2. **Manajemen Operasional:** Meliputi persiapan lahan, teknik penanaman, pengelolaan air dan irigasi, pemupukan dan pengendalian hama, serta pemanenan dan pascapanen, semua bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas usaha tani. Faktor-faktor ini sangat penting dalam agribisnis (Syahyuti, 2016).
3. **Manajemen Keuangan:** Mencakup penyusunan anggaran, analisis biaya-manfaat, penetapan harga jual, sumber pembiayaan, dan manajemen risiko keuangan, yang semuanya penting untuk kelangsungan usaha tani (Wibisono et al., 2023).
4. **Manajemen Sumber Daya Manusia:** Meliputi struktur organisasi, pelatihan dan pengembangan keterampilan, serta motivasi tenaga kerja. Aspek ini penting untuk menciptakan kondisi kerja yang efisien dan produktif (Sukur et al., 2023).
5. **Pemasaran Hasil Pertanian:** Menggunakan strategi diferensiasi produk, saluran distribusi yang efisien, dan pengembangan branding, serta pemanfaatan teknologi digital untuk mempromosikan produk pertanian (Asrin & Maswadi, 2023).
6. **Keberlanjutan Usaha Tani:** Melibatkan praktik pertanian berkelanjutan, keseimbangan ekologi dengan pengurangan bahan kimia, serta keterlibatan sosial melalui pemberdayaan petani dan kerja sama komunitas (Puu et al., 2021).

Ke depannya, keberhasilan usaha tani akan sangat bergantung pada kemampuan untuk beradaptasi dengan perkembangan teknologi dan melakukan kolaborasi multisektor. Pentingnya **adaptasi teknologi** dalam praktik pertanian modern tidak bisa diabaikan. Inovasi dalam pemrosesan, pemasaran, dan pemanfaatan teknologi informasi akan memberikan kesempatan yang lebih besar bagi petani untuk meningkatkan produktivitas dan daya saing (Wibisono et al., 2023).

Kolaborasi multisektor juga akan memainkan peran sentral dalam memajukan usaha tani. Kerjasama antara pemerintah, swasta, lembaga penelitian, dan masyarakat petani diperlukan untuk membangun sistem pertanian yang

berkelanjutan. Dengan adanya dukungan dari berbagai pihak, berbagai inisiatif untuk meningkatkan sistem distribusi, akses ke pasar, dan pelatihan sumber daya manusia dapat dilakukan dengan lebih efektif, sehingga menciptakan ekosistem yang lebih baik bagi pelaku pertanian (Moento et al., 2020).

Dengan mengintegrasikan semua komponen ini, pengelolaan usaha tani dapat dilakukan secara lebih efektif dan berkelanjutan. Rangkuman kunci yang diuraikan dalam laporan ini memberikan panduan berharga bagi para pemangku kepentingan dalam merumuskan strategi dan kebijakan yang diperlukan untuk masa depan pertanian yang lebih baik dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditiyarini, D, Ariestanti, C, Prasetyaningsih, A, Wherrett, T, Manik, H & Wijana, K 2021, 'Pemberdayaan kelompok tani dan pengembangan kampung sayur bausasran di masa pandemi COVID-19', *Sendimas 2021 - Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 6, no. 1, pp. 160–165. <https://doi.org/10.21460/sendimasvi2021.v6i1.41>
- Adiwena, M, Nurjannah, N, Suryana, N, Rahim, A, Jafar, R & Haka, P 2024, 'Sosialisasi penguatan lembaga, pemupukan dan penggunaan pestisida di kelompok tani Takau Kabupaten Tana Tidung', *Jurpikat (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat)*, vol. 5, no. 2, pp. 557–566. <https://doi.org/10.37339/jurpikat.v5i2.1722>
- Afridhianika, A 2025, 'Optimalisasi pemasaran hasil pertanian melalui digitalisasi agribisnis bagi kelompok tani di wilayah perdesaan', *Jurnal Pengabdian Masyarakat Mentari*, vol. 1, no. 8, pp. 325–330. <https://doi.org/10.59837/jpmm.v1i8.68>
- Alfiansyah, I, Arini, R & Muhtadi, M 2024, 'Inovasi dalam teknik irigasi dan dampaknya terhadap hasil pertanian: kajian bibliometrik', *Jurnal Multidisiplin West Science*, vol. 3, no. 07, pp. 1044–1055. <https://doi.org/10.58812/jmws.v3i07.1502>
- Asrin, F & Maswadi, M 2023, 'Perancangan sistem informasi pemasaran hasil pertanian (SIRAHAN) di Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Kalimantan Barat', *Jurnal Borneo Akcaya*, vol. 8, no. 2, pp. 141–148. <https://doi.org/10.51266/borneoakcaya.v8i2.254>
- Astuti, Y 2023, 'Urgensi perlindungan hukum terhadap biodiversitas Indonesia dari praktik biopiracy', *Ethics and Law Journal: Business and National Affairs*, vol. 1, no. 3, pp. 281–289. <https://doi.org/10.61292/eljbn.74>
- Bonewati, Y, Sirajuddin, S & Abdullah, A 2022, 'Peran perempuan yang tergabung dalam kelompok wanita tani (KWT) pada usaha ternak sapi potong dengan sistem integrasi', *Jurnal Sains dan Teknologi Peternakan*, vol. 4, no. 1, pp. 1–9. <https://doi.org/10.31605/jstp.v4i1.1857>
- Darwis, V 2019, 'Potensi kehilangan hasil panen dan pasca panen

- jagung di Kabupaten Lampung Selatan', *Journal of Food System & Agribusiness*, vol. 2, no. 1. <https://doi.org/10.25181/jofsa.v2i1.1110>
- Djabril, R, Nurbaeti, N & Hidayat, H 2022, 'Pengaruh sistem manajemen kesehatan dan keselamatan kerja (SMK3) serta motivasi kerja terhadap produktivitas karyawan di masa pandemi COVID-19 pada PT. Sumber Graha Sejahtera Luwu', *Window of Public Health Journal*, vol. 3, no. 5, pp. 989–998. <https://doi.org/10.33096/woph.v3i5.334>
- Ellyta, E & Dewi, E 2023, 'Pendampingan pertanian terhadap produktivitas tenaga kerja petani kacang panjang di Desa Rasau Jaya I Kabupaten Kubu Raya', *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian*, vol. 48, no. 2, p. 243. <https://doi.org/10.31602/zmip.v48i2.11145>
- Eriawaty, E, Octobery, R, Rahman, R & Nugraha, K 2023, 'Memaknai pengelolaan keuangan kelompok tani Borneo Citra Lestari', *Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang*, vol. 14, no. 2, pp. 431–438. <https://doi.org/10.37304/jikt.v14i2.264>
- Fitriana, E & Marni, M 2021, 'Transmigran sebagai modal sosial dalam pengembangan food estate di Kabupaten Pulang Pisau', *Sosiohumaniora Jurnal Ilmiah Ilmu Sosial dan Humaniora*, vol. 7, no. 1, pp. 1–14. <https://doi.org/10.30738/sosio.v7i1.8771>
- Fitriana, M 2017, 'Introduksi teknologi pertanian organik dengan memanfaatkan kompos tandan kosong kelapa sawit dan tanaman kacang tunggak untuk meningkatkan kesuburan tanah di Desa Arisan Jaya Pemulutan Barat Ogan Ilir', *Jurnal Pengabdian Sriwijaya*, vol. 5, no. 2, pp. 429–434. <https://doi.org/10.37061/jps.v5i2.5673>
- Hartatik, S 2019, 'Analisis penentuan harga pokok produksi menggunakan metode full costing sebagai dasar penetapan harga jual pada UD. Mutia Meubel', *SOSCIED*, vol. 2, no. 2, pp. 9–16. <https://doi.org/10.32531/jsosced.v2i2.172>
- Hartina, H, Rauf, R & Serdiati, N 2022, 'Kelayakan finansial usaha budidaya ikan nila di Kecamatan Palolo Kabupaten Sigi', *Agroland Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, vol. 29, no. 2, pp. 121–

129. <https://doi.org/10.22487/agrolandnasional.v29i2.807>
- Ilhamiyah, I, Gunawan, A, Ash'ari, F & Gazali, A 2023, 'Penyusunan kalender tanam dan pengendalian hama terpadu pada budidaya tanaman pakcoy', *Jurnal Pengabdian Al-Ikhlas*, vol. 8, no. 3. <https://doi.org/10.31602/jpaiuniska.v8i3.10391>
- Irmeilyana, I, Ngudiantoro, N, Affandi, A, Setiawan, A & Windusari, Y 2020, 'Pemanfaatan lingkungan alam sekitar sebagai sumber belajar dan media pembelajaran matematika, IPA, dan seni bagi pendidikan dan pengembangan kreatifitas anak di Kecamatan Pemulutan Barat Kabupaten Ogan Ilir', *Jurnal Vokasi*, vol. 4, no. 1, p. 16. <https://doi.org/10.30811/vokasi.v4i1.1578>
- Khotimah, L & Abadi, M 2023, 'Analisis kelayakan bisnis pada Toserba Saudi Pemalang Cabang Ulujami ditinjau dari aspek pasar dan pemasaran', *BISMA*, vol. 1, no. 01, pp. 59–64. <https://doi.org/10.59966/bisma.v1i01.165>
- Lestari, E & Yuwana, R 2024, 'Sinergi teknologi dan pertanian: inovasi pemasaran digital di P4S Tranggulasi sebagai model penguatan ekonomi petani', *AJPM*, vol. 2, no. 3, pp. 182–186. <https://doi.org/10.70210/ajpm.v2i3.128>
- Lindiatwatie, L, Shahreza, D & Ria, A 2022, 'PKM penentuan harga jual produk usaha mikro basis rumah tangga pada kelompok PKK Cinere dan Gandul Depok', *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Bangun Cipta Rasa & Karsa*, vol. 1, no. 2, pp. 34–41. <https://doi.org/10.30998/pkmbatasa.v1i2.969>
- Mardhiah, A, Wardani, S, Nurhayati, N, Handayani, L, Rahmawati, C & Saputra, E 2023, 'Sosialisasi brand pada produk pertanian untuk meningkatkan nilai jual', *Al Ghafur Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat*, vol. 2, no. 1. <https://doi.org/10.47647/alghafur.v2i1.930>
- Mayrowani, H 2013, 'Kebijakan penyediaan teknologi pascapanen kopi dan masalah pengembangannya', *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, vol. 31, no. 1, p. 31. <https://doi.org/10.21082/fae.v31n1.2013.31-49>
- Moento, P, Kusumah, R, Betaubun, A & Oja, H 2020, 'Penguatan kelompok usaha tani berbasiskan pemberdayaan masyarakat petani padi', *SJIAS*, vol. 9, no. 1, pp. 25–34. <https://doi.org/10.35724/sjias.v9i1.2782>

- Mukhlis, M, Hendriani, R, Sari, N, Wisra, R, Fitrianti, S & Lutfi, U 2023, 'Analisis pendapatan petani model usahatani terpadu jagung-sapi di Kecamatan Payakumbuh', *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, vol. 23, no. 2, pp. 254–261. <https://doi.org/10.25181/jppt.v23i2.2793>
- Naumar, A, Rahmat, R & Djalir, N 2021, 'Faktor penentu pengelolaan air irigasi untuk keberlanjutan ekonomi pertanian di Indonesia', *Jurnal Rekayasa*, vol. 11, no. 2, pp. 154–167. <https://doi.org/10.37037/jrftsp.v11i2.118>
- Nirwanto, Y, Fitria, A & Salam, R 2024, 'Evaluasi status hara pada penggunaan lahan multiple cropping di dataran rendah', *JPA*, vol. 26, no. 1, p. 205. <https://doi.org/10.37159/jpa.v26i1.4335>
- Nurdyawati, R, Soedarto, T & Sumartono, S 2020, 'Evaluasi kinerja penyuluhan pertanian Kecamatan Balongpanggang Kabupaten Gresik', *Jurnal Pertanian Cemara*, vol. 17, no. 1, pp. 49–56. <https://doi.org/10.24929/fp.v17i1.1043>
- Nurhumairah, N, Edwina, S & Eliza, E 2024, 'Analisis keberlanjutan usaha tani jeruk siam di Kecamatan Kuok Kabupaten Kampar Provinsi Riau', *Mimbar Agribisnis Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*, vol. 10, no. 2, pp. 2997–3010. <https://doi.org/10.25157/ma.v10i2.14615>
- Osi, Z, Zuhro, V, Puna, S, Prastika, S, Mazlan, L, Syuhud, M, Triadi, A, *et al.* 2025, 'Pelatihan digital marketing untuk peningkatan pendapatan petani di Desa Barabali, Kec. Batukliang, Kab. Lombok Tengah', *Jurnal Wicara Desa*, vol. 3, no. 2, pp. 191–200. <https://doi.org/10.29303/wicara.v3i2.6769>
- Pahira, S & Rinaldy, R 2023, 'Pentingnya manajemen sumber daya manusia (MSDM) dalam meningkatkan kinerja organisasi', *Comserva Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*, vol. 3, no. 03, pp. 810–817. <https://doi.org/10.59141/comserva.v3i03.882>
- Prasetyowati, D, Siswanto, S & Wijaya, K 2023, 'Determining and mapping land suitability for porang (*Amorphophallus oncophyllus* L.) cultivation in Madiun Regency, Indonesia', *Jurnal Ilmiah Pertanian*, vol. 20, no. 1. <https://doi.org/10.31849/jip.v20i1.12128>
- Purwantini, T & Suhaeti, R 2018, 'Irigasi kecil: kinerja, masalah, dan

- solusinya', *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, vol. 35, no. 2, p. 91. <https://doi.org/10.21082/fae.v35n2.2017.91-105>
- Putri, R, Sandri, A & Putri, I 2022, 'Pengembangan sistem instrumentasi untuk mengukur lebar kerja (*cutting width*) pada mini combine harvester', *Jurnal Teknologi Pertanian*, vol. 23, no. 3, pp. 239–248. <https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2022.023.03.7>
- Puu, Y, Saga, A, Djata, B & Mutiara, C 2021, 'Pemberdayaan petani sayuran di Desa Wolofeo, Kecamatan Detusoko, Kabupaten Ende', *Prima Journal of Community Empowering and Services*, vol. 5, no. 1, p. 1. <https://doi.org/10.20961/prima.v5i1.44367>
- Rab, S, Fuah, A, Yani, A & Sumiati, S 2024, 'Analisis pendapatan dan kelayakan usaha sistem integrasi ternak dan sayuran', *Jurnal Sains dan Teknologi Peternakan*, vol. 5, no. 2, pp. 55–65. <https://doi.org/10.31605/jstp.v5i2.3751>
- Rahmadani, R, Nurlinda, N, Nurhayati, N, Supriyanto, S, Sugianto, S, Ciamas, E, Anggraini, D, *et al.* 2021, 'Pendampingan UMKM HEBAT dengan inovasi produk, pemasaran digital, dan pengelolaan keuangan pada usaha Cekeremes di Kecamatan Medan Tuntungan', *Jurpikat (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat)*, vol. 2, no. 2, pp. 147–157. <https://doi.org/10.37339/jurpikat.v2i2.637>
- Ramadhan, A, Utama, S & Irnad, I 2018, 'Pengaruh lingkungan kerja kelompok tani dan peranan sumberdaya kontak tani terhadap kinerja petani Desa Sido Urip Kabupaten Bengkulu Utara', *Naturalis Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, vol. 7, no. 2, pp. 1–8. <https://doi.org/10.31186/naturalis.7.2.6006>
- Ratu, R, Safitri, D, Sari, P, Yanto, S, Budiman, V & Kartika, W 2025, 'Digitalisasi pertanian melalui platform online untuk meningkatkan pendapatan KWT Sedap Malam', *JAD*, vol. 4, no. 1, pp. 59–68. <https://doi.org/10.70522/jad.v4i1.110>
- Ridho, I, Pramasari, I & Wahyuni, P 2023, 'Peran kelompok tani terhadap penerapan budidaya jahe merah pada lahan kering di Desa Manding Laok Kecamatan Manding Kabupaten Sumenep', *PROSD*, pp. 197–207. <https://doi.org/10.24929/prosd.v0i0.2823>

- Romadhona, S 2024, 'Pengaruh aplikasi dolomit dan zeolit terhadap kualitas kimia tanah pada tambak udang berkelanjutan', *JPTL*, vol. 3, no. 1, pp. 24–33. <https://doi.org/10.31258/jptl.3.1.24-33>
- Ruhimat, I 2017, 'Peningkatan kapasitas kelembagaan kelompok tani dalam pengembangan usahatani agroforestry: studi kasus di Desa Cukangkawung, Kecamatan Sodonghilir, Kabupaten Tasikmalaya, Provinsi Jawa Barat', *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, vol. 14, no. 1, pp. 1–17. <https://doi.org/10.20886/jpsek.2017.14.1.1-17>
- Saefullah, M & Mukti, G 2017, 'Kemitraan sebagai faktor pendorong perubahan manajemen usaha tani petani kecil berorientasi pasar modern', *Jurnal Agrosains dan Teknologi*, vol. 1, no. 2, pp. 31–46. <https://doi.org/10.24853/jat.1.2.31-46>
- Saepudin, M, Nugrahaningsih, H & Dali, R 2024, 'Motivasi dan disiplin kerja terhadap produktivitas karyawan Bakso Sentul Sukaraja Bogor', *Eco-Fin*, vol. 6, no. 2, pp. 102–109. <https://doi.org/10.32877/ef.v6i2.892>
- Sasmito, G & Wiyono, S 2022, 'Transcrop: media pemesanan transportasi agribisnis online berbasis web', *Jurnal Informatika Jurnal Pengembangan IT*, vol. 7, no. 1, pp. 8–12. <https://doi.org/10.30591/jpit.v7i1.3418>
- Solikin, A & Romadhon, H 2020, 'Utang subsidi pupuk oleh pemerintah: prosedur anggaran, penyebab, dan alternatif solusi', *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, vol. 4, no. 1, pp. 157–175. <https://doi.org/10.21776/ub.jepa.2020.004.01.15>
- Sugiarti, L, Mubarok, S & Kusumiyati, K 2021, 'Pengaruh kombinasi konsentrasi 1-methylcyclopropene dan asam askorbat terhadap kualitas ketahanan simpan pascapanen buah tomat beef 'Valoasis RZ'', *Agrikultura*, vol. 32, no. 1, p. 1. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v32i1.30475>
- Sukur, W, Sancoko, S & Diwandari, S 2023, 'Digitalisasi pemasaran hasil pertanian dan perkebunan sebagai upaya peningkatan kesejahteraan petani', *Semantik Teknik Informasi*, vol. 9, no. 2, p. 191. <https://doi.org/10.55679/semantik.v9i2.45915>
- Suryana, A, Agustian, A & Yofa, R 2018, 'Alternatif kebijakan penyaluran subsidi pupuk bagi petani pangan', *Analisis*

- Kebijakan Pertanian*, vol. 14, no. 1, p. 35. <https://doi.org/10.21082/akp.v14n1.2016.35-54>
- Syafira, R & Rahmi, D 2022, 'Peran kelompok tani dalam meningkatkan kesejahteraan petani di Desa Warnasari Kecamatan Pangalengan Kabupaten Bandung', *Bandung Conference Series Economics Studies*, vol. 2, no. 2. <https://doi.org/10.29313/bcses.v2i2.3286>
- Syahyuti, N 2016, 'Beberapa karakteristik dan perilaku pedagang pemasaran komoditas hasil-hasil pertanian di Indonesia', *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, vol. 16, no. 1, p. 42. <https://doi.org/10.21082/fae.v16n1.1998.42-53>
- Tsani, M, Riniarti, M, Indriyanto, I & Asmarahman, C 2023, 'Pelatihan pembuatan mikroorganisme lokal dan pemanfaatannya sebagai pupuk organik cair di kelompok tani hutan Sumber Agung', *Jurnal Pengabdian dan Pengembangan Masyarakat*, vol. 5, no. 1, p. 83. <https://doi.org/10.22146/jp2m.73349>
- Virianita, R, Soedewo, T, Amanah, S & Fatchiya, A 2019, 'Farmers' perception to government support in implementing sustainable agriculture system', *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, vol. 24, no. 2, pp. 168–177. <https://doi.org/10.18343/jipi.24.2.168>
- Wibisono, K, Syah, T, Negoro, D & Iskandar, M 2023, 'Analisis manajemen resiko pemasaran, operasional, human capital, dan finance pada PT. Agrindo Sumber Harum', *Jurnal Ilmiah Manajemen Ekonomi & Akuntansi (MEA)*, vol. 7, no. 3, pp. 1895–1913. <https://doi.org/10.31955/mea.v7i3.3519>
- Widowati, W, Sa'diyah, A, Darmawan, H & Wilujeng, R 2023, 'Penerapan model budidaya tanaman untuk pencegahan kerusakan lahan', *JAPI (Jurnal Akses Pengabdian Indonesia)*, vol. 8, no. 2, pp. 129–138. <https://doi.org/10.33366/japi.v8i2.4800>
- Wiralestari, W, Firza, E & Mansur, F 2018, 'Pelatihan perhitungan harga pokok produksi dengan menggunakan full costing sebagai dasar penentuan harga jual pempek pada UMKM Pempek Masayu 212', *Jurnal Karya Abdi Masyarakat*, vol. 2, no. 1, pp. 46–52. <https://doi.org/10.22437/jkam.v2i1.5430>
- Yustitia, E & Adriansah, A 2022, 'Pendampingan penentuan harga pokok produksi (HPP) dan harga jual pada UMKM di Desa

- Sawahkulon', *Jumat Ekonomi Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 3, no. 1, pp. 1-9. https://doi.org/10.32764/abdimas_ekon.v3i1.2506
- Zulkarnain, L 2023, 'Manajemen sumber daya manusia dalam pendidikan islam', *Intelektium*, vol. 3, no. 2, pp. 409-421. <https://doi.org/10.37010/int.v3i2.1114>

BAB 12

PENGELOLAAN SUMBER DAYA ALAM HAYATI

Oleh Limartaida Siahaan

12.1 Pendahuluan

Sumber daya alam hayati adalah segala jenis yang berasal dari makhluk hidup. Sumber daya hayati lebih baik daripada sumber daya yang tidak hidup karena dua karakteristiknya, menurut Departemen Lingkungan Hidup. Perbedaan yang dimaksud adalah bahwa sumber daya hayati tidak hanya dapat rusak (punah) ketika tidak dikonservasi, tetapi mereka juga dapat diperbaharui ketika dikonservasi. Sumber daya hayati nabati berasal dari tumbuhan dan hewani berasal dari hewan, selain itu terdapat juga sumber daya hayati yang berasal dari mikroorganisme. Dimungkinkan untuk membudidayakan dan mengembangkan sumber daya alam ini.

Suatu ekosistem terdiri dari sumber daya hayati dan sumber daya non-hayati atau yang tidak hidup yang tinggal di lokasi yang sama. Ekosistem adalah area geografis di mana unsur biotik dan abiotik. Unsur biotik yang dimaksud adalah sumber daya hayati itu sendiri, yang meliputi hewan, tumbuhan, dan organisme lainnya. Sedangkan, unsur abiotik adalah unsur lain yang tidak hidup, seperti air, tanah, bebatuan, iklim dan lain sebagainya. Unsur biotik dan abiotik ini hidup bersama membentuk ruang kehidupan.

Sumber daya hayati biasanya digunakan sebagai makanan, pakaian, bahan kayu olahan, dan obat-obatan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia. Sumber daya hayati juga dapat digunakan untuk kerajinan dan saran sosialisasi. Segala aspek sumber daya hayati juga bekerja untuk memaksimalkan proses budidaya tanaman. Kerbau telah digunakan sebagai pembajak sawah sejak zaman dahulu. Pohon rindang sering sekali tidak ditebang dan dibiarkan berkembang dan dijadikan sebagai naungan atau pengaturan intensitas cahaya, khususnya bagi tanaman-tanaman

budidaya yang tidak membutuhkan intensitas penyinaran matahari yang tinggi. Mikroorganisme digunakan sebagai pengikat nitrogen. *Rhizobium* adalah salah satunya, misalnya, pada tanaman legume. Ini jelas merupakan rantai yang saling membutuhkan dan berhubungan. Namun, dalam kenyataannya, penggunaan sumber daya hayati dalam kegiatan budidaya tanaman maupun dalam kegiatan lainlain harus dilakukan dengan hati-hati karena kepunahan satu atau dua organisme dapat menyebabkan ketidakseimbangan yang berdampak pada organisme lain dan seluruh ekosistem.



Gambar 12.1. Contoh penggunaan sumberdaya hayati untuk budidaya tanaman. (kiri) pembajakan sawah dengan kerbau, (tengah) pohon penaung pada budidaya kopi, (kanan) pupuk hayati *Rhizobium*

Sumber kiri: jatengprov.go.id – “*Prajurit Satgas TMMD Bajak Sawah dengan Kerbau*”, diakses 3 Juli 2025.

Sumber tengah: cybex.id – “*Pentingnya Pohon Penaung pada Budidaya Tanaman Kopi (Coffea sp.)*”, diakses 3 Juli 2025.

Sumber kanan: indiamart.com – “*Rhizobium Bio Fertilizer*”, diakses 3 Juli 2025.

12.2 Jenis-Jenis Sumber Daya Alam Hayati dalam Budidaya Tanaman

12.2.1 Flora

Flora adalah makhluk hidup yang termasuk kedalam Kindom Plantae. Flora disebut juga sebagai tanaman atau tumbuhan. Seringkali, istilah “tanaman” dan “tumbuhan” menjadi subjek perdebatan. Istilah tumbuhan digunakan saat spesies yang dimaksud dapat berkembang biak tanpa dan dengan bantuan manusia. Sedangkan istilah “tanaman” sering merujuk pada spesies tumbuhan yang sengaja dibudidayakan oleh manusia pada suatu tempat dengan

kondisi agroklimat dan lingkungan tertentu untuk menerima manfaat saat waktu pemanenan tiba.

Sama halnya dengan manusia, tanaman juga dapat tumbuh dan berkembang dengan baik jika kebutuhan makanan dan lingkungannya terpenuhi. Ada beberapa syarat pertumbuhan tanaman, diantaranya iklim yang sesuai, seperti curah hujan, suhu, kelembaban, intensitas matahari, dan sebagainya; ketersediaan unsur hara makro (N, P, K, Ca, Mg, S); ketersediaan unsur hara mikro (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, dan Cl); dan kesesuaian sifat kimia dan fisika tanah. Hal ini menyebabkan pentingnya memilih komoditas tanaman yang tepat dan sesuai dengan kondisi lokasi budidaya yang tersedia. Karena tanaman lokal telah memiliki ketahanan yang pasti terhadap lingkungannya, tanaman lokal adalah pilihan yang tepat untuk praktik budidaya tanaman di wilayah tertentu. Namun, hal ini tidak menghalangi kita untuk membawa tanaman asing untuk dibudidayakan di tempat baru, karena tanaman pada dasarnya memiliki kemampuan untuk beradaptasi dengan kondisi lingkungannya, meskipun proses ini membutuhkan waktu yang lama. Kondisi lingkungan yang tidak ideal akan menyebabkan tanaman mengalami stres abiotik sebelum benar-benar dapat beradaptasi dan beraklimatisasi. Kondisi stress lingkungan ini akan mengakibatkan gangguan pada tanaman secara fisiologis yang juga pada akhirnya mengganggu morfologis dan produktivitas tanaman.

Sementara itu, tanaman juga dapat menjadi varietas unggul melalui proses pemuliaan tanaman. Varietas unggul adalah varietas tanaman yang telah melalui proses pemuliaan yang menggunakan teknologi untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas tanaman. Salah satu contoh varietas unggul adalah varietas padi Inpari IR Nutrizinc, Inpago 13 Fortiz, yang telah ditingkatkan kualitasnya untuk memiliki kandungan nutrisi yang tinggi seperti Zn (Balai Besar Pengujian Strandar Instrumen Padi, 2023). Secara historis, pencapaian swasembada beras pada tahun 1984 menunjukkan bahwa varietas padi unggul juga telah memberikan manfaat yang signifikan bagi rakyat Indonesia (Waluyo et al., 2022). Dengan kata lain, sumber daya hayati berupa tumbuhan yang diproses menjadi varietas unggul memiliki kemampuan untuk berdaya hasil tinggi, tahan terhadap hama dan penyakit, umur genjah sehingga dapat dikembangkan

untuk meningkatkan indek pertanaman, dan rasa nasi (pulen) yang enak dengan kadar protein yang tinggi.

Terdapat juga kelompok tanaman yang sangat berguna dalam proses budidaya tanaman, yaitu tanaman penutup tanah. Tanaman penutup tanah atau cover crop adalah jenis tanaman yang sangat membantu dalam proses budidaya tanaman. Tanaman ini biasanya tidak dapat dimanfaatkan untuk produksinya namun dimanfaatkan untuk melindungi tanah di lahan pertanian. Tanaman penutup tanah memiliki kemampuan untuk memperbaiki sifat fisika dan kimia tanah selain melindungi tanaman dari erosi. Selain itu, Bagus (2018) menunjukkan bahwa beberapa cover crop dapat digunakan sebagai bahan organik tanah karena tanaman ini dapat memberikan dampak positif pada lahan pertanian terutama pada keberadaan unsur hara penting seperti karbon organik (C), nitrogen (N), pospor (P), kalium (K), magnesium (Mg), karbon (Ca), dan perbaikan kapasitas tukar kation (KTK) dalam tanah. Legume cover crop (LCC) adalah jenis penutup tanah yang sering ditemukan di lahan pertanian karena memiliki kemampuan untuk mengikat nitrogen dari udara sehingga dapat tersedia bagi tanaman. Beberapa contoh LCC diantaranya adalah *Calopogonium*, *Mucuna*, *Centrosema*, *Stylosanthes*, dan *Desmodium*.



Gambar 12.2. Penggunaan *legume cover crop* pada lokasi budidaya kelapa sawit. Sumber: Digitani.ipb.ac.id – “*Mucuna bracteata*, Solusi Pengendalian Gulma pada Kelapa Sawit”.

Diakses 3 Juli 2025.

Selain sebagai sumber pangan atau bahan baku industri, berbagai jenis tumbuhan juga memiliki manfaat penting dari segi kandungan kimia dan hasil ekstraksinya. Salah satu pemanfaatan yang semakin dikenal di kalangan praktisi pertanian adalah pestisida nabati. Pestisida nabati merupakan pestisida alami yang dibuat dari ekstrak bagian tanaman tertentu, seperti daun, batang, biji, atau akar, yang memiliki sifat toksik terhadap hama. Karena berasal dari bahan alami, pestisida nabati bersifat organik, ramah lingkungan, dan tidak meninggalkan residu kimia yang berbahaya bagi tanah maupun ekosistem.

Secara global, lebih dari 1.500 spesies tumbuhan telah dilaporkan berpotensi sebagai bahan baku pestisida nabati. Di Indonesia sendiri, menurut Direktorat Jenderal Pertanian, terdapat sekitar 2.400 jenis tanaman yang termasuk ke dalam 235 famili tumbuhan yang berpotensi sebagai penghasil pestisida nabati. Tanaman-tanaman ini umumnya memiliki ciri khas seperti aroma menyengat, rasa pahit, tidak disukai serangga, dan sering kali juga digunakan sebagai tanaman obat.

Beberapa contoh tanaman dengan potensi pestisida nabati antara lain:

1. Tembakau (*Nicotiana tabacum*), mengandung nikotin yang bekerja sebagai racun saraf bagi serangga;
2. Piretrum (*Tanacetum cinerariifolium*), kaya akan senyawa piretrin, sinerin, dan jasmolin yang bersifat neurotoksik bagi hama;
3. Tuba (*Derris elliptica*), menghasilkan rotenon, deguelin, dan tefrosin yang mengganggu respirasi sel serangga;
4. Mimba (*Azadirachta indica*), mengandung azadirachtin, meliantriol, dan salanin yang bekerja sebagai antifeedant (penekan nafsu makan) bagi serangga;
5. Babandotan (*Ageratum conyzoides* L.), memiliki kandungan alkaloid, saponin, dan flavonoid dengan efek insektisida.

Selain itu, tanaman seperti bengkuang, sambiloto, serai wangi, daun sirih, dan sirsak juga telah diteliti memiliki potensi sebagai pestisida nabati. Tulisan ini akan membahas lebih lanjut beberapa

jenis tanaman tersebut dan potensi aplikatifnya dalam mendukung pertanian berkelanjutan.

Jika kita berbicara tentang tumbuhan atau flora yang dapat digunakan sebagai komoditas budidaya dan pendukung proses budidaya. Ada sumber hayati flora yang merugikan jika tumbuh di lahan budidaya. Tanaman yang tumbuh tidak diinginkan di lahan pertanian umumnya disebut sebagai gulma. Gulma merupakan jenis tumbuhan liar yang keberadaannya dapat mengganggu pertumbuhan tanaman utama, karena bersaing dalam menyerap air, unsur hara, cahaya matahari, dan ruang tumbuh. Persaingan ini dapat menurunkan produktivitas tanaman budidaya. Selain itu, beberapa jenis gulma melepaskan senyawa alelopati—zat kimia yang bersifat racun bagi tanaman lain di sekitarnya. Tidak hanya itu, gulma juga dapat menjadi tempat tinggal bagi organisme patogen dan hama yang dapat menyerang tanaman pertanian. Keberadaan gulma yang tidak terkontrol berisiko menyebabkan penurunan hasil panen. Berdasarkan bentuk dan cirinya, gulma diklasifikasikan menjadi tiga kelompok utama, yaitu gulma rumput (*grasses*), gulma golongan teki-tekian (*sedges*), dan gulma berdaun lebar (*broad leaves*) (Caton et al., 2011).



Gambar 12.3. Contoh kegiatan pengendalian gulma (secara mekanis)

Sumber: LindungiHutan.com – “Mengenal Gulma: Jenis, Dampak, dan 4 Cara Mengatasinya” (Ana Salsabila, 17 Feb 2023), diakses 3 Juli 2025.

Keragaman gulma di setiap lokasi pengamatan dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan dan teknis. Beberapa di antaranya meliputi intensitas cahaya, ketersediaan unsur hara, metode pengolahan tanah, sistem budidaya, jarak tanam, serta umur tanaman jeruk. Faktor-faktor seperti kepadatan tanaman, tingkat kesuburan tanah, teknik budidaya, dan cara pengolahan lahan turut menentukan jenis spesies gulma yang tumbuh. Karena variabel-variabel ini berbeda antar wilayah, maka penyebaran gulma juga bervariasi di setiap daerah. Langkah awal dalam pengelolaan gulma yang efektif adalah dengan mengenali dan mengidentifikasi gulma yang ada, terutama yang mendominasi. Secara umum, pengendalian gulma dapat dilakukan melalui empat pendekatan utama, yaitu metode mekanis, budidaya (kultur teknis), biologis, dan penggunaan bahan kimia.

12.2.2 Fauna

Hewan, juga dikenal sebagai fauna, adalah kelompok makhluk hidup yang termasuk dalam Kingdom Animalia. Hewan sangat penting untuk menghasilkan ekosistem pertanian yang produktif dan seimbang. Cacing tanah dan serangga penyerbuk adalah beberapa contoh hewan yang digunakan untuk teknis pembajakan sawah selain hewan yang bermanfaat untuk budidaya tanaman.

Cacing tanah merupakan kelompok hewan invertebrate atau tidak bertulang belakang. Hewan ini melata dan tentunya bertubuh lunak. Cacing tanah termasuk kedalam filum Annelida yaitu kelompok hewan dengan ciri ciri memiliki tubuh yang beruas ruas. Cacing tanah berukuran kecil sehingga sering juga disebut sebagai mikrofauna. Jika dilihat dari bentuknya, hewan ini dianggap menggelikan bagi manusia. Namun, pada kenyataannya cacing tanah berperan penting terhadap kesuburan tanah. Aktivitasnya dalam tanah membantu meningkatkan porositas dan proses humifikasi yang terjadi di dalam tanah. Bekas lubang yang ditinggalkan akibat aktivitasnya di dalam tanah memberikan keuntungan bagi tanah untuk menyerap aliran permukaan. Hal ini membuat tanah makin subur karena air yang masuk membantu pelarutan unsur hara.

Berikut ini adalah beberapa manfaat cacing tanah bagi lingkungan, ekosistem, dan budidaya tanaman: Pertama, cacing

tanah dapat berfungsi sebagai bioindikator kualitas tanah. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Ge et al. (2022), keberadaan cacing tanah dapat digunakan untuk mengukur kualitas tanah dengan melihat pH tanah, kandungan C-organik, kandungan nitrogen total, rasio C/N, dan kadar air tanah. Kedua, aktivitas cacing tanah seperti burrowing (membuat galian) membantu transportasi bahan organik menuju sawah, dan aktivitas lain seperti casting (kotoran) membantu dalam siklus hara dan aliran energi. Menurut Zhang et al. (2013), bahwa cacing tanah berperan dalam membantu sekuestrasi karbon (C-organik) dan mineralisasi nitrogen yang merupakan unsur hara makro bagi tanaman. Keempat, tekstur dan drainasi tanah juga dapat diperbaiki oleh cacing tanah. Ini disebabkan oleh fakta bahwa cacing tanah menciptakan pori makro dalam tanah, yang memungkinkan proses infiltrasi berjalan lancar dan memungkinkan penetrasi akar tidak terhambat. Adanya ruang infiltrasi memungkinkan air dalam tanah mengalir dengan baik juga.



Gambar 12.4. Kumbang *Elaeidobius kamerunicus* sebagai pollinator kelapa sawit

Sumber: PKT-Group.com – “*Elaeidobius kamerunicus*: Serangga Pendukung Penyerbukan Kelapa Sawit”. Diakses 3 Juli 2025.

Serangga merupakan salah satu hewan yang berperan penting dalam mendukung proses budidaya tanaman. Beragam spesies serangga yang bertugas menyerbuki tanaman—dikenal sebagai penyerbuk atau pollinator—meliputi lebah, lalat, kumbang,

kupu-kupu, hingga ngengat. Dalam budidaya kelapa sawit, peran serangga penyerbuk menjadi sangat krusial karena sifat tanaman ini yang melakukan penyerbukan silang, di mana bunga jantan dan betina tidak mekar bersamaan. Salah satu penyerbuk utama kelapa sawit adalah kumbang *Elaeidobius kamerunicus* (*E. kamerunicus*). Introduksi kumbang ini ke Indonesia pada tahun 1982 terbukti mampu meningkatkan produktivitas kelapa sawit secara signifikan, yakni dari 40% menjadi 60% (Buletin Entomologi, 2015). Selain itu, penggunaan kumbang *E. kamerunicus* turut berkontribusi terhadap peningkatan kualitas buah (*fruit set*) dari 36,9% menjadi 78,3% serta peningkatan kuantitas hasil berupa produksi minyak sawit sebesar 20%.

12.2.3 Mikroba Tanah

Mikroba tanah merupakan komponen hayati lainnya yang memainkan peran penting dalam proses budidaya tanaman. Mikroba tanah ini biasanya berinteraksi satu sama lain dalam simbiosis maupun nonsimbiosis. Bakteri pelarut fosfat (*Pseudomonas fluorescens*, *Paenibacillus macerans*, dan *Bacillus subtilis*), bakteri pengikat nitrogen (*Rhizobium*, *Frankia*, *Azoarcus*, *Achromobacter*, *Burkholderia*, *Gluconoacetobacter*, *Herbaspirillum*, *Klebsiella*, dan *Serratia*), dan mikoriza atau jamur tanah adalah tiga kelompok mikroba yang paling sering dimanfaatkan.

Fosfor (P) merupakan salah satu unsur hara makro esensial bagi pertumbuhan tanaman, meskipun ketersediaannya di dalam tanah umumnya lebih rendah dibandingkan nitrogen (N), kalium (K), dan kalsium (Ca). Untuk meningkatkan ketersediaan fosfor, salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah pemanfaatan mikroorganisme pelarut fosfat (MPP) sebagai pupuk hayati. Mikroba ini bekerja dengan cara mengubah bentuk fosfat yang tidak larut menjadi bentuk yang lebih mudah diserap oleh tanaman. Penggunaan MPP memiliki berbagai keunggulan, seperti ramah lingkungan, mencegah imobilisasi fosfat oleh unsur lain di tanah, serta mengurangi potensi toksisitas terhadap tanaman (Havlin et al., 1999). Beberapa jenis bakteri seperti *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* telah dikenal luas sebagai biofertilizer yang efektif dalam meningkatkan ketersediaan fosfor. Selain itu,

bakteri dari genus *Mycobacterium*, *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Flavobacterium*, *Enterobacter*, dan *Citrobacter* juga sering dilaporkan memiliki kemampuan pelarutan fosfat (Illmer et al., 1995). Namun demikian, efektivitas masing-masing mikroba sangat bergantung pada kondisi lingkungan tempat mereka hidup.

Rhizobium, bakteri simbiotik yang hidup di akar tanaman leguminosa seperti kacang-kacangan, kedelai, dan alfalfa, memainkan peran penting dalam meningkatkan kesuburan tanah melalui kemampuan untuk menambat nitrogen. Meskipun tanaman membutuhkan nitrogen (N) untuk pertumbuhan, sebagian besar nitrogen di atmosfer adalah gas yang tidak dapat dimanfaatkan tanaman secara langsung. Dalam proses yang disebut fiksasi nitrogen, *rhizobium* dapat mengubah nitrogen atmosfer menjadi bentuk yang dapat diserap tanaman, seperti amonium (NH_4^+). Komunikasi kimia antara bakteri dan akar tanaman memulai proses simbiosis *Rhizobium*-leguminosa. Untuk menarik *Rhizobium*, tanaman mengeluarkan senyawa flavonoid, yang kemudian menghasilkan nod factor, yang merangsang pembentukan nodul pada akar tanaman. *Rhizobium* mengubah nitrogen atmosfer menjadi nitrogen yang bermanfaat di dalam nodul, sementara tanaman menyediakan karbon organik sebagai sumber energi bagi bakteri. Pertanian organik dan sistem pertanian berkelanjutan bergantung pada hubungan yang saling menguntungkan ini.

Mikoriza merupakan bentuk simbiosis mutualisme antara jamur dengan akar tanaman, di mana jamur mengkolonisasi jaringan korteks akar selama fase pertumbuhan aktif tanaman. Terdapat beberapa jenis mikoriza, yakni endomikoriza, ektomikoriza, dan ektendomikoriza. Namun, yang paling umum dijumpai dalam ekosistem pertanian adalah endomikoriza dan ektomikoriza. Salah satu tipe endomikoriza yang paling dikenal luas adalah Vesicular Arbuscular Mycorrhiza (VAM). Jamur VAM hidup bersimbiosis dengan akar tanaman dengan membentuk struktur khusus berupa vesikel dan arbuskula di dalam jaringan korteks akar. Vesikel yang berbentuk bulat berperan sebagai organ penyimpanan, sementara arbuskula merupakan percabangan hifa yang terletak di dalam sel tanaman dan berfungsi memperluas area serapan hara. Mikoriza jenis ini berasal dari beberapa genus dalam sembilan famili jamur,

termasuk *Acaulospora*, *Gigaspora*, *Glomus*, *Sclerocystis*, *Glaziella*, *Complexipes*, *Modocila*, *Entrospora*, dan *Endogone*. Beberapa di antaranya diketahui memiliki kemampuan membentuk asosiasi VAM yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman.

Pada umumnya, akar tanaman yang mengalami infeksi ektomikoriza menunjukkan morfologi khas berupa ujung akar yang membulat dan lebih pendek, serta tertutup oleh mantel jaringan jamur. Akar-akar tersebut biasanya tidak memiliki rambut akar, atau hanya memiliki sedikit. Dalam kondisi ini, peran rambut akar dalam penyerapan unsur hara digantikan oleh hifa jamur. Hifa jamur akan tumbuh di antara sel-sel korteks akar dan membentuk struktur yang disebut jaring Hartig (*Hartig net*), yang menjadi jalur utama pertukaran hara antara jamur dan tanaman inang. Infeksi mikoriza sering menyebabkan akar menjadi lebih besar dan bercabang banyak. Meskipun dari luar sel akar terlihat normal, infeksi ini menyebabkan sel-sel korteks akar mengalami pembesaran, tanpa merusak strukturnya. Untuk mengidentifikasi keberadaan mikoriza dalam akar, biasanya dilakukan analisis melalui teknik pewarnaan menggunakan zat kimia tertentu.

12.3 Prinsip Pengelolaan Berkelanjutan

Dalam budidaya tanaman, pengelolaan sumber daya alam hayati harus didasarkan pada prinsip keberlanjutan agar tidak hanya memenuhi kebutuhan saat ini, tetapi juga menjamin ketersediaannya untuk generasi mendatang. Tiga prinsip utama pengelolaan berkelanjutan adalah konservasi keanekaragaman hayati, pemanfaatan sumber daya secara efisien, dan daur ulang biomassa dan bahan organik. Tujuan konservasi keanekaragaman hayati adalah untuk menjaga flora dan fauna lokal, yang memiliki nilai agronomis dan ekologis yang signifikan. Dengan menjaga keanekaragaman alam dalam pertanian, kita bisa membuat ekosistem lebih seimbang dan memperoleh manfaat alami, seperti lebah untuk penyerbukan, serangga untuk pengendalian hama, dan gen tanaman lokal untuk dikembangkan jadi varietas unggul.

Untuk mengurangi limbah dan kerusakan lingkungan, perlu dilakukan pemanfaatan sumber daya secara efisien mencakup penggunaan air, lahan, pupuk, dan energi secara optimal. Ini dapat

dicapai melalui teknologi irigasi hemat air, penyesuaian dosis pupuk sesuai dengan kebutuhan tanaman, dan pemilihan varietas unggul yang sesuai dengan lingkungan setempat. **Irigasi tetes merupakan sistem irigasi yang efisien dalam penggunaan air dan pupuk**, dengan cara menyalurkan air secara perlahan langsung ke zona perakaran tanaman. Penyaluran ini dapat dilakukan melalui permukaan tanah atau langsung ke akar tanaman, menggunakan jaringan pipa, katup, dan emitor (alat pemancar). Sistem ini dirancang untuk mengalirkan air dalam debit yang rendah namun dengan frekuensi tinggi, bahkan hampir kontinu, sehingga kelembapan tanah di sekitar akar tetap terjaga secara optimal.



Gambar 12.5. Irigasi tetes

Sumber: Pertanian SultengProv.go.id – “*Irigasi Tetes (Drip Irrigation): Solusi Hemat Air di Musim Kemarau*”. Diakses 3 Juli 2025.

Untuk memulihkan kesuburan tanah dan mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia, pemanfaatan kembali bahan organik dan biomassa menjadi sangat penting. Limbah pertanian seperti sekam padi, jerami, dan sisa panen dapat diolah menjadi kompos atau pupuk organik. Penggunaan bahan-bahan ini dapat meningkatkan kandungan hara tanah, memperbaiki struktur tanah, meningkatkan daya serap air, serta mendukung aktivitas mikroorganisme yang menguntungkan bagi tanah. Salah satu contoh bahan organik yang bermanfaat adalah tandan kosong kelapa sawit

(TKKS), yang kaya akan unsur hara seperti kalium (K) dan nitrogen (N). Kompos dari TKKS dapat memperbaiki sifat fisik tanah, termasuk meningkatkan porositas, memperbaiki drainase, membuat tanah lebih gembur, dan meningkatkan kemampuan tanah dalam menyimpan air (Putri et al., 2023). Selain itu menjadi kompos, proses daur ulang biomassa juga dapat digunakan sebagai mulsa organik.



Gambar 12.6. Pengelolaan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) menjadi kompos

Sumber: *inconmbi.com* – “Pembuatan Kompos Premium dengan Bahan Baku Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)”. Diakses 3 Juli 2025.

Mulsa organik adalah bahan penutup tanah yang berasal dari bahan-bahan alami seperti jerami, daun kering, sekam padi, serbuk gergaji, atau kompos. Penggunaan mulsa organik bermanfaat untuk menjaga kelembaban tanah dengan mengurangi penguapan air, menekan pertumbuhan gulma yang dapat bersaing dengan tanaman utama, membantu melindungi permukaan tanah dari erosi akibat hujan dan menjaga suhu tanah tetap stabil. Dengan menggabungkan prinsip daur ulang bahan organik, pemanfaatan kompos TKKS, dan penggunaan mulsa organik, sistem budidaya tanaman dapat tetap produktif tanpa merusak lingkungan dan tetap menjaga keberlanjutan jangka panjang.

12.4 Tantangan dalam Pengelolaan SDA Hayati

Dalam upaya mempercepat proses budidaya, sering kali pengelolaan sumber daya alam hayati dilakukan dengan cara yang bertentangan dengan prinsip keberlanjutan. Dua tantangan utama yang sering dihadapi dalam praktik ini adalah alih fungsi lahan dan degradasi ekosistem. Sebagai contoh, ekspansi lahan perkebunan kelapa sawit kerap dilakukan dengan mengalihfungsikan hutan. Akibatnya, hewan liar yang kehilangan habitat alami akan bermigrasi ke wilayah permukiman manusia, menimbulkan konflik baru antara manusia dan satwa. Tak hanya hutan, lahan rawa pun kini mulai banyak dikonversi menjadi lahan pertanian. Proses konversi ini merusak keseimbangan ekologis, termasuk menurunkan populasi mikroorganisme tanah, serangga penyerbuk, serta spesies endemik lain yang sebelumnya berperan penting dalam menunjang produktivitas lahan secara alami.

Serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) yang hampir selalu terjadi setiap musim tanam sering kali mendorong petani untuk mengandalkan pestisida sebagai solusi utama. Di seluruh dunia, hama menjadi penyebab kerugian besar dalam produksi tanaman, dan banyak petani memilih teknologi kimia untuk mengendalikannya demi menjamin hasil dan keuntungan usaha tani. Oleh karena hal ini, tantangan lain dalam pengelolaan sumber daya alam hayati adalah penggunaan pestisida dan bahan kimia secara berlebihan. Meski dalam jangka pendek efektif mengendalikan hama dan penyakit, penggunaan yang terus-menerus justru berdampak negatif terhadap kesehatan tanah, menurunkan populasi mikroorganisme yang bermanfaat, dan menyebabkan pencemaran lingkungan. Ketergantungan tinggi pada input kimia juga meningkatkan risiko resistensi hama, mencemari air tanah, serta menurunkan kualitas dan keamanan hasil pertanian. Pestisida merupakan bahan kimia aktif yang dapat mencemari udara, air, dan tanah, serta memberikan dampak buruk bagi organisme hidup maupun keseimbangan ekosistem. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) melaporkan bahwa sektor pertanian mengalami antara 1 hingga 5 juta kasus keracunan pestisida setiap tahunnya, dengan angka kematian yang diperkirakan mencapai 220.000 jiwa. Ironisnya, meskipun negara-negara berkembang hanya menggunakan sekitar 25% dari total konsumsi pestisida global, mereka justru menyumbang sekitar 80% dari kasus keracunan dan mencatat 99% dari total kematian akibat paparan pestisida (Ibrahim & Sillehu, 2022; Pamungkas, 2016).

Tantangan lain yang tak kalah penting dalam pengelolaan sumber daya alam hayati adalah minimnya pengetahuan petani terhadap potensi hayati lokal. Banyak petani belum sepenuhnya memahami atau memanfaatkan sumber daya seperti tanaman penutup tanah, mikroorganisme tanah, atau musuh alami hama yang sebenarnya sangat bermanfaat. Akibatnya, potensi lokal yang bisa menjadi solusi alami, murah, dan ramah lingkungan justru terabaikan dalam praktik budidaya. Padahal, pendekatan berbasis sumber daya lokal ini dapat meningkatkan efisiensi usaha tani sekaligus menjaga keseimbangan ekosistem pertanian.

Untuk mengatasi keterbatasan ini, perlu dilakukan upaya peningkatan kapasitas petani melalui pendidikan, pelatihan, dan pendampingan secara berkelanjutan. Rustandi et al. (2020) mengemukakan bahwa strategi peningkatan kapasitas petani dapat dilakukan dengan mengoptimalkan peran kelompok tani, memperluas akses terhadap informasi teknologi dan pasar, serta mendorong pengembangan pengetahuan dan keterampilan petani melalui program pelatihan dan pembelajaran berkelanjutan. Dengan peningkatan kapasitas tersebut, petani diharapkan mampu mengelola sumber daya hayati secara lebih bijak dan produktif.

12.5 Penutup

Memanfaatkan sumber daya hayati untuk aspek teknis budidaya tanaman sangat penting untuk dilakukan karena hal ini cenderung akan membawa teknik budidaya semakin mendekati pertanian organik bahkan sepenuhnya pertanian organik. Namun pemanfaatan ini harus dilakukan dengan memperhitungkan keseimbangan ekosistem, sehingga nantinya sumber daya hayati tetap akan terus bias dimanfaatkan oleh genera selanjutnya. Pengintegrasian antara pengetahuan petani, teknologi modern dan pendekatan ekologis perlu dicanangkan sebagai strategi inovatif pertanian seimbang ditengah maraknya kegiatan alohfungsi lahan, degradasi lingkungan serta penggunaan input kimia baik pupuk dan pestida yang berlebihan.

Kolaborasi antara petani, peneliti, penyuluh dan pembuata kebijakan merupakan aspek yang penting untuk memastikan transfer pengetahuan dan teknologi pertanian modern berjalan

secara efektif. Pertanian perlu diberikan pendidikan dan pelatihan untuk meningkatkan kemampuannya dalam mengelola dan memanfaatkan sumber daya hayati secara tepat dan bijaksana. Disamping itu, dukungan kebijakan dalam rangka mewujudkan pertanian berkelanjutan, insentif untuk pertanian ramah lingkungan serta perlindungan terhadap keanekaragaman hayati lokal harus terus diperkuat. Dengan pendekatan yang holistik dan partisipatif, pengelolaan sumber daya alam hayati dapat menjadi fondasi kuat bagi pembangunan pertanian masa depan yang resilien dan lestari.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Besar Pengujian Standar Instrumen Padi. (2023). *Deskripsi varietas unggul baru padi*. Badan Standardisasi Instrumen Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Bagus Setiawan. (2018). *Kajian berbagai tanaman penutup tanah terhadap sifat kimia tanah pada Inceptisol dan Spodosol di perkebunan kelapa sawit PT. Bumitama Gunajaya*. [Thesis tidak dipublikasikan].
- Buletin Entomologi. (2015). *Elaeidobius kamerunicus: Penyerbukan dan fruitset*. Kampus IPB Dramaga. (pp. 5–7). Bogor, Indonesia.
- Caton, B. P., Mortimer, M., Hill, J. E., & Johnson, D. E. (2011). *Panduan lapang praktis gulma padi di Asia* (Edisi kedua; D. Wurjandari, E. Sutisna, & Z. Zaini, Penerjemah). Priscilla Grace Canas–IRRI. Los Baños, Filipina.
- Ge, S., Liu, Z., & Zhang, W. (2022). Effects of earthworms on soil components and dynamics: A review. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 18(1), 121–133.
- Havlin, J. L., Beaton, J. D., Tisdale, S. L., & Nelson, W. L. (1999). *Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management* (6th ed.). Prentice Hall.
- Ibrahim, I., & Sillehu, S. (2022). Identifikasi aktivitas penggunaan pestisida kimia yang berisiko pada kesehatan petani hortikultura. *Jumantik*, 7(1), 7–12.
- Illmer, P., Barbato, A., & Schinner, F. (1995). Solubilizing of hardly soluble AlPO_4 with P-solubilizing microorganism. *Soil Biology and Biochemistry*, 27(3), 265–270. [https://doi.org/10.1016/0038-0717\(94\)00185-8](https://doi.org/10.1016/0038-0717(94)00185-8)
- Pamungkas, O. S. (2016). Bahaya paparan pestisida terhadap kesehatan manusia. *Bioedukasi*, 14(1), 27–31.
- Putri, M. A., Afriwana, D., Pulungan, H., & Hasibuan, A. (2023). Analisis pemanfaatan limbah tandan kosong kelapa sawit sebagai pupuk bagi masyarakat Simandiangan Kab. Labuhanbatu Selatan. *Zahra: Journal of Health and Medical Research*, 3(3), 408–412.

- Rustandi, A., Harniati, & Kusnadi, D. (2020). Strategi peningkatan kapasitas petani dalam komunitas usahatani jagung (*Zea mays* L) di Kecamatan Cilawu Kabupaten Garut. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(3), 589–697.
- Waluyo, Suparwoto, A., & S, N. W. (2022). Development of production of sources of new upper variety of seeds of rice results in South Sumatera Province. *Jurnal KaliAgri*, 3(2), 51–58.
- Zhang, W., Hendrix, P. F., Dame, L. E., Burke, R. A., Wu, J., Neher, D. A., Li, J., Shao, Y., & Fu, S. (2013). Earthworms facilitate carbon sequestration through unequal amplification of carbon stabilization compared with mineralization. *Nature Communications*, 4, Article 2576. <https://doi.org/10.1038/ncomms3576>

BIODATA PENULIS



Dr. Dra. Hj. Yanieta Arbiastutie, Apt., MM., M.Sc

Dosen Program Studi Kehutanan

Fakultas Kehutanan

Universitas Tanjungpura

Penulis dilahirkan di Pontianak Kalimantan Barat pada tahun 1969. Pada Tahun 1987 memasuki Universitas Pancasila Jakarta program studi Farmasi dan mendapatkan gelar Sarjana Farmasi (Dra.) pada tahun 1992. Penulis melanjutkan pendidikan di Universitas Indonesia spesialis Apoteker dan mendapatkan gelar Apoteker (Apt) pada tahun 1994. Kemudian pada tahun 2003 penulis melanjutkan strata-2 di Universitas Tanjungpura dan mendapatkan gelar Magister Manajemen (MM) pada tahun 2005. Pada tahun 2011 penulis menyelesaikan Strata-2 di Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada dan mendapatkan gelar Magister of Science (M.Sc). Pada tahun 2011 penulis melanjutkan pendidikan Strata-3 di Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada dan mendapatkan gelar Doktor (Dr) pada tahun 2018. Sejak tahun 2005 hingga saat ini penulis merupakan dosen tetap Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura Pontianak.

Email: yanieta@fahutan.untan.ac.id

BIODATA PENULIS



Libria Widiastuti, SP, MP

Dosen Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Islam Batik

Penulis lahir di Pekanbaru tanggal 22 Oktober 1979. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Islam Batik Surakarta. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Budidaya Pertanian dan melanjutkan S2 pada Jurusan Agronomi. Penulis menekuni bidang menulis sejak tahun 2002. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: libriawidiastuti22@gmail.com.

BIODATA PENULIS



Baso Daeng, SP., M.Si.

Dosen Program Studi Budidaya Tanaman Pangan
Fakultas Pertanian Universitas Papua

Penulis lahir di Ujung Pandang (Makassar) tanggal 18 Januari 1978. Pendidikan S1 bidang Agronomi diselesaikan pada tahun 2001 di Fakultas Pertanian Universitas Cenderawasih. Penulis juga merupakan alumni S2 IPB, lulus pada tahun 2012 dengan keahlian Agronomi dan Hortikultura. Saat ini penulis sedang merampungkan pendidikan S3 Ilmu Lingkungan di Universitas Papua.

Sebagai akademisi yang aktif, penulis tidak hanya terlibat dalam kegiatan pengajaran, tetapi juga aktif menulis dan melakukan penelitian, khususnya dalam bidang pertanian berkelanjutan, kearifan lokal, dan ketahanan pangan. Selain itu, beliau juga berpartisipasi dalam berbagai organisasi profesi dan kegiatan pengabdian kepada masyarakat, sebagai bentuk kontribusi terhadap pembangunan ilmu pengetahuan dan kesejahteraan masyarakat lokal.

Untuk keperluan komunikasi dan korespondensi, beliau dapat dihubungi melalui alamat email: *b.daeng@unipa.ac.id* atau *basodaeng.s3il@gmail.com*.

BIODATA PENULIS



Indah Sriwahyuni, B.Sc., M.P.

Dosen Program Studi Pendidikan Agroekoteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Penulis lahir di Samarinda tanggal 14 Juni 1993. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknologi Pangan Universiti Putra Malaysia dan selanjutnya menyelesaikan studi S2 pada Jurusan Agronomi Magister Pertanian Tropika Basah Universitas Mulawarman. Penulis pernah mengajar sebagai dosen tetap program studi Teknologi Industri Pertanian di Universitas Nahdlatul Ulama Kalimantan Timur Program Studi Teknologi Industri Pertanian pada 2019-2021.

Penulis dapat dihubungi melalui e-mail:
indah.sriwahyuni@faperta.unmul.ac.id

BIODATA PENULIS



Mahmudin, S.P., M.Si.

Dosen Program Studi Pertanian Presisi
Jurusan Rekayasa Elektro dan Industri Pertanian
Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Penulis lahir di Tanjung Samak tanggal 20 Mei 1997. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Pertanian Presisi Jurusan Rekayasa Elektro dan Industri Pertanian, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Agroteknologi dan melanjutkan S2 pada Ilmu Pertanian. Penulis menekuni bidang Menulis sejak di bangku SMA hingga sekarang.

BIODATA PENULIS



Henly Yulina, S.P., M.P.

Dosen Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas
Bale Bandung.

Penulis lahir di Bandung pada 20 Juli 1989 sebagai anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis merupakan Dosen Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Bale Bandung. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 di Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran (2007-2011). Pendidikan S2 diselesaikan di Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran (2012-2014) dengan Beasiswa dari Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi_(Kemendikbudristek), yaitu beasiswa Unggulan. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Bale Bandung dan mengampu beberapa mata kuliah, seperti Mekanisasi dan Konservasi Pertanian, Pengelolaan Air Pertanian, Rancangan Percobaan, Fisika Dasar, Kimia Dasar I, dan Ekologi Tanaman. Penulis aktif melaksanakan Tridharma Perguruan Tinggi, baik Pendidikan, Penelitian, dan Pengabdian kepada Masyarakat. Buku-buku yang sudah penulis publikasikan adalah Buku Statistika Dasar, Hama dan Penyakit Tanaman pada Tanaman Padi, Agrohidrologi, serta Konservasi Tanah dan Air,

BIODATA PENULIS



Sutiharni

Dosen Program Studi Agroteknologi,
Jurusan Budidaya Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Papua

Lahir dari keluarga TNI (Angkatan Udara) dari alm. Bapak Mulyadi bin Sarjan dan almh. Ibu Fatimah binti Santani. Perguruan Tinggi: Universitas Papua; Status: Dosen; Alamat Perguruan Tinggi: Jalan Gunung Salju Amban Manokwari; Fakultas Pertanian Universitas Papua; Jurusan Budidaya Pertanian Prodi Agroteknologi; S1: Agronomi Faperta UNCEN; S2: Ilmu Hama Tumbuhan Pascasarjana UGM; Pernah menempuh Program Doktorat di Program S3 Ilmu Pertanian Pasca Sarjana UGM. Ilmu yang ditekuni: Ilmu Hama Tumbuhan. Berperan aktif dalam penulisan buku Bookchapter, Buku Ajar, Referensi dan Monograf, telah menyelesaikan 57 publikasi untuk ke 4 jenis buku tersebut yang telah ber ISBN. Berperan aktif menulis artikel karya ilmiah pada jurnal Internasional, Internasional terindeks, Jurnal Nasional terakreditasi dan jurnal Nasional serta jurnal Pengabdian kepada Masyarakat., Proseding Internasional dan Nasional,
Email:naningmulyadi@gmail.com, s.sutiharni@unipa.ac.id,

BIODATA PENULIS



Sari Widya Utami, S.P., M.Sc.

Dosen Program Studi Pengembangan Produk Agroindustri
Jurusan Rekayasa Mesin dan Industri Pertanian
Politeknik Negeri Cilacap

Penulis lahir di Banyumas tanggal 27 September 1989. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Pengembangan Produk Agroindustri. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Ilmu Tanah dan melanjutkan S2 pada Program Studi Ilmu Tanah. Penulis menekuni bidang Menulis. Penulis aktif sebagai dosen tetap di Politeknik Negeri Cilacap sejak tahun 2016 sampai dengan sekarang.

BIODATA PENULIS



Dora Palupi, S.P., M.P.

Dosen Program Studi Pertanian Presisi
Jurusan Rekayasa Elektro dan Industri Pertanian
Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Penulis dilahirkan di Pendopo, Sumatera Selatan, pada tanggal 2 November 1995, penulis menempuh pendidikan sarjana di Program Studi Agroteknologi, Universitas Sriwijaya. Kecintaannya pada dunia pertanian membawanya melanjutkan studi magister di bidang yang sama di Universitas Bengkulu. Saat ini, penulis aktif sebagai dosen tetap pada Program Studi Pertanian Presisi, Jurusan Rekayasa Elektro dan Industri Pertanian, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

BIODATA PENULIS



Nursyawal Nacing, S.TP., M.Si

Dosen Program Studi Agroteknologi
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Enrekang

Penulis lahir di Kendari pada tanggal 28 Mei 1989. Saat ini, penulis merupakan dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Enrekang. Penulis menyelesaikan pendidikan sarjana (S1) di Jurusan Teknologi Pangan dan melanjutkan studi magister (S2) di Jurusan Teknologi Pascapanen, Institut Pertanian Bogor (IPB), dengan fokus pada pengelolaan mutu dan ketahanan hasil pertanian pascapanen. Sebagai akademisi, penulis aktif dalam kegiatan tridharma perguruan tinggi, yaitu pengajaran, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat. Minat utama penulis terletak pada pengembangan teknologi tepat guna untuk peningkatan nilai tambah hasil pertanian, terutama komoditas hortikultura. Di samping itu, penulis juga memiliki ketertarikan yang besar dalam bidang kepenulisan ilmiah. Hal ini dibuktikan dengan sejumlah publikasi yang telah dihasilkan, baik dalam bentuk artikel jurnal, prosiding seminar, maupun laporan kegiatan pengabdian masyarakat dan penelitian.

BIODATA PENULIS



Puri Eka Dewi Fortuna, S.Tr.P., M.Sc.

Dosen Program Studi Teknologi Produksi Tanaman Pangan
Jurusan Pertanian Politeknik Negeri Subang

Penulis lahir di Kabupaten Semarang tanggal 10 Juli 1997. Penulis akademisi dan praktisi di bidang penyuluhan pertanian dan komunikasi pembangunan. Ia menyelesaikan pendidikan DIV di bidang Penyuluhan Pertanian di Politeknik Pembangunan Pertanian Yogyakarta Magelang, serta meraih gelar magister di bidang Penyuluhan dan Komunikasi Pembangunan dari Universitas Gadjah Mada. Penulis memiliki pengalaman luas dalam pengelolaan program pemberdayaan masyarakat, khususnya di sektor sosial dan pertanian dan aktif dalam pengembangan strategi komunikasi serta penguatan kapasitas petani. Sebagai dosen di Politeknik Negeri Subang, penulis mengampu mata kuliah di bidang sosial dan ekonomi pertanian, serta terlibat dalam pengembangan bahan ajar berbasis praktik. Selain itu, ia juga memiliki pengalaman di bidang pemasaran digital, riset pasar, dan manajemen hubungan pelanggan (CRM) di sektor pertanian. Penulis telah menulis beberapa buku, baik buku anak bertema pertanian maupun buku akademik, antara lain *Viabilitas Pertanian Indonesia* dan *Penyuluhan Pertanian Melalui Media Sosial*. Keahliannya meliputi strategi komunikasi pertanian, pengelolaan usahatani, serta penerapan prinsip keberlanjutan dalam pengembangan sumber daya manusia pertanian.

BIODATA PENULIS



Limartaida Siahaan, S.Agr., M.Sc.

Dosen Program Studi Pertanian Presisi
Program Studi Pertanian Presisi

Penulis lahir di Sibolga tanggal 5 Maret 1997. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Pertanian Presisi Jurusan Teknik Elektro dan Pertanian, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Agroekoteknologi dan melanjutkan S2 pada Jurusan International Master Program of Agriculture. Selain aktif mengajar di perguruan tinggi, penulis juga terlibat dalam berbagai kegiatan penelitian dan pengabdian masyarakat yang bertujuan meningkatkan praktik pertanian ramah lingkungan, terutama di wilayah tropis. Buku ini merupakan bagian dari upaya penulis untuk memperluas akses pengetahuan dasar tentang budidaya tanaman kepada mahasiswa, petani muda, dan masyarakat umum yang tertarik dengan dunia pertanian.