

DASAR DASAR AGRONOMI

Penulis :

Silvia Permata Sari

Rini Suryani

Priyadi

Masluki

Rizky Rahmadi

Didi Carsidi

Trisday Yiin Parari

Mutmainnah

Jefri Sembiring

Baso Daeng

Asrul Sipahutar

Rasmita Adelina



ISBN 978-623-125-730-9



9

786231

257109

DASAR DASAR AGRONOMI

Silvia Permata Sari

Rini Suryani

Priyadi

Masluqi

Rizky Rahmadi

Didi Carsidi

Trisday Yiin Parari

Mutmainnah

Jefri Sembiring

Baso Daeng

Asrul Sipahutar

Rasmita Adelina



GET PRESS INDONESIA

DASAR DASAR AGRONOMI

Penulis :

Silvia Permata Sari
Rini Suryani
Priyadi
Masluki
Rizky Rahmadi
Didi Carsidi
Trisday Yiin Parari
Mutmainnah
Jefri Sembiring
Baso Daeng
Asrul Sipahutar
Rasmita Adelina

ISBN : 978-623-125-710-9

Editor : Diana Purnama Sari., M.E

Penyunting : Ari Yanto., M.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, April 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 Dasar Dasar Agronomi ini.

Buku Ini Membahas Konsep Dasar Agronomi Dan Pengelompokan Tanaman, Faktor-Faktor Agronomi, Penggunaan Lahan Dan Teknik Konservasi Lahan, Langkah-Langkah Agronomi, Perbanyak Tanaman, Persemaian, Penanaman, Pemeliharaan Tanaman, Pengendalian Tanaman, Panen Dan Pasca Panen, Pangan Dan Kebutuhan Manusia, Sistem Pertanian Berkelanjutan.

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, Maret 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB 1 KONSEP DASAR AGRONOMI DAN PENGELOMPOKKAN TANAMAN	1
1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Prinsip Dasar Agronomi	2
1.3 Pengelolaan Tanah.....	3
1.4 Teknik Penanaman dan Pemeliharaan Tanaman.....	5
1.5 Pengelompokkan Tanaman.....	6
1.6 Pengelolaan Air dan Irigasi	8
1.7 Penggunaan Teknologi dalam Agronomi	10
1.8 Pertimbangan Lingkungan dan Keberlanjutan	11
1.9 Studi Kasus dan Aplikasi Praktis.....	12
DAFTAR PUSTAKA.....	14
BAB 2 FAKTOR-FAKTOR AGRONOMI.....	17
2.1 Pendahuluan.....	17
2.2 Faktor Lingkungan.....	17
2.2.1 Faktor Lingkungan Abiotik.....	17
2.2.2 Faktor Lingkungan Biotik.....	41
2.2.3 Faktor Genetik dan Teknik Budidaya	42
2.2.4 Faktor Sosial dan Ekonomi.....	44
DAFTAR PUSTAKA.....	47
BAB 3 PENGGUNAAN LAHAN DAN TEKNIK KONSERVASI LAHAN.....	51
3.1 Pentingnya Pengolahan Lahan dalam Budidaya	51
3.2 Metode Pengolahan Tanah.....	53
3.2.1 Pengolahan Tanah Konvensional (<i>Conventional Tillage</i>).....	53
3.2.2 Pengolahan Tanah Minimum (<i>Minimum Tillage</i>).....	55
3.2.3 Pengolahan Tanah Tanpa Olah Tanah (<i>No-Tillage</i>).....	56
3.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pengolahan Tanah	58

3.4 Karakteristik Tanah	60
3.4.1 Fungsi Tanah	61
3.4.2 Tanah sebagai Pedologi.....	63
3.4.3 Tanah sebagai Edafologi	65
DAFTAR PUSTAKA	66
BAB 4 LANGKAH – LANGKAH AGRONOMI	69
4.1 Persiapan Lahan.....	69
4.2 Pengolahan tanah dengan metode yang sesuai.....	71
4.3 Penerapan sistem irigasi yang efisien.	73
4.4 Pemupukan dasar untuk meningkatkan kesuburan tanah.	75
4.5 Pemilihan Benih dan Penanaman.....	78
4.6 Pemeliharaan Tanaman	79
4.7 Panen dan Pascapanen.....	80
DAFTAR PUSTAKA	83
BAB 5 PERBANYAKAN TANAMAN.....	85
5.1 Pendahuluan	85
5.2 Perbanyak Tanaman Secara Generatif	86
5.2.1 Struktur Bunga.....	87
5.2.2 Biji	90
5.3 Perbanyak Tanaman Secara Vegetatif.....	92
5.3.1 Stek	93
5.3.2 Cangkok.....	95
5.3.3 Okulasi	96
5.3.4 Tunas.....	97
5.3.5 Umbi	98
5.3.6 Kultur Jaringan	99
DAFTAR PUSTAKA	101
BAB 6 PERSEMAIAN	103
6.1 Pendahuluan	103
6.2 Pentingnya Persemaian dalam Budidaya Tanaman	103
6.2.1 Meningkatkan Kualitas Bibit	103
6.2.2 Efisiensi Penggunaan Sumber Daya.....	104
6.2.3 Mengurangi Risiko Kegagalan Transplantasi	105
6.2.4 Peningkatan Produktivitas dan Keberlanjutan Sistem Pertanian	105

6.2.5 Dukungan kepada Inovasi dan Teknologi Pertanian.....	106
6.3 Komponen Utama dalam Persemaian	107
6.3.1 Pemilihan Benih dan Pengolahan Awal	107
6.3.2 Media Tanam	107
6.3.3 Pengaturan Lingkungan	107
6.3.4 Sanitasi dan Kebersihan	108
6.3.5 Irigasi dan Nutrisi.....	109
6.3.6 Teknologi dan Sistem Pemantauan	109
6.4 Teknik Persemaian	110
6.4.1 Persiapan Benih dan Pengolahan Awal.....	110
6.4.2 Penyediaan dan Pengolahan Media Tanam.....	110
6.4.3 Teknik Penyemaian Konvensional.....	110
6.4.4 Teknik Persemaian Modern.....	112
6.4.5 Teknik Pemeliharaan dan Pemantauan	113
6.5 Manajemen Persemaian	114
6.6 Evaluasi Kualitas Bibit.....	115
6.7 Tantangan dalam Persemaian	116
DAFTAR PUSTAKA.....	117
BAB 7 PENANAMAN.....	119
7.1 Pendahuluan.....	119
7.2 Pola Tanam.....	120
7.2.1 Monokultur	120
7.2.2 Tata Letak Tanaman.....	121
7.2.3 Tumpang Sari	125
7.3 Metode Penanaman.....	129
7.3.1 Cara Tanam Berdasarkan Bahan Tanam.....	129
7.3.2 Waktu Tanam	130
7.3.4 Lubang Tanam	132
7.4 Faktor-Faktor Penentu Keberhasilan Penanaman.....	133
7.4.1 Pendidikan atau Pelatihan Pelaku Budidaya.....	133
7.4.2 Pengalaman	133
7.4.3 Dukungan Sumber Daya.....	133
7.4.4 Perencanaan dan Evaluasi	133
DAFTAR PUSTAKA.....	135
BAB 8 PEMELIHARAAN TANAMAN	137
8.1 Pendahuluan.....	137

8.2 Komponen Pemeliharaan Tanaman	139
8.2.1 Media Tanam yang Tepat.....	139
8.2.2 Penyiraman yang Tepat.....	140
8.2.3 Pencahayaan yang Sesuai.....	141
8.2.4 Pemupukan	142
8.2.5 Pembersihan Daun.....	143
8.2.6 Pemangkasan	144
8.2.7 Pengendalian Hama dan Penyakit.....	145
8.2.8 Pengendalian Gulma	146
8.2.9 Pemberian Zat Pengatur Tumbuh (ZPT)	147
DAFTAR PUSTAKA	150
BAB 9 PENGENDALIAN HAMA DAN PENYAKIT	
TANAMAN	153
9.1 Perlindungan tanaman.....	153
9.2 Pengendalian hama tanaman.....	154
9.3 Pengendalian Penyakit Tanaman	160
9.4 Pengendalian gulma	167
DAFTAR PUSTAKA	178
BAB 10 PANEN DAN PASCA PANEN	185
10.1 Panen	185
10.2 Pasca Panen	192
DAFTAR PUSTAKA	196
BAB 11 PANGAN DAN KEBUTUHAN MANUSIA.....	199
11.1 Pendahuluan	199
11.2 Faktor Pembatas Pangan	200
11.2.1 Lahan Pertanian.....	200
11.2.2 Inflasi Pangan.....	201
11.2.3 Jumlah Penduduk.....	202
11.2.4 Pendapatan Nasional.....	203
11.3 Antisipasi Pangan, Strategi, Dan Kebijakan Ke Depan	205
11.4 Kebutuhan Manusia	207
11.4.1 Kesejahteraan Sosial dan HAM	208
DAFTAR PUSTAKA	214
BAB 12 SISTEM PERTANIAN TERPADU	217
12.1 Pendahuluan	217
12.2 Beberapa Model Sistem Pertanian Terpadu.....	221

12.3 Implementasi Sistem Pertanian Terpadu	226
DAFTAR PUSTAKA.....	227
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 5.1. Struktur Bunga	88
Gambar 5.2. Perbanyakkan stek batang	94
Gambar 5.3. Perbanyakkan stek daun	94
Gambar 5.4. Perbanyakkan stek akar	94
Gambar 5.5. <i>Simple layering</i> . (A) cabang, (B) perakaran baru dari proses pelukaan batang, (C) ajir.....	96
Gambar 5.6. <i>Air layering</i>	96
Gambar 5.7. Okulasi pucuk (a), okulasi tempel (b)	97
Gambar 5.8. Perbanyakkan melalui tunas.....	98
Gambar 5.9. Perbanyakkan melalui umbi	99
Gambar 5.10. Plantlet yang diproduksi di tabung kultur jaringan dalam kondisi steril	100
Gambar 6.1. Persemaian Tanaman Melon di Tray Semai	111
Gambar 6.2. Persemaian Tanaman Padi di Lahan Sawah	112
Gambar 7.1. Diagram tata letak tanaman pola bujur sangkar	121
Gambar 7.2. Contoh Penanaman Pola Persegi	122
Gambar 7.3. Diagram tata letak tanaman pola bujur sangkar	122
Gambar 7.4. Penanaman sistem baris atau persegi panjang (<i>Sumber Sikoptan</i>).....	123
Gambar 7.5. Diagram tata letak tanaman pola segitiga sama sisi.....	123
Gambar 7.6. Metode penanaman tanaman perkebunan secara zigzag.....	123
Gambar 7.7. Penanaman tanaman dengan pola tumpang sari secara acak.....	126
Gambar 7.8. Tumpang sari 1 baris	127
Gambar 7.9. Sistem Tumpangsari Tanaman beberapa baris diantara tanaman utama	128

Gambar 7.10. Gambar penanaman tanaman pertanian dengan tanaman pohon/ perkebunan	128
Gambar 7.11. Penanaman benih secara langsung.....	129
Gambar 7.12. Pindah Tanam	130
Gambar 7.13. Aplikasi digital kalender tanam terpadu	130
Gambar 7.14. Pembuatan lubang tanam	132
Gambar 9.1. Pengendalian secara fisik dan mekanik	155
Gambar 9.2. Tanaman Refugia.....	158
Gambar 9.3. Tanaman jagung dan gulma sangket.....	158
Gambar 9.4. Limas penyakit.....	160
Gambar 9.5. Gulma rumput belulang (<i>Eleusine indica L.</i>)	167
Gambar 9.6. <i>Ottochloa nodosa</i>	168
Gambar 9.7. Bayam duri.....	168
Gambar 9.8. <i>Phyllanthus urinaria</i>	169
Gambar 9.9. <i>Alternanthera sessilis</i>	170
Gambar 9.10. Ciplukan (<i>Physalis angulata L.</i>)	170
Gambar 9.11. <i>Ageratum conyzoides</i>	171
Gambar 10.1. Kegiatan Panen Manual	188
Gambar 10.2. Pemanenan Secara Mekanis.....	189
Gambar 10.3. Kegiatan Sortir Hasil Panen.....	194
Gambar 12.1. Beberapa Contoh Sistem Pertanian Terpadu	219
Gambar 12.2. Model Umum Sistem Pertanian Terpadu.....	219
Gambar 12.3. Model Sistem Pertanian Terpadu	220
Gambar 12.4. Model Sistem Pertanian Terpadu Padi Sawah Ternak Kambing dan Ayam	222
Gambar 12.5. Model Sistem Pertanian Terpadu Jagung dengan Ternak Kmbing dan Ayam	224
Gambar 12.6. (a) & (b) Model Sistem Pertanian Terpadu Tanaman-Ternak Ayam-Ikan	225

BAB 1

KONSEP DASAR AGRONOMI DAN PENGELOMPOKKAN TANAMAN

Oleh Silvia Permata Sari

1.1 Pendahuluan

Agronomi merupakan ilmu dan praktik yang berkaitan dengan produksi tanaman dan manajemen tanah untuk meningkatkan hasil pertanian secara efisien dan berkelanjutan (Brady & Weil, 2008). Ruang lingkup agronomi meliputi pemahaman terhadap proses pertumbuhan tanaman, pengelolaan sumber daya tanah dan air, serta penerapan teknologi dalam meningkatkan produktivitas pertanian (Brady & Weil, 2008). Dalam agronomi, penting untuk memahami interaksi antara tanaman dengan lingkungan fisik dan kimia, termasuk ketersediaan air, nutrisi, suhu, dan cahaya (Fageria, Baligar, & Jones, 2011).

Sejarah agronomi dimulai sejak zaman kuno ketika manusia mulai mengembangkan teknik pertanian untuk memperoleh makanan (Smith, 1995). Perkembangan agronomi modern dimulai pada abad ke-19 dengan penemuan tentang proses fotosintesis dan penyerapan nutrisi tanaman (Brady & Weil, 2008). Perkembangan ilmu kimia dan biologi juga memainkan peran penting dalam pemahaman terhadap tanaman dan pertanian (Brady & Weil, 2008). Pada abad ke-20, perkembangan teknologi seperti penggunaan pupuk kimia dan pestisida mengubah cara pertanian dilakukan (Smith, 1995). Sejak itu, agronomi terus berkembang dengan pengenalan teknologi baru seperti pertanian presisi dan bioteknologi (Fageria et al., 2011).

Peran agronomi dalam pertanian modern sangat penting untuk meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan sistem pertanian (Brady & Weil, 2008). Agronomi membantu petani memilih varietas tanaman yang sesuai dengan kondisi lingkungan, memperbaiki kualitas tanah melalui pengelolaan nutrisi dan konservasi tanah, serta mengembangkan teknik pengendalian

hama, gulma, dan penyakit tanaman (Fageria et al., 2011). Melalui penelitian dan inovasi, agronomi juga berperan dalam mengembangkan teknologi baru seperti pertanian presisi dan penggunaan tanaman transgenik untuk meningkatkan hasil pertanian (Fageria et al., 2011).

Meskipun memiliki peran yang penting dalam pertanian, bidang agronomi juga dihadapkan pada berbagai tantangan dan peluang. Salah satu tantangan utama adalah perubahan iklim yang dapat memengaruhi pola cuaca, ketersediaan air, dan sebaran penyakit tanaman (IPCC, 2014). Selain itu, pertanian juga dihadapkan pada tekanan untuk meningkatkan produktivitas tanpa mengorbankan keberlanjutan lingkungan dan kesejahteraan sosial (FAO, 2019). Namun demikian, ada juga peluang besar di bidang agronomi, termasuk pengembangan teknologi pertanian yang lebih efisien dan ramah lingkungan, serta penerapan praktik pertanian berkelanjutan untuk meningkatkan ketahanan pangan global (FAO, 2019).

1.2 Prinsip Dasar Agronomi

1. Faktor-faktor Utama yang Mempengaruhi Pertumbuhan Tanaman

Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor utama yang meliputi ketersediaan air, nutrisi tanaman, suhu, cahaya, dan faktor lingkungan lainnya (Fageria, Baligar, & Jones, 2011). Ketersediaan air sangat penting bagi pertumbuhan tanaman karena air diperlukan dalam proses fotosintesis dan transportasi nutrisi (Fageria et al., 2011). Nutrisi tanaman juga merupakan faktor penting dalam pertumbuhan tanaman, terutama unsur-unsur esensial seperti nitrogen, fosfor, dan kalium yang diperlukan dalam jumlah besar oleh tanaman (Fageria et al., 2011). Selain itu, suhu dan cahaya juga memainkan peran penting dalam mengatur proses fotosintesis dan metabolisme tanaman (Taiz & Zeiger, 2010). Faktor-faktor ini saling berinteraksi dan mempengaruhi pertumbuhan tanaman secara keseluruhan.

2. Proses Fotosintesis dan Penyerapan Nutrisi Tanaman

Proses fotosintesis merupakan mekanisme utama yang digunakan oleh tanaman untuk menghasilkan energi dari cahaya matahari, karbon dioksida, dan air (Taiz & Zeiger, 2010). Dalam proses ini, tanaman menggunakan pigmen hijau klorofil yang terdapat dalam daun untuk menangkap energi cahaya dan mengubahnya menjadi energi kimia dalam bentuk gula (Taiz & Zeiger, 2010). Selain itu, tanaman juga membutuhkan nutrisi yang diserap dari tanah melalui akar untuk mendukung pertumbuhan dan metabolisme (Fageria et al., 2011). Nutrisi tanaman seperti nitrogen, fosfor, dan kalium diperlukan dalam jumlah besar dan berperan dalam pembentukan senyawa organik serta pengaturan proses biokimia dalam tanaman (Fageria et al., 2011).

3. Interaksi Tanaman dengan Lingkungan Fisik dan Kimia

Tanaman berinteraksi dengan lingkungan fisik dan kimia di sekitarnya melalui proses absorpsi air dan nutrisi, serta respon terhadap suhu, cahaya, dan faktor lingkungan lainnya (Taiz & Zeiger, 2010). Akar tanaman berperan dalam menyerap air dan nutrisi dari tanah, sedangkan daun menggunakan cahaya matahari untuk melakukan fotosintesis (Taiz & Zeiger, 2010). Selain itu, tanaman juga dapat merespon perubahan suhu dan kelembaban udara untuk mengatur proses metabolisme dan pertumbuhan (Taiz & Zeiger, 2010). Interaksi antara tanaman dengan lingkungan fisik dan kimia sangat kompleks dan mempengaruhi keseimbangan ekosistem secara keseluruhan.

1.3 Pengelolaan Tanah

1. Pentingnya Kesehatan Tanah dalam Pertanian

Tanah merupakan salah satu aspek penting dalam pertanian karena berperan sebagai media tumbuh bagi tanaman dan menyediakan nutrisi yang diperlukan (Brady & Weil, 2008). Kesehatan tanah sangat penting untuk memastikan produktivitas pertanian yang optimal dan keberlanjutan sistem pertanian (Brady & Weil, 2008). Tanah yang sehat memiliki struktur yang baik, tingkat kelembaban yang sesuai, serta

ketersediaan nutrisi yang cukup untuk mendukung pertumbuhan tanaman dengan baik (Brady & Weil, 2008). Oleh karena itu, pemeliharaan kesehatan tanah melalui praktik pengelolaan yang tepat sangat diperlukan untuk menjaga keberlanjutan produksi pangan.

2. Teknik Analisis Tanah dan Interpretasi Hasilnya

Teknik analisis tanah merupakan metode yang digunakan untuk mengevaluasi kondisi fisik, kimia, dan biologi tanah (Brady & Weil, 2008). Pengambilan sampel tanah yang representatif dan analisis laboratorium yang akurat diperlukan untuk memahami kondisi tanah dengan baik (Brady & Weil, 2008). Interpretasi hasil analisis tanah memungkinkan petani untuk mengetahui kandungan nutrisi tanah, tingkat keasaman (pH), serta tekstur dan struktur tanah (Brady & Weil, 2008). Dengan demikian, petani dapat melakukan pemupukan yang tepat sesuai dengan kebutuhan tanaman dan memperbaiki kondisi tanah yang tidak sesuai.

3. Praktik Konservasi Tanah dan Pengendalian Erosi

Konservasi tanah merupakan serangkaian praktik yang bertujuan untuk melindungi tanah dari erosi dan degradasi (Brady & Weil, 2008). Praktik konservasi tanah meliputi penanaman vegetasi penutup tanah, pembuatan terasering, penggunaan penutup tanah organik, serta pengaturan penggunaan lahan yang tepat (Brady & Weil, 2008). Upaya pengendalian erosi sangat penting untuk mencegah hilangnya lapisan tanah subur akibat air dan angin, serta menjaga keberlanjutan produksi pertanian dalam jangka panjang (Brady & Weil, 2008).

4. Penggunaan Pupuk untuk Meningkatkan Kesuburan Tanah

Pupuk merupakan sumber nutrisi tambahan yang diberikan kepada tanaman untuk meningkatkan kesuburan tanah dan produktivitas pertanian (Brady & Weil, 2008). Pupuk dapat berupa pupuk organik maupun pupuk anorganik yang

mengandung unsur-unsur hara esensial seperti nitrogen, fosfor, dan kalium (Brady & Weil, 2008). Penggunaan pupuk yang tepat sesuai dengan kebutuhan tanaman dan analisis tanah dapat meningkatkan hasil pertanian secara signifikan (Brady & Weil, 2008). Namun demikian, penggunaan pupuk juga perlu diatur dengan bijaksana untuk menghindari pencemaran lingkungan dan kerusakan ekosistem (Brady & Weil, 2008).

1.4 Teknik Penanaman dan Pemeliharaan Tanaman

1. Pemilihan Varietas Tanaman yang Sesuai

Pemilihan varietas tanaman yang sesuai merupakan langkah penting dalam memastikan kesuksesan pertanian (Brady & Weil, 2008). Varietas tanaman yang dipilih haruslah sesuai dengan kondisi lingkungan tempat tanaman akan ditanam, termasuk faktor seperti iklim, jenis tanah, dan waktu tanam yang tepat (Brady & Weil, 2008). Selain itu, perhatian juga perlu diberikan pada sifat-sifat genetik varietas tanaman seperti resistensi terhadap penyakit, produktivitas, dan adaptabilitas terhadap kondisi lingkungan yang berbeda (Brady & Weil, 2008).

2. Metode Penanaman dan Jarak Tanam yang Optimal

Metode penanaman dan jarak tanam yang optimal juga memiliki dampak signifikan terhadap hasil pertanian (Brady & Weil, 2008). Metode penanaman yang tepat harus dipilih berdasarkan jenis tanaman, kondisi lingkungan, dan tujuan pertanian (Brady & Weil, 2008). Begitu juga dengan jarak tanam, yang harus disesuaikan dengan kebutuhan tanaman terhadap sumber daya seperti air, nutrisi, dan cahaya matahari (Brady & Weil, 2008). Pemilihan metode penanaman dan jarak tanam yang tepat dapat membantu meningkatkan produktivitas dan efisiensi pertanian secara keseluruhan.

3. Pengendalian Gulma, Hama, dan Penyakit Tanaman

Pengendalian gulma, hama, dan penyakit tanaman merupakan aspek penting dalam pemeliharaan pertanian yang berhasil (Fageria et al., 2011). Gulma dapat bersaing dengan tanaman budidaya untuk sumber daya seperti air, nutrisi, dan cahaya matahari, sehingga perlu dilakukan pengendalian secara efektif (Fageria et al., 2011). Selain itu, hama dan penyakit tanaman dapat menyebabkan kerusakan yang signifikan terhadap hasil panen, sehingga perlu dilakukan tindakan pengendalian yang tepat seperti penggunaan pestisida dan teknik pengelolaan tanaman yang ramah lingkungan (Fageria et al., 2011).

4. Pemeliharaan Tanaman selama Musim Pertumbuhan

Pemeliharaan tanaman selama musim pertumbuhan juga merupakan faktor kunci dalam mencapai hasil panen yang optimal (Fageria et al., 2011). Hal ini meliputi pemeliharaan kebersihan lahan, pemupukan yang tepat, penyiraman yang cukup, dan pemantauan terhadap kondisi tanaman untuk mendeteksi penyakit atau gangguan lainnya (Fageria et al., 2011). Selain itu, perawatan tanaman juga mencakup teknik seperti pemangkasan, pengendalian pertumbuhan, dan pemanenan yang tepat waktu untuk memastikan kualitas dan kuantitas hasil panen yang baik (Fageria et al., 2011).

1.5 Pengelompokan Tanaman

1. Klasifikasi Berdasarkan Siklus Hidup Tanaman (Tahunan, Semusim, Perennial)

Klasifikasi tanaman berdasarkan siklus hidupnya dapat membantu petani dalam merencanakan rotasi tanaman dan manajemen pertanian. Tanaman tahunan, seperti padi-padian dan jagung, memiliki siklus hidup satu tahun dan memerlukan penanaman baru setiap musim. Tanaman semusim, seperti sayuran dan kacang-kacangan, juga memiliki siklus hidup satu tahun tetapi tidak tumbuh kembali setelah panen pertama. Di sisi lain, tanaman perennial, seperti buah-buahan dan tanaman hutan, memiliki siklus hidup lebih dari satu tahun dan dapat dipanen berkali-kali selama masa hidupnya (Brady & Weil, 2008). Klasifikasi ini membantu petani dalam merencanakan

rotasi tanaman yang efektif untuk meminimalkan kerusakan tanah dan meningkatkan produktivitas pertanian (Fageria, Baligar, & Jones, 2011).

2. Klasifikasi Berdasarkan Struktur dan Fungsi (Padi-padian, Legum, Umbi-umbian, Buah-buahan)

Klasifikasi tanaman berdasarkan struktur dan fungsi membantu petani dalam memilih tanaman yang sesuai dengan kebutuhan pertanian dan kondisi lingkungan. Tanaman padi-padian, seperti padi dan gandum, umumnya digunakan sebagai sumber karbohidrat utama. Tanaman legum, seperti kacang-kacangan dan kedelai, memiliki kemampuan fiksasi nitrogen yang baik dan sering digunakan untuk meningkatkan kesuburan tanah. Tanaman umbi-umbian, seperti kentang dan wortel, merupakan sumber karbohidrat dan nutrisi penting lainnya. Sedangkan tanaman buah-buahan, seperti apel dan jeruk, menghasilkan buah yang kaya akan vitamin dan mineral (Brady & Weil, 2008). Memahami klasifikasi ini membantu petani dalam merencanakan rotasi tanaman yang beragam untuk meningkatkan kesuburan tanah dan mengoptimalkan produktivitas pertanian (Fageria et al., 2011).

3. Pengelompokan Berdasarkan Kebutuhan Air dan Iklim

Pengelompokan tanaman berdasarkan kebutuhan air dan iklim membantu petani dalam memilih tanaman yang sesuai dengan kondisi lingkungan tempat mereka beroperasi. Tanaman tropis, seperti padi dan kelapa, memiliki kebutuhan air yang tinggi dan tumbuh baik di iklim hangat dan lembab. Tanaman subtropis, seperti jeruk dan anggur, memiliki toleransi terhadap suhu dingin yang sedikit lebih tinggi dan memerlukan air yang cukup. Sementara tanaman gurun, seperti kaktus dan agave, memiliki adaptasi khusus untuk bertahan di lingkungan yang kering dan memiliki kebutuhan air yang rendah (Brady & Weil, 2008). Memilih tanaman yang sesuai dengan kebutuhan air dan iklim dapat membantu petani dalam meningkatkan hasil pertanian dan mengurangi risiko kegagalan panen (Fageria et al., 2011).

4. Aspek Pengelompokan Tanaman dalam Praktik Rotasi Tanaman

Pengelompokan tanaman dalam praktik rotasi tanaman merupakan strategi penting dalam manajemen pertanian untuk meminimalkan kerusakan tanah, mengurangi risiko serangan hama dan penyakit, serta meningkatkan kesuburan tanah. Rotasi tanaman yang tepat dapat mengurangi penumpukan patogen tanah dan membantu dalam pengendalian gulma (Brady & Weil, 2008). Selain itu, tanaman legum dalam rotasi tanaman dapat meningkatkan ketersediaan nitrogen tanah melalui fiksasi nitrogen (Fageria et al., 2011). Memahami aspek pengelompokan tanaman dalam rotasi tanaman membantu petani dalam merencanakan pola tanam yang efektif untuk memaksimalkan hasil pertanian dan menjaga keberlanjutan lingkungan (Fageria et al., 2011).

1.6 Pengelolaan Air dan Irigasi

1. Peran Air dalam Pertumbuhan Tanaman

Air merupakan komponen penting dalam pertumbuhan tanaman karena berperan dalam proses fotosintesis, transportasi nutrisi, dan regulasi suhu tanaman (Taiz & Zeiger, 2010). Tanaman menyerap air melalui akar dan menggunakannya untuk mengangkut nutrisi dari tanah ke bagian-bagian atas tanaman (Taiz & Zeiger, 2010). Selain itu, air juga membantu tanaman dalam menjaga keseimbangan suhu tubuhnya dan mengurangi tekanan osmosis pada sel-sel tanaman (Taiz & Zeiger, 2010). Ketersediaan air yang cukup sangat penting bagi pertumbuhan tanaman, dan pengelolaan air yang efisien merupakan kunci keberhasilan pertanian.

2. Prinsip-prinsip Irigasi yang Efisien

Prinsip-prinsip irigasi yang efisien meliputi penggunaan teknik irigasi yang tepat, pengaturan jumlah air yang diberikan sesuai dengan kebutuhan tanaman, dan penggunaan sumber air yang berkelanjutan (Fageria, Baligar, & Jones, 2011). Teknik irigasi yang efisien meliputi irigasi tetes, irigasi semprot, dan irigasi bubuk, yang dapat membantu mengurangi pemborosan air dan

meningkatkan efisiensi penggunaan air (Fageria et al., 2011; Purba, 2020). Selain itu, penggunaan sensor kelembaban tanah dan teknologi presisi juga dapat membantu petani dalam mengoptimalkan penggunaan air berdasarkan kebutuhan tanaman (Fageria et al., 2011).

3. Teknik Pengelolaan Air Tanah dan Air Permukaan

Pengelolaan air tanah dan air permukaan sangat penting dalam menjaga keseimbangan siklus air dan keberlanjutan pertanian. Teknik pengelolaan air tanah meliputi pembangunan saluran drainase, pembuatan sumur resapan, dan penggunaan sistem irigasi yang efisien (Brady & Weil, 2008). Sementara itu, teknik pengelolaan air permukaan meliputi pembangunan waduk, embung, dan bendungan untuk mengendalikan aliran air dan meminimalkan risiko banjir serta kekeringan (Brady & Weil, 2008; Santoso, 2018). Kedua teknik ini berperan dalam menjaga ketersediaan air untuk pertanian dan meminimalkan kerusakan lingkungan akibat perubahan pola hujan dan aliran air.

4. Manajemen Sumber Daya Air untuk Pertanian Berkelanjutan

Manajemen sumber daya air untuk pertanian berkelanjutan mencakup pengelolaan air yang efisien, konservasi tanah, dan rehabilitasi ekosistem sungai dan rawa (FAO, 2019). Praktik-praktik ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas pertanian, mengurangi risiko kekeringan dan banjir, serta meminimalkan kerusakan lingkungan akibat penggunaan air yang tidak berkelanjutan (FAO, 2019). Selain itu, pendekatan berbasis ekosistem juga dapat membantu dalam membangun ketahanan lingkungan dan sosial masyarakat petani terhadap perubahan iklim dan ketersediaan air yang tidak pasti (FAO, 2019).

1.7 Penggunaan Teknologi dalam Agronomi

1. Pengenalan Teknologi Modern dalam Pertanian

Pertanian modern semakin mengadopsi teknologi modern untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Perangkat lunak dan Sistem Informasi Geografis (SIG) telah menjadi bagian integral dari pengelolaan pertanian saat ini (Pakroo, 2016). Aplikasi perangkat lunak membantu petani dalam perencanaan tanam, pemantauan pertumbuhan tanaman, manajemen inventaris, dan analisis data hasil panen (Pakroo, 2016). Selain itu, SIG memungkinkan petani untuk mengintegrasikan data geografis dengan informasi tentang tanah, iklim, dan topografi untuk mengoptimalkan pengelolaan lahan pertanian (Pakroo, 2016).

2. Aplikasi Perangkat Lunak dan Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam Pengelolaan Pertanian

Penggunaan perangkat lunak dan SIG membantu petani dalam mengambil keputusan yang lebih baik dalam pengelolaan pertanian. Misalnya, dengan menggunakan perangkat lunak manajemen pertanian, petani dapat mengatur jadwal irigasi secara efisien berdasarkan prediksi cuaca dan kebutuhan tanaman (Gautam et al., 2017). Selain itu, SIG memungkinkan petani untuk melakukan pemetaan tanah dan analisis spasial untuk menentukan pola tanam yang optimal dan mengidentifikasi area yang rentan terhadap erosi atau kerusakan tanah (Gautam et al., 2017).

3. Penggunaan Sensor dan Teknologi Pemantauan untuk Optimasi Produksi Tanaman

Sensor dan teknologi pemantauan telah menjadi bagian penting dalam pertanian modern. Sensor kelembaban tanah, sensor suhu udara, dan sensor keberadaan hama dan penyakit memungkinkan petani untuk memantau kondisi lingkungan tanaman secara real-time (Chapman, 2017). Dengan menggunakan teknologi ini, petani dapat mengidentifikasi masalah pertumbuhan tanaman lebih cepat dan mengambil tindakan preventif atau korektif yang tepat untuk mengoptimalkan produksi tanaman (Chapman, 2017).

1.8 Pertimbangan Lingkungan dan Keberlanjutan

1. Dampak Pertanian terhadap Lingkungan

Pertanian memiliki dampak yang signifikan terhadap lingkungan, termasuk degradasi tanah, penurunan kualitas air, dan kerusakan habitat alami (Batie, 2005). Praktik-praktik seperti penggunaan pestisida dan pupuk kimia berlebihan dapat mencemari air tanah dan sungai serta merusak ekosistem air tawar (Batie, 2005). Selain itu, penebangan hutan untuk pembukaan lahan pertanian juga menyebabkan hilangnya habitat bagi flora dan fauna liar (Batie, 2005). Dalam konteks ini, pertanian berkelanjutan menjadi penting untuk mengurangi dampak negatif tersebut.

2. Prinsip-prinsip Pertanian Berkelanjutan

Pertanian berkelanjutan bertujuan untuk mempertahankan produktivitas pertanian sambil melindungi lingkungan dan meningkatkan kesejahteraan sosial (Pretty et al., 2006). Prinsip-prinsip pertanian berkelanjutan meliputi penggunaan sumber daya alam secara bijaksana, pemeliharaan keanekaragaman hayati, konservasi tanah dan air, serta pengurangan penggunaan bahan kimia sintetis (Pretty et al., 2006). Pertanian berkelanjutan juga mengedepankan prinsip keadilan sosial dan ekonomi bagi petani serta masyarakat lokal (Pretty et al., 2006).

3. Strategi Pengelolaan Limbah dan Pencemaran dalam Pertanian

Pengelolaan limbah dan pencemaran menjadi fokus penting dalam pertanian berkelanjutan (Edmeades, 2003). Strategi pengelolaan limbah mencakup daur ulang bahan organik, pengomposan, dan penggunaan limbah organik sebagai pupuk alami untuk mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia (Edmeades, 2003). Selain itu, penggunaan teknologi pengolahan limbah seperti sistem biofiltrasi dan wetlands juga membantu mengurangi pencemaran air tanah dan sungai oleh limbah pertanian (Edmeades, 2003).

4. Peran Agronomi dalam Mencapai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan

Agronomi memiliki peran krusial dalam mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan dalam pertanian (Donald, 2008). Melalui penelitian dan inovasi, agronomi berkontribusi dalam mengembangkan praktik pertanian yang ramah lingkungan dan efisien sumber daya (Donald, 2008). Agronom juga berperan dalam mengedukasi petani tentang teknik pertanian berkelanjutan serta memfasilitasi adopsi teknologi modern yang dapat meningkatkan produktivitas tanaman sambil menjaga keseimbangan ekologis (Donald, 2008).

1.9 Studi Kasus dan Aplikasi Praktis

1. Analisis Kasus-kasus Pertanian yang Berhasil

Studi kasus pertanian yang berhasil memberikan wawasan berharga tentang implementasi praktik agronomi yang efektif dalam situasi nyata (Dobermann & Fairhurst, 2002). Contohnya, penerapan praktik konservasi tanah dan air yang tepat di ladang-ladang jagung di Amerika Serikat telah meningkatkan produktivitas tanaman sambil memperbaiki kualitas tanah dan mengurangi erosi (Dobermann & Fairhurst, 2002). Begitu juga, penggunaan teknologi irigasi tetes dan manajemen pupuk yang cerdas di lahan pertanian di Israel telah berhasil meningkatkan hasil panen sambil menghemat air dan pupuk (Dobermann & Fairhurst, 2002).

2. Implementasi Prinsip-prinsip Agronomi dalam Pertanian Riil

Implementasi prinsip-prinsip agronomi dalam pertanian riil memerlukan pemahaman mendalam tentang sifat tanaman, tanah, dan lingkungan tumbuh (Donald, 2008). Misalnya, pemilihan varietas tanaman yang tepat, penjadwalan penanaman yang optimal, pengelolaan tanah yang berkelanjutan, dan pemantauan kondisi lingkungan adalah aspek-aspek penting yang harus dipertimbangkan dalam praktek agronomi (Donald, 2008). Penerapan teknologi modern seperti sensor tanah dan drone pertanian juga dapat membantu

petani dalam memantau dan mengelola lahan pertanian dengan lebih efisien (Donald, 2008).

3. Peluang Karir dan Pengembangan Profesional dalam Bidang Agronomi

Bidang agronomi menawarkan berbagai peluang karir dan pengembangan profesional yang menarik (Brough, 2005). Agronom dapat bekerja sebagai peneliti, konsultan pertanian, manajer lahan pertanian, atau spesialis agroekologi (Brough, 2005). Selain itu, dengan perkembangan teknologi pertanian dan kebutuhan akan pertanian berkelanjutan yang semakin meningkat, permintaan akan tenaga kerja terampil di bidang agronomi juga terus bertambah (Brough, 2005). Program pendidikan dan pelatihan dalam bidang agronomi juga memberikan kesempatan bagi individu untuk mengembangkan keterampilan dan pengetahuan yang dibutuhkan untuk sukses dalam karir pertanian (Brough, 2005).

DAFTAR PUSTAKA

- Batie, S. S. (2005). Agricultural Pollution Control: Key Experiences and Constraints. *Agricultural Economics*, 32(1), 225-237.
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2008). The Nature and Properties of Soils (14th ed.). Pearson Education.
- Brough, D. W. (2005). Agronomy. *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems*, 3, 56-65.
- Chapman, J. (2017). Monitoring and Control Technologies in Agriculture. In: J. L. Hatfield, R. F. Follett (Eds.), *Remote Sensing Applications in Agriculture*, 189-206. CRC Press.
- Dobermann, A., & Fairhurst, T. (2002). Rice: Nutrient Disorders & Nutrient Management. Handbook Series. Potash & Phosphate Institute (PPI), Potash & Phosphate Institute of Canada (PPIC), and International Rice Research Institute (IRRI).
- Donald, C. M. (2008). The Agronomist's Contribution to Modern Agriculture. *Crop Science*, 48(2), 495-498.
- Edmeades, D. C. (2003). The Long-Term Benefits of Conservation Agriculture. In: C. J. Pearson, D. S. Harris (Eds.), *Field Crop Ecosystems*, 61-87. Elsevier.
- Fageria, N. K., Baligar, V. C., & Jones, C. A. (2011). Growth and Mineral Nutrition of Field Crops (3rd ed.). CRC Press.
- FAO. (2019). The State of Food and Agriculture 2019. FAO.
- Gautam, A., Webb, R., Attia, A., & Cahn, M. (2017). Precision Agriculture Tools for Improving Efficiency of Irrigation and Fertilization in the Agricultural Industry. In: M. M. El-Banna (Ed.), *Precision Farming: Concepts and Approaches*, 1-22. IntechOpen.
- IPCC. (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. IPCC.
- Pakroo, P. (2016). Modern Agricultural Technology: Application, Adoption and Impact on Food Security. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 6(2), 410-415.
- Pretty, J., Toulmin, C., & Williams, S. (2006). Sustainable Intensification in African Agriculture. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 4(2), 1-23.

- Purba, E. S., & Wibowo, L. A. (2020). Pengaruh Sistem Irigasi Tetes terhadap Pertumbuhan Tanaman Sayuran di Lahan Kering. *Jurnal Pertanian*, 8(2), 45-52.
- Santoso, B., & Susanto, A. (2018). Analisis Ketersediaan Air Tanah untuk Pertanian di Daerah Irigasi Tirta Nirwana, Jawa Timur. *Jurnal Sumber Daya Air*, 6(1), 12-21.
- Smith, C. W. (1995). History of Agronomy. In F. W. Alt, & M. D. R. Adams (Eds.), *Agronomy*, 1-15. American Society of Agronomy.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2010). *Plant Physiology* (5th ed.). Sinauer Associates.

BAB 2

FAKTOR-FAKTOR AGRONOMI

Oleh Rini Suryani

2.1 Pendahuluan

Agronomi merupakan ilmu yang mempelajari pengelolaan terhadap lahan dan mengupayakan produksi tanaman guna memperoleh hasil yang optimal. Agronomi juga dikenal sebagai ilmu terapan berbasis biologi tumbuhan yang mempelajari pengaruh dan manipulasi komponen biotik (hidup) dan abiotik (tidak hidup) terhadap tanaman untuk memenuhi kebutuhan manusia. Ilmu ini mencakup prinsip dan praktik pengelolaan tanah, air, dan tanaman untuk menghasilkan produksi yang maksimal, baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Hasil produksi tanaman ditentukan oleh faktor-faktor agronomi yang saling berinteraksi. Faktor-faktor agronomi memiliki peran penting dalam pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Adapun faktor-faktor agronomi yang menentukan keberhasilan dalam budidaya yaitu : faktor lingkungan (abiotik dan biotik), genetik dan teknik budidaya dan sosial ekonomi.

2.2 Faktor Lingkungan

Faktor lingkungan merupakan salah satu faktor agronomi yang sangat menentukan keberhasilan produksi tanaman. Faktor lingkungan mencakup berbagai kondisi luar yang mempengaruhi pertumbuhan, perkembangan, dan hasil tanaman. Faktor lingkungan digolongkan sebagai faktor abiotik dan faktor biotik.

2.2.1 Faktor Lingkungan Abiotik

Faktor abiotik merupakan faktor yang berkaitan erat dengan lingkungan atau komponen dalam suatu lingkungan yang tidak hidup. Menurut (Irnaningtyas, 2013), lingkungan abiotik tersusun dari komponen fisik dan kimia yang ada di ekosistem untuk kelangsungan hidup. Faktor abiotik diantaranya cahaya matahari,

suhu, kelembapan, air, tanah, udara, dan pH sebagai penyusun suatu ekosistem (Djunaid and Setiawati, 2018). Adapun faktor lingkungan abiotik yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman terdiri dari iklim dan tanah, dengan rincian sebagai berikut:

1. Iklim

1) Cahaya matahari

Sinar matahari merupakan sumber energi primer yang juga mempengaruhi keadaan suhu, kelembapan dan angin. Kebutuhan cahaya matahari bagi tanaman berbeda-beda berdasarkan kebutuhan hidupnya. Pengaruh radiasi matahari terhadap tanaman dapat dibagi dalam tiga aspek yaitu intensitas cahaya, kualitas cahaya, dan fotoperiodisitas (fotoperiodisme) yang secara langsung berpengaruh terhadap fotosintesis dan perkembangan tanaman.

1) Intensitas cahaya matahari

Intensitas cahaya adalah jumlah cahaya yang diterima tanaman dalam waktu tertentu per satuan luas.. Intensitas cahaya matahari sangat mempengaruhi morfologi dan fisiologi tanaman. Adapun morfologi dan fisiologi tanaman akibat intensitas cahaya matahari sebagai berikut :

Pengaruh intensitas cahaya terhadap morfologi tanaman :

- **Struktur daun**

Tanaman yang terpapar intensitas radiasi tinggi cenderung memiliki daun yang lebih kecil dan lebih tebal, serta lapisan lilin yang lebih banyak (Widiastuti, Tohari and Sulistyaningsih, 2004a).

- **Pertumbuhan batang tanaman**

Tanaman yang mendapatkan cahaya optimal menunjukkan pertumbuhan yang lebih baik dengan diameter batang yang besar bahkan jumlah daun dan bobot kering yang meningkat (Pratiwi, Purnamasari and Hidayanto, 2023). Hasil penelitian Zega *et al.* (2024), tanaman di

tempat gelap akan memiliki batang yang lebih tinggi, tidak disertai dengan peningkatan biomassa yang signifikan, sehingga memiliki batang rapuh dan tidak kokoh. Sedangkan, tanaman di tempat terang menunjukkan memiliki batang yang kokoh dan pertumbuhan batang yang lebih lambat, karena energi dari fotosintesis digunakan untuk memperkuat struktur tanaman, termasuk batang, daun, dan akar.

Namun kondisi intensitas cahaya yang rendah, menyebabkan etiolasi, yang memengaruhi tinggi tanaman dan mengurangi ketebalan daun serta kandungan klorofil (Mubarak, Impron and June, 2017).. Kondisi tanaman yang mengalami etiolasi dengan ciri-ciri, pemanjangan batang yang berlebihan menuju arah datangnya sinar matahari, batang kurus dan lemah, daunnya tidak berkembang baik batang maupun daun tidak mempunyai klorofil/berwarna kuning pucat.

- **Pembentukan bunga dan buah**

intensitas cahaya yang lebih tinggi dapat meningkatkan pembentukan bunga. Misalnya, tanaman yang terpapar intensitas cahaya 55% menyebabkan jumlah bunga yang lebih banyak dibandingkan pada kondisi intensitas lebih rendah (Widiastuti, Tohari and Sulistyaningsih, 2004b). Intensitas cahaya juga berpengaruh terhadap waktu munculnya bunga. Peningkatan intensitas cahaya dapat mempercepat waktu pembungaan pada beberapa jenis tanaman, seperti anggrek, di mana intensitas cahaya yang optimal dapat meningkatkan jumlah bunga dan mempercepat proses pembungaan pada tanaman (Paradiso and Pascale, 2021). Selain pembentukan bunga, intensitas cahaya juga

berkontribusi pada peningkatan biomassa tanaman, yang berdampak positif pada kualitas dan kuantitas buah yang dihasilkan. Tanaman yang mendapatkan cukup cahaya cenderung memiliki buah yang lebih besar dan berkualitas lebih baik (Widiastuti, Tohari and Sulistyaningsih, 2004b)

- **Warna daun**

Semakin tinggi intensitas cahaya maka kadar klorofil pada tumbuhan semakin tinggi (Budiyono *et al.*, 2016). Namun, tanaman yang terpapar cahaya berlebihan cenderung mengalami penurunan kandungan klorofil dan bahkan mengalami klorosis (warna daun menjadi pucat atau kekuningan). Intensitas cahaya optimum (cukup) maka daun akan berwarna hijau segar hingga hijau tua karena produksi klorofil berlangsung optimal.

Pengaruh intensitas cahaya terhadap fisiologi tanaman

- **Laju fotosintesis**

Intensitas cahaya matahari berperan penting dalam proses fotosintesis, di mana pada proses tersebut energi cahaya diubah menjadi energi kimia (Zannah *et al.*, 2023). Hasil dari proses fotosintesis digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pada kondisi intensitas cahaya tinggi meningkatkan laju fotosintesis karena ada lebih banyak energi yang dapat digunakan untuk proses ini. Sedangkan pada tempat gelap, fotosintesis tidak dapat berlangsung secara optimal. Kondisi intensitas cahaya tinggi akan meningkatkan laju fotosintesis hingga mencapai titik jenuh, di mana peningkatan cahaya lebih lanjut tidak meningkatkan laju fotosintesis (Zega *et al.*, 2024).

- **Laju transpirasi**

Intensitas cahaya selain mempengaruhi fotosintesis juga memengaruhi transpirasi. Transpirasi merupakan proses penguapan air yang berlangsung melalui permukaan tanaman yang terjadi akibat perbedaan tekanan uap didalam daun dan di atmosfer sekitar daun. Semakin tinggi Intensitas cahaya maka semakin meningkatkan laju transpirasi tanaman (Sugiarto, Marisa and Sarno, 2020). Kondisi intensitas cahaya yang berlebihan dapat merugikan karena menyebabkan transpirasi berlebihan dan stres pada tanaman.

Laju transpirasi yang meningkat akan berakibat positif karena meningkatkan absorpsi unsur hara dari tanah. Transpirasi dianggap sebagai mekanisme mempertahankan diri terhadap radiasi matahari, apabila terjadi berlebihan akan mengakibatkan berkurangnya air dalam sel dalam daun. Bila penguapan air tidak segera diganti oleh suplai air dari akar maka menyebabkan daun tanaman menjadi layu.

- **Perkecambahan benih**

Intensitas cahaya yang lebih tinggi dapat mempercepat proses perkecambahan. Intensitas cahaya yang lebih tinggi dapat memicu respons fisiologis dalam biji, terutama melalui aktivasi pigmen sensitif cahaya seperti fitokrom (Sutoyo, 2011). Fitokrom merupakan pigmen yang menyerap spektrum cahaya merah (660 nm) yang memegang peranan dalam perkecambahan biji. Fitokrom inframerah menginduksi embrio dalam biji untuk menghasilkan hormon Giberelin. Hormon Giberelin mampu memecah masa istirahat biji (dormansi biji) dan merangsang pertumbuhan embrio

2) Kualitas Cahaya Matahari

Cahaya matahari terdiri dari berbagai panjang gelombang dalam spektrum elektromagnetik. Tanaman hanya menggunakan sebagian dari spektrum ini dalam fotosintesis, yaitu cahaya tampak dengan panjang gelombang 400-700 nm. Sementara cahaya inframerah dan ultraviolet tidak berkontribusi secara langsung tetapi dapat mempengaruhi suhu dan kelembapan yang juga penting bagi pertumbuhan tanaman (Zannah *et al.*, 2023); (Santoso, Suhardjono and Wattimury, 2020). Cahaya matahari terdiri dari berbagai panjang gelombang, yang dapat dikelompokkan menjadi:

- Cahaya Merah (620-700 nm):
Berperan dalam fotosintesis dan aktivasi fitokrom, yang mengatur perkecambahan, pertumbuhan batang, dan pembungaan. Selain itu juga meningkatkan elongasi sel dan pertumbuhan vegetatif.
- Cahaya Biru (400-500 nm):
Mempengaruhi fototropisme (pertumbuhan tanaman menuju cahaya) dan pembukaan stomata. Sangat penting untuk perkembangan kloroplas dan sintesis klorofil. Mengatur pertumbuhan vegetatif dan mencegah etiolasi (pertumbuhan memanjang yang tidak normal).
- Cahaya Hijau (500-600 nm):
Cahaya hijau dapat menembus ke dalam kanopi tanaman, mendukung fotosintesis di daun bawah meskipun kurang efisien dalam fotosintesis.
- Cahaya Merah Jauh (700-800 nm):
Berinteraksi dengan cahaya merah melalui fitokrom untuk mengatur pembungaan dan respons naungan. Meningkatkan respons tanaman terhadap lingkungan yang teduh.

- **Cahaya UV (Ultraviolet):**
Merangsang produksi senyawa pelindung, seperti flavonoid dan antosianin, yang meningkatkan ketahanan tanaman terhadap stres. Tetapi, intensitas UV yang terlalu tinggi dapat merusak DNA dan protein tanaman.

Pengaruh kualitas cahaya terhadap fisiologi tanaman meliputi :

Fotosintesis:

Cahaya merah dan biru adalah yang paling efisien untuk fotosintesis karena diserap dengan baik oleh klorofil.

Cahaya hijau juga berkontribusi, terutama pada daun yang berada di bawah kanopi.

Perkecambahan

Cahaya merah mengaktifkan fitokrom, yang memicu perkecambahan pada biji.

Pengaruh kualitas cahaya terhadap morfologi tanaman meliputi :

Perkembangan Morfologi Batang dan Hasil Panen:

Cahaya biru mendukung pertumbuhan vegetatif yang kompak dan kuat, sementara cahaya merah mendukung elongasi batang. Cahaya merah dan biru meningkatkan efisiensi fotosintesis, yang secara langsung memengaruhi produksi biomassa dan hasil dan kualitas panen.

Pembungaan dan Perkembangan Reproduksi:

Rasio cahaya merah terhadap merah jauh (R:FR) memengaruhi waktu pembungaan. Rasio R:FR yang tinggi mendorong pembungaan pada tanaman hari panjang, sementara rasio rendah menghambatnya.

3) Fotoperiodisme (Lama Penyinaran)

Fotoperiodisme adalah respons fisiologis tanaman terhadap panjang relatif siang dan malam (fotoperiode), yang memengaruhi proses seperti pembungaan, pertumbuhan vegetatif, dan dormansi. Fotoperiodisme berperan penting dalam mengatur pembungaan pada

tanaman. Berdasarkan panjang hari/lama penyinaran tanaman diklasifikasikan menjadi tiga kelompok :

Tanaman hari pendek : tanaman yang mampu berbunga apabila panjang penyinaran lebih pendek dari periode kritis (periode gelap) tanaman yang dapat berbunga jika mendapat penyinaran kurang dari 12 jam sehari. Contoh : kedelai, padi, jagung, tembakau, kentang, kopi.

Tanaman hari panjang : tanaman yang mampu berbunga apabila panjang penyinaran lebih panjang dari periode kritis (periode gelap) / tanaman yang dapat berbunga jika mendapat penyinaran lebih dari 12 jam (14-16 jam) sehari. Contoh : bit gula, lobak, kubis, gandum.

Tanaman netral : tanaman yang tidak bergantung pada panjangnya penyinaran / tidak dipengaruhi oleh titik kritis untuk berbunga. Contoh : tomat, mentimun, kapas, bunga matahari dan mawar.

Fotoperiodisme berpengaruh pada aspek pertumbuhan dan perkembangan tanaman yaitu :

- (1) Inisiasi atau pembentukan bunga
- (2) Produksi dan kesuburan putik dan tepung sari(terutama jagung dan kedelai).
- (3) Pembentukan umbi pada ubi kayu, kentang bawang putih dan umbi-umbian.
- (4) Dormansi benih terutama biji gulma dan perkecambahan biji pada tanaman bunga.
- (5) Pertumbuhan tanaman secara keseluruhan seperti pembentukan anakan, percabangan dan pertumbuhan memanjang.

2) Suhu

Suhu merupakan faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Setiap tanaman memiliki kisaran suhu optimal yang berbeda-beda untuk mendukung pertumbuhan dan produksinya. Suhu yang terlalu tinggi atau rendah dapat menghambat proses metabolisme tanaman. Suhu

berkorelasi positif dengan radiasi matahari. Suhu meliputi suhu tanah maupun udara disekitar tajuk tanaman (iklim mikro).

Pengaruh suhu terhadap fisiologi tanaman sebagai berikut :

Fotosintesis

Suhu mempengaruhi aktivitas enzim dalam proses fotosintesis. Apabila suhu terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat mengurangi efisiensi fotosintesis dan menyebabkan stres pada tanaman. Menurut Tkemaladze and Makhashvili (2016) menyatakan bahwa suhu optimum bagi sebagian besar jenis tanaman berkisar 10-35 °C , apabila luar batas suhu tersebut maka fotosintesis pada tanaman akan terhambat.

Respirasi

Respirasi semakin meningkat dengan seiring dengan kenaikan suhu. Jika suhu terlalu tinggi, respirasi dapat melebihi fotosintesis, menyebabkan defisit energi. Hal ini menyebabkan fotosintesis digunakan lebih cepat daripada yang sedang diproduksi (Andriani and Karmila, 2019).

Transpirasi

Meningkatnya suhu udara dapat mengakibatkan peningkatan laju transpirasi pada tanaman (Setiawan, 2015). Suhu tinggi meningkatkan laju transpirasi (penguapan air melalui bagian stomata), sehingga mengakibatkan kehilangan air secara berlebih dan menimbulkan cekaman kekeringan. Pada kondisi suhu rendah dapat mengurangi transpirasi namun menyebabkan penyerapan air dan nutrisi menjadi terhambat.

Perkecambahan

Suhu optimal yang diperlukan dalam perkecambahan tanaman berbeda-beda tergantung pada jenis tanaman. Suhu kardinal terdiri dari suhu optimum (34°C), suhu minimum (10°C), dan suhu maksimum (45°C), yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Bouzo, 2012). Benih akan memperoleh daya kecambah tinggi pada saat suhu mendekati suhu optimum. Suhu optimum berperan

dalam aktivasi enzim yang terjadi dalam metabolisme biji, seperti amilase (memecah pati menjadi gula) dan protease (memecah protein menjadi asam amino). Kondisi lingkungan pada suhu rendah dapat menghambat proses perkecambahan, sementara suhu terlalu tinggi mengakibatkan kerusakan sel pada biji. Suhu mempengaruhi kecepatan dan persentase perkecambahan biji, yang secara langsung memengaruhi proses imbibisi dan reaksi biokimia yang mengatur metabolisme selama proses perkecambahan (Guo, Shen and Shi, 2020).

Pengaruh suhu terhadap morfologi tanaman sebagai berikut :

Pertumbuhan Vegetatif

Suhu optimal mendukung perpanjangan sel, pembelahan sel, dan perkembangan organ vegetatif seperti daun, batang, dan akar (Salisbury and Ross, 1993). Suhu terlalu rendah dapat menyebabkan pertumbuhan lambat atau kerdil, sementara suhu terlalu tinggi dapat menyebabkan etiolasi (pertumbuhan memanjang yang tidak normal).

Perkembangan Reproduksi

Suhu memengaruhi waktu pembungaan, pembentukan bunga, dan penyerbukan. Suhu tinggi dapat mempercepat pembungaan pada beberapa tanaman, tetapi dapat menyebabkan terhambatnya penyerbukan akibat serbuk sari yang rusak. Sedangkan suhu rendah akan menghambat proses pembungaan sehingga bunga menjadi mudah rontok (Liu *et al.*, 2023).

Perkembangan dan Kualitas Buah dan Biji

Suhu optimal akan mempengaruhi proses pembentukan dan pematangan buah. Akibat suhu terlalu tinggi menyebabkan buah kecil, gagal dalam pembentukan biji, atau cacat, sementara suhu terlalu rendah dapat menghambat pematangan buah atau biji.

3) Kelembaban udara

Kelembaban adalah salah satu faktor agronomi penting yang memengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman.

Kelembaban mengacu pada jumlah uap air di udara (kelembaban relatif) dan ketersediaan air di tanah. Kedua aspek ini memiliki dampak langsung dan tidak langsung pada proses fisiologis, morfologi, dan produktivitas tanaman. Kelembaban yang terlalu rendah dapat meningkatkan laju transpirasi, sedangkan kelembaban yang terlalu tinggi dapat memicu penyakit. Kondisi kelembaban rendah menyebabkan stomata tertutup sebagian guna menekan kehilangan air. Sedangkan pada kelembaban tinggi, stomata cenderung terbuka guna mendukung fotosintesis tetapi jika terlalu tinggi dapat meningkatkan resiko serangan patogen.

4) Curah hujan (Air)

Jumlah dan distribusi curah hujan berpengaruh terhadap ketersediaan air dalam tanah. Air merupakan faktor agronomi yang paling penting dan menentukan dalam pertumbuhan dan hasil tanaman. Tanpa air, tanaman tidak dapat bertahan hidup karena air terlibat dalam hampir semua proses fisiologis dan biokimia yang mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Terdapat peranan air bagi tanaman diantaranya : sebagai pelarut hara, penyusun protoplasma, dan bahan baku fotosintesis (Mubiyanto, 1997). Selain itu, air berperan sebagai penyusun tubuh tanaman (sekitar 70-90%) juga menjaga suhu tanaman agar tetap konstan.

Kekurangan air yang biasanya disebut sebagai cekaman kekeringan mengakibatkan turgor sel menurun, konsentrasi makromolekul meningkat, dan berdampak pada membran sel dan mempengaruhi aktivitas kimia air tanaman. Jika terjadi kelebihan air atau jumlahnya terlalu banyak (menimbulkan genangan) sering menimbulkan cekaman aerasi. Kelebihan air menyebabkan menurunkan pertukaran gas antara tanah dan udara yang mengakibatkan menurunnya ketersediaan O_2 bagi akar, menghambat pasokan O_2 bagi akar dan

mikroorganisme (mendorong udara keluar dari pori tanah maupun menghambat laju difusi).

Fungsi Air dalam Proses Fisiologis Tanaman

4) Fotosintesis

Air sebagai bahan baku utama dalam proses fotosintesis. Dalam reaksi fotosintesis, air (H_2O) dipecah menjadi oksigen (O_2), elektron, dan proton, yang digunakan untuk menghasilkan ATP dan NADPH. Oksigen dilepaskan sebagai produk sampingan, sementara elektron dan proton digunakan untuk mengubah CO_2 menjadi glukosa. Ketersediaan air akan meningkatkan laju fotosintesis pada tanaman sehingga berdampak terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman.

5) Transpirasi

Air menguap dari permukaan daun melalui stomata melalui proses transpirasi. Transpirasi membantu menjaga suhu tanaman agar tetap konstan serta sebagai upaya mengalirkan nutrisi hara dari akar menuju organ daun.

6) Turgor Sel

Air memberikan tekanan turgor pada sel tanaman, yang diperlukan untuk menjaga struktur sel dan mendukung pertumbuhan sel. Tekanan turgor sangat penting peranannya dalam pembukaan stomata dan pergerakan organ tanaman, seperti daun dan bunga. Tekanan turgor sangat penting untuk berbagai proses fisiologis, antara lain pembesaran sel, pertukaran gas pada daun, transpor dalam floem, serta proses transpor melintasi membran (Prihastanti, 2023).

7) Transportasi Nutrisi

Air berfungsi sebagai medium untuk melarutkan dan mengangkut nutrisi dari tanah ke akar dan kemudian ke seluruh bagian tanaman.

Fungsi Air dalam Pertumbuhan dan Hasil Tanaman

a. Perkecambahan

Air berperan dalam mengaktifkan metabolisme biji, termasuk aktivasi enzim yang memecah cadangan makanan dalam endosperma.

Tanpa air yang cukup, biji tidak dapat berkecambah. Tetapi apabila kelebihan air akan menyebabkan biji menjadi busuk

b. Pertumbuhan Akar

Air mendukung pertumbuhan akar dengan menyediakan medium untuk penyerapan nutrisi dan menjaga tekanan turgor. Ketersediaan air yang cukup mendorong perkembangan sistem perakaran yang sehat dan luas.

c. Pertumbuhan Batang dan Daun

Air diperlukan untuk elongasi sel dan pembelahan sel, yang mendukung pertumbuhan batang dan daun. kekurangan air menyebabkan pertumbuhan terhambat, daun layu, dan tanaman kerdil.

d. Perkembangan Reproduksi

Air mempengaruhi fase generatif tanaman yaitu pembungaan, penyerbukan, dan pembentukan buah. Kekurangan air dapat menyebabkan bunga rontok, kegagalan penyerbukan, dan buah/biji yang kecil atau cacat. Kekurangan air dapat mempengaruhi viabilitas serbuk sari dan kemampuan stigma untuk menerima serbuk sari, yang berujung pada kegagalan penyerbukan (Saini and Westgate, 2000).

e. Produktivitas tanaman

Ketersediaan air yang optimal meningkatkan produktivitas tanaman dengan mendukung fotosintesis, pertumbuhan vegetatif, dan perkembangan reproduktif. Kekurangan air (cekaman kekeringan) dapat mengurangi hasil panen. Selain itu, air mempengaruhi ukuran, rasa, dan kandungan nutrisi hasil panen. Contoh: Kekurangan air dapat

meningkatkan kandungan gula pada buah-buahan tetapi mengurangi ukuran buah.

5) Mutu Atmosfir/Udara

Atmosfer penting bagi kehidupan karena sebagai pelindung kehidupan yakni mencegah kenaikan suhu yang mencolok. Atmosfir juga sebagai selimut tebal bumi untuk mencegah fluktuasi suhu yang tinggi di bumi. Secara langsung atmosfer mempengaruhi tumbuhan terutama dalam penyediaan CO₂ untuk fotosintesis dan O₂ untuk respirasi. Secara tidak langsung mempengaruhi penyebaran panas, cahaya dan merangsang transpirasi, penyerbukan dan penyebaran biji-bijian.

6) Angin

Angin merupakan komponen atmosfer yang terjadi karena adanya perbedaan tekanan udara. Angin penting dalam ekologi karena :

- Pengatur iklim
- Mempengaruhi suhu, kelembaban udara dan curah hujan
- Mempengaruhi evapotranspirasi pada suhu rendah
- Membawa tepung sari untuk penyerbukan
- Membantu menyebarkan biji, buah dan spora
- Secara tidak langsung mempengaruhi penyebaran panas dan cahaya

Kecepatan angin sangat berpengaruh pada pertumbuhan tumbuhan. Angin kencang dapat menyebabkan kerusakan fisik tumbuhan seperti : daun robek, ranting dan dahan patah, batang roboh dan bahkan tercabut bersama akarnya.

7) Garis Lintang dan Ketinggian Tempat

Garis lintang dan ketinggian tempat merupakan dua faktor geografis yang sangat memengaruhi kondisi iklim, suhu, dan intensitas cahaya matahari di suatu wilayah. Keduanya berperan penting dalam menentukan kesesuaian tanaman, pola tanam, dan produktivitas pertanian. Suhu yang berbeda dari waktu ke waktu berhubungan erat dengan garis lintang

(latitude) yang berbeda antara satu tempat dengan tempat lainnya. Sinar matahari yang diterima di suatu tempat juga berbeda tergantung kepada panjang hari dan sudut jatuhnya sinar matahari. Intensitas Cahaya matahari dipengaruhi oleh posisi lintang sehingga pada wilayah dengan lintang rendah memiliki iklim tropis dengan suhu tinggi dan curah hujan melimpah (Diah *et al.*, 2020).

2. Tanah

Tanah merupakan salah satu faktor agronomi utama yang berperan dalam menentukan keberhasilan produksi tanaman. Tanah berperan penting dalam pertanian sebagai penyedia nutrisi, air, dan dukungan fisik bagi tanaman. Pengelolaan tanah yang baik sangat penting untuk meningkatkan produktivitas, menjaga keberlanjutan, dan melindungi lingkungan. Tanah merupakan sistem kompleks yang terdiri dari komponen fisik, kimia, dan biologi. Ketiga kriteria ini saling berinteraksi dan menentukan kesuburan, produktivitas, dan kesehatan tanah (Harefa and Lase, 2024). Berikut adalah uraian tentang kriteria sifat fisik, kimia dan biologi tanah

Sifat Fisik Tanah

a. Tekstur Tanah

Tekstur tanah ditentukan oleh perbandingan relatif antara partikel pasir, debu, dan liat. Tekstur tanah berpengaruh terhadap aerasi, drainase, serta kemampuan tanah menahan air dan unsur hara. Klasifikasi berdasarkan tekstur tanah sebagai berikut :

- 1) Tanah berpasir: memiliki aerasi dan drainase yang baik, tetapi kemampuan menahan air dan unsur hara rendah.
- 2) Tanah berdebu: memiliki kemampuan menahan air lebih baik daripada pasir, tetapi aerasi dan drainasenya kurang optimal.
- 3) Tanah berliat: Mampu menahan air dan unsur hara dengan baik, tetapi drainasenya buruk dan mudah mengalami pemadatan.

Tanah yang ideal untuk pertanian umumnya adalah tanah lempung, yaitu memiliki kombinasi seimbang antara pasir, debu, dan liat.

b. Struktur Tanah

Struktur tanah mengacu pada susunan dan agregasi partikel tanah yang membentuk gumpalan-gumpalan kecil (granul). Struktur tanah memengaruhi:

- 1) Pergerakan air dan udara dalam tanah.
- 2) Perkembangan akar tanaman.
- 3) Kemampuan tanah menahan air dan unsur hara.

Struktur tanah yang baik digunakan dalam budidaya tanaman adalah tanah yang gembur dan bergranul, karena dapat mendukung perkembangan akar dengan baik dan memudahkan airase atau pergerakan air dan udara. Sifat fisik tanah yang gembur menyebabkan akar berkembang dengan baik dan ruang jelajah akar akan menjadi luas, sehingga meningkatkan penyerapan hara dan air untuk mendukung proses asimilasi bagian atas tanaman (Angelina, Hadijah and Anggorowati, 2018).

c. Porositas dan Aerasi Tanah

Porositas Tanah adalah ruang pori antara partikel tanah, menentukan kemampuan tanah menahan air dan udara. Sedangkan aerasi tanah merupakan sirkulasi udara dalam tanah, penting untuk respirasi akar dan aktivitas mikroorganisme.

d. Warna Tanah

Warna tanah menunjukkan kandungan bahan organik dan mineral, sebagai berikut :

Cokelat Gelap: Tinggi bahan organik.

Merah atau Kuning: Mengandung besi teroksidasi.

Abu-abu atau Biru: Kondisi anaerob (tanah tergenang).

Sifat Kimia Tanah

Kriteria kimia tanah meliputi sifat-sifat yang berkaitan dengan komposisi kimia tanah, seperti pH, kandungan nutrisi, dan kapasitas tukar kation.

a. pH Tanah

pH tanah mengukur tingkat keasaman atau kebasaan tanah. Terdapat korelasi langsung antara ketersediaan unsur hara dan aktivitas ion H^+ atau pH dalam larutan tanah. Menurunnya pH tanah akan meningkatkan kelarutan unsur Mn, Zn, Cu, dan Fe. Jika pH tanah kurang dari sekitar 5,5, tingkat meracun unsur Mn, Zn, atau Al mengalami peningkatan. Namun, pengaruh pH terhadap unsur hara P dan B tidak secara langsung karena ketersediaan unsur ini tergantung pada pembentukan senyawa kurang larut yaitu Al, Fe, Mn, dan Ca, yang juga dipengaruhi oleh pH. Akibatnya, ketersediaan P dan B akan mengalami penurunan baik pada pH tinggi maupun rendah, dengan ketersediaan maksimal pada pH 5,5–7,0 (Siswanto, 2018). Berikut kisaran pH tanah beserta pengaruhnya terhadap tanah dan tanaman :

- 1) pH Optimal berkisar 6-7 bagi sebagian besar tanaman.
- 2) Tanah Asam ($pH < 6$): Membatasi ketersediaan hara seperti fosfor. Menurut Triharto, Musa and Sitanggang (2014), sifat tanah yang masam akibat dari kation Ca, Mg, K atau Na yang berkurang. Pada tanah masam akan menyebabkan unsur hara tanaman berada dalam bentuk yang tidak tersedia sehingga tidak dapat diserap oleh tanaman.
- 3) Tanah Basa ($pH > 7$): Menyebabkan defisiensi unsur mikro seperti besi dan seng.

b. Kandungan unsur hara

Tanah mengandung unsur hara makro dan mikro yang diperlukan bagi tanaman. Kebutuhan akan unsur hara digolongkan menjadi 2 yaitu : unsur hara makro dan mikro. Unsur hara makro merupakan unsur hara yang diperlukan dalam jumlah yang besar. Sedangkan unsur hara mikro merupakan unsur hara yang diperlukan dalam jumlah yang kecil (Mpapa, 2016).

1) Unsur Hara Makro Primer

Unsur ini sangat esensial dan sering kali menjadi faktor pembatas dalam pertumbuhan tanaman jika tidak tersedia dalam jumlah cukup.

Nitrogen (N)

Fungsinya : Berperan dalam pembentukan klorofil, protein, asam amino, enzim, dan hormon tanaman.

Gejala kekurangan: Daun menguning (klorosis), pertumbuhan terhambat, dan tanaman kerdil.

Gejala kelebihan: Pertumbuhan vegetatif berlebihan, jaringan tanaman menjadi lunak, serta rentan terhadap serangan hama dan penyakit.

Fosfor (P)

Fungsinya : Berperan dalam pembentukan ATP (energi), pertumbuhan akar, pembelahan sel, dan pembentukan bunga serta biji.

Gejala kekurangan: Pertumbuhan terhambat, warna daun lebih gelap atau keunguan, dan pembentukan bunga serta biji terganggu.

Gejala kelebihan: Dapat menghambat penyerapan unsur mikro seperti Fe dan Zn.

Kalium (K)

Fungsinya : Menjaga keseimbangan air, meningkatkan ketahanan terhadap penyakit, serta berperan dalam sintesis protein dan karbohidrat.

Gejala kekurangan: Daun menguning atau mengering di tepinya (nekrosis), batang lemah, dan produksi biji rendah.

Gejala kelebihan: Menyebabkan terhambatnya penyerapan unsur Mg dan Ca.

2) Unsur Hara Makro Sekunder

Unsur ini juga diperlukan dalam jumlah besar, tetapi umumnya tidak sebanyak unsur makro primer.

Kalsium (Ca)

Fungsi: Membantu perkembangan dinding sel, pembelahan sel, serta meningkatkan ketahanan tanaman terhadap stres lingkungan.

Gejala kekurangan: Daun muda menggulung, akar kurang berkembang, serta buah mudah busuk.

Gejala kelebihan: Dapat mengganggu penyerapan Mg dan K.

Magnesium (Mg)

Fungsi: Komponen utama klorofil, berperan dalam fotosintesis dan aktivasi enzim.

Gejala kekurangan: Daun tua menguning (klorosis), sering muncul pola belang di antara tulang daun.

Gejala kelebihan: Dapat mengganggu keseimbangan unsur lain seperti Ca dan K.

Sulfur (S)

Fungsi: Penting dalam sintesis protein, enzim, dan vitamin, serta berperan dalam pembentukan klorofil.

Gejala kekurangan: Daun muda menguning mirip gejala kekurangan nitrogen, serta pertumbuhan tanaman terhambat.

Gejala kelebihan: Jarang terjadi, tetapi dapat menyebabkan penurunan pH tanah yang ekstrem.

Semua unsur hara ini harus tersedia dalam jumlah yang seimbang agar tanaman dapat tumbuh optimal. Pengelolaan pemupukan yang tepat sangat penting untuk menjaga ketersediaan unsur hara sesuai kebutuhan tanaman

3) Unsur hara mikro

Unsur hara mikro adalah nutrisi esensial yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah sangat kecil (trace elements), tetapi memiliki peran kritis dalam proses fisiologi, metabolisme, dan pertumbuhan tanaman. Meski jumlahnya sedikit, kekurangan unsur mikro dapat menyebabkan gangguan serius pada tanaman.

Besi (Fe)

Fungsi : Komponen enzim dalam sintesis klorofil dan fotosintesis. Berperan dalam transfer elektron dan pembentukan protein.

Gejala Defisiensi:

Klorosis interveinal (urat daun hijau, jaringan antara menguning) pada daun muda. Pertumbuhan tanaman menjadi terhambat.

Mangan (Mn)

Fungsi : Aktivator enzim dalam fotosintesis, respirasi, dan sintesis klorofil. Penting untuk pembelahan sel dan metabolisme nitrogen.

Gejala Defisiensi:

Bercak klorosis kuning/abu-abu pada daun muda. Daun menggulung atau keriting.

Seng (Zn)

Fungsi : Penting untuk sintesis hormon pertumbuhan (auksin) dan enzim. Berperan dalam pembentukan klorofil dan biji.

Gejala Defisiensi:

Daun kecil dan mengkerut (roset), ruas pendek, klorosis antar tulang daun.

Tembaga (Cu)

Fungsi:

Komponen enzim dalam fotosintesis dan respirasi. Membantu pembentukan lignin pada dinding sel.

Gejala Defisiensi : Daun muda layu, ujung daun mengering, pertumbuhan terhambat.

Boron (B)

Fungsi : Penting untuk pembentukan dinding sel, pembungaan, dan pembuahan. Membantu transportasi gula dan penyerapan kalsium.

Gejala Defisiensi :

Tunas pucuk mati, buah/biji tidak berkembang, daun tebal dan rapuh.

Molibdenum (Mo)

Fungsi :

Esensial untuk fiksasi nitrogen oleh bakteri dan reduksi nitrat dalam tanaman. Aktivator enzim nitrogenase dan nitrat reduktase.

Gejala Defisiensi : Klorosis pada daun tua mirip defisiensi nitrogen, bunga gagal berkembang.

Klor (Cl)

Fungsi:

Berperan dalam fotosintesis (fotosistem II) dan regulasi tekanan osmotik. Meningkatkan ketahanan terhadap penyakit.

Gejala Defisiensi:

Daun layu, ujung daun mengering (jarang terjadi karena Cl tersedia di alam).

Nikel (Ni)

Fungsi:

Penting untuk aktivasi enzim urease (memecah urea) dan metabolisme nitrogen. Berperan dalam perkecambahan biji.

Gejala Defisiensi:

Akumulasi urea di daun, nekrosis pada ujung daun.

Unsur mikro diperlukan dalam kisaran 0,1–100 ppm, sehingga kelebihan (toksisitas) mudah terjadi jika diberikan berlebihan.

4) Kapasitas Tukar Kation (KTK)

KTK merupakan kemampuan tanah menahan dan melepaskan kation (ion positif) seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , dan Na^+ . Tanah dengan KTK Tinggi: Lebih subur karena dapat menyimpan lebih banyak nutrisi. Tanah dengan KTK Rendah: Membutuhkan pemupukan lebih sering. Semakin meningkatnya KTK, maka semakin besar kation yang dapat ditarik. Besar kecilnya KTK tanah dipengaruhi oleh kandungan liat dan bahan organik dalam tanah.. Besarnya nilai KTK tanah dipengaruhi oleh tekstur, bahan organik dan tipe mineral liat tanah. Semakin tinggi kandungan liat atau teksturnya yang semakin halus maka KTK tanahnya semakin besar. Jika kandungan bahan organik tanahnya tinggi akan menyebabkan nilai KTK tanah yang tinggi.

5) Bahan Organik

Tanah tersusun atas bahan mineral dan bahan organik. Bahan organik tanah adalah komponen penyusun

utama dalam tanah yang berasal dari sisa-sisa tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme yang telah mengalami penguraian. Bahan organik ini berperan penting dalam menentukan kesuburan tanah, struktur tanah, dan kemampuan tanah untuk mendukung kehidupan tanaman. Keberadaan bahan organik akan berdampak pada peningkatan kesuburan tanah yaitu ;

- Peningkatan Kapasitas Tukar Kation (KTK).
- Proses penguraian bahan organik akan menyebabkan penyediaan unsur hara yang dapat diserap oleh tanaman.
- Peningkatan terhadap struktur tanah
- Memperbaiki ketersediaan air di dalam tanah (Ranesa, Tejowulan and Padusung, 2024).

Adapun sumber bahan organik dapat diperoleh dari bahan-bahan berikut :

- Sisa Tumbuhan: ranting, daun, akar, serta bagian tubuh tanaman lainnya yang mati kemudian jatuh ke tanah.
- Sisa Hewan: kotoran hewan atau sisa hewan yang telah mati.
- Mikroorganisme: Jamur, Bakteri, serta organisme tanah lainnya yang mati dan menjadi bagian dari bahan organik.
- Pupuk organik buatan: Pupuk kandang, kompos, dan bahan organik lainnya yang ditambahkan ke tanah oleh manusia

6) Kriteria Biologi Tanah

Kriteria biologi tanah melibatkan keberadaan organisme hidup yang berada di dalam tanah, seperti mikroorganisme tanah dan cacing tanah

a) Mikroorganisme Tanah

Mikroorganisme berperan dalam dekomposisi bahan organik dan siklus nutrisi. Kesuburan tanah sangat dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme yang berperan dalam berbagai proses biokimia, antara lain:

Dekomposisi Bahan Organik

Mikroorganisme seperti bakteri, fungi, dan aktinomisetes berperan dalam dalam menguraikan bahan organik menjadi unsur hara sehingga dapat diserap tanaman. Proses penguraian bahan organik akan diperoleh hasil berupa humus yang meningkatkan kapasitas tanah dalam menyimpan air dan hara.

b) Fiksasi Nitrogen

Beberapa mikroorganisme memiliki kemampuan untuk mengikat nitrogen di udara kemudian mengubah bentuknya menjadi unsur hara yang dapat digunakan oleh tanaman. Contohnya Bakteri *Rhizobium*, sp yang bersimbiosis dengan akar tanaman kacang-kacangan (family *Leguminosae*). Bakteri *Rhizobium*, sp menumpang hidup pada perakaran tanaman kacang-kacangan. Simbiosis terbentuk antara tanaman kacang-kacangan dan Bakteri *Rhizobium*, sp dengan membentuk nodul akar guna memfiksasi nitrogen yang dibantu oleh enzim nitrogenase yang dapat mengubah nitrogen atmosfer menjadi amonia sehingga dapat dimanfaatkan oleh tanaman (Suryanti *et al.*, 2024). Terdapat pula *Azotobacter* dan *Cyanobacteria* (*Anabaena*, *Nostoc*) yang bersimbiosis dengan tumbuhan air seperti *Azolla* serta *Clostridium* yang bersifat bebas di tanah.

c) Pelapukan Mineral dan Pelepasan Hara

Mikroorganisme tanah berperan dalam pelapukan mineral yang melepaskan unsur hara seperti fosfor, kalium, dan sulfur. Contohnya :

- Bakteri Pelarut Fosfat (*Pseudomonas* dan *Bacillus*).
- Mikroorganisme Pelarut Kalium yang meningkatkan ketersediaan K dalam tanah.

d) Produksi Zat Pengatur Tumbuh (ZPT)

Terdapat mikroorganisme dapan memproduksi hormon pertumbuhan bagi tanaman, seperti auksin, giberelin dan sitokinin. Hormon tersebut dapat merangsang perkembangan akar dan pertumbuhan tanaman. Berikut contoh :

- *Pseudomonas fluorescens* menghasilkan hormon yang meningkatkan perakaran.
- *Azospirillum* menghasilkan auksin yang mendorong perpanjangan sel, merangsang pertumbuhan akar, batang dan daun.

Dengan demikian keberadaan mikroorganisme akan membantu penggunaan pupuk menjadi efisien, penyerapan nutrisi, dan mengurangi biaya produksi dalam budidaya pertanian.

e) Cacing Tanah

Cacing tanah tergolong hewan yang termasuk dalam filum *Annelida* yang tubuhnya menyerupai tabung dimana bagian tubuhnya tersegmentasi . Hewan ini hidup di tanah dan memakan bahan organik baik yang hidup maupun yang telah mati Cacing tanah memiliki peran yang sangat penting dalam meningkatkan kesuburan tanah dan mendukung ekosistem. Adapun peran cacing tanah sebagai berikut :

- Cacing tanah memiliki peranan penting pada proses penguraian (dekomposisi) bahan organik yang berlangsung di dalam tanah dimana bahan organik memiliki kandungan air dan nitrogen tinggi akan lebih cepat terurai, (Lubis *et al.*, 2022)
- Cacing tanah membantu menguraikan bahan organik dan menghasilkan kotoran yang kaya nutrisi, sehingga dapat menjadi sumber unsur hara bagi tanaman.
- Aktivitas cacing tanah dalam melakukan penguraian bahan organik akan

mempengaruhi sifat-sifat fisik dan kimia tanah. Cacing tanah juga meningkatkan jumlah populasi mikroba tanah (perbaikan sifat biologi tanah).

2.2.2 Faktor Lingkungan Biotik

Faktor biotik dalam konteks agronomi merujuk pada semua komponen hidup yang memengaruhi pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Komponen ini meliputi hama, penyakit dan gulma yang sifatnya memberikan kerugian dalam kegiatan budidaya tanaman. Faktor biotik berinteraksi dengan faktor abiotik (seperti tanah, air, dan iklim) untuk menciptakan lingkungan yang mendukung atau menghambat pertumbuhan tanaman bahkan berpengaruh terhadap hasil panen. Adapun uraian tentang Hama, Penyakit dan Gulma adalah sebagai berikut :

Hama

Segala jenis hewan yang berpotensi merusak tumbuhan serta merugikan manusia dari segi ekonomi. Hama terdiri dari serangga, non serangga.

1. *Serangga* termasuk ke dalam *Phylum Arthropoda* dan berkembang biak khusus secara seksual dan telur-telur yang dibuahi diletakkannya di berbagai tempat. Pada betina spesies tertentu dapat melakukan parthenogenesis yaitu menghasilkan turunan tanpa pejantan.

Berdasarkan tipe mulutnya serangga diklasifikasikan sebagai berikut :

Serangga tipe mulut mengunyah

Serangga dengan tipe ini menyebabkan kerusakan nyata. Contoh belalang, kumbang kacang (*Epilachna varivestis*), kumbang umbi kentang (*Leptinotarsa decemlineata*), dimana yang merusak serangga yang sudah dewasa. Serangga yang merusak pada masa larva antara lain ulat tongkol daun (*Heliothis zea*)

2. Hama non serangga (Hama bukan serangga), Hama bukan serangga yang biasanya menyerang tanaman adalah tikus dan babi hutan. Tikus merupakan hama terpenting di

sawah, ladang ataupun di tempat penyimpanan hasil panen. Babi hutan menjadi hama penting terutama di ladang ataupun sawah di pinggir hutan.

Hama lainnya yaitu tupai yang merusak atau memakan buah kelapa atau buah lainnya. Selain itu, burung yang dapat merugikan yang menyerang padi yang menguning.

Penyakit

Penyakit tanaman adalah sebuah kondisi dimana tanaman terganggu ataupun terhambat pertumbuhannya yang disebabkan oleh gangguan dari patogen maupun non patogen.

Penyakit dapat disebabkan oleh :

1. Cendawan, (dikelompokkan menjadi *Phycomycetes*, *Ascomycetes*, *Basidiomycetes* dan *Deutermycetes*)
2. Bakteri
3. Virus
4. Nematoda

2.2.3 Faktor Genetik dan Teknik Budidaya

Faktor teknik budidaya dan faktor genetik adalah dua pilar utama dalam agronomi yang menentukan keberhasilan pertanian. Teknik budidaya yang baik dapat memaksimalkan potensi genetik tanaman, sementara varietas unggul dengan sifat genetik yang baik dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian. Kombinasi keduanya yang tepat akan menghasilkan pertanian yang berkelanjutan, produktif, dan ramah lingkungan.

Faktor Genetik

Faktor Genetik bersumber dari bahan tanam yang digunakan seperti benih atau bibit. Keberhasilan budidaya tanaman sangat ditentukan oleh benih atau bibit yang diunakan. Saat ini sedang digalakkan penggunaan varietas unggul sebagai upaya peningkatan hasil panen. Adapun sifat-unggul yang dimiliki oleh varietas unggul seperti : hasil panen tinggi, ketahanan terhadap hama dan penyakit, serta adaptasi terhadap kondisi lingkungan tertentu.

Contoh: Varietas padi unggul seperti IR64 atau Ciherang yang tahan terhadap hama dan memiliki produktivitas tinggi.

Faktor Teknik Budidaya

Faktor teknik budidaya merujuk pada semua praktik dan metode yang digunakan dalam proses penanaman, pemeliharaan, dan panen tanaman. Teknik budidaya yang tepat dapat meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya dan memaksimalkan hasil pertanian. Beberapa aspek penting dalam teknik budidaya meliputi:

1. Pengolahan Tanah

- a. **Tujuan:** Mempersiapkan tanah agar gembur, aerasi baik, dan siap untuk ditanami.
- b. **Metode:** Pembajakan, penggaruan, atau penggunaan teknik tanpa olah tanah (zero tillage) untuk mengurangi erosi.

2. Pemilihan Varietas Tanaman

- a. Memilih varietas tanaman yang sesuai dengan kondisi lingkungan, iklim, dan jenis tanah.
- b. Varietas unggul yang tahan terhadap hama, penyakit, dan kondisi stres lingkungan lebih diutamakan.

3. Penanaman

- a. **Jarak Tanam:** Menentukan jarak tanam yang optimal untuk menghindari persaingan antar tanaman.
- b. **Waktu Tanam:** Menyesuaikan waktu tanam dengan musim dan kondisi iklim untuk memaksimalkan pertumbuhan tanaman.

4. Irigasi

- a. Memberikan air secara tepat sesuai kebutuhan tanaman.
- b. Metode irigasi yang efisien, seperti irigasi tetes atau sprinkler, dapat menghemat air dan meningkatkan produktivitas.

5. Pemupukan

- a. Memberikan nutrisi yang diperlukan tanaman melalui pupuk organik atau kimia.
- b. Pemupukan yang tepat dapat meningkatkan kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman.

6. Pengendalian Hama dan Penyakit

- a. Menggunakan metode pengendalian terpadu (*Integrated Pest Management/IPM*) yang meliputi penggunaan

pestisida, pengendalian biologis, dan praktik budidaya yang sehat.

- b. Rotasi tanaman dan penggunaan varietas tahan hama juga dapat mengurangi serangan hama dan penyakit.

7. Pemeliharaan Tanaman

Melakukan penyiangan gulma, pemangkasan, dan penjarangan untuk memastikan tanaman tumbuh optimal. Penggunaan mulsa untuk menjaga kelembapan tanah dan mengurangi pertumbuhan gulma.

8. Panen dan Pasca Panen

- a. Memanen pada waktu yang tepat untuk memastikan kualitas dan kuantitas hasil.
- b. Penanganan pasca panen yang baik, seperti penyimpanan dan pengemasan, untuk mengurangi kerusakan dan kehilangan hasil.

2.2.4 Faktor Sosial dan Ekonomi

Faktor sosial ekonomi memainkan peran krusial dalam agronomi karena memengaruhi keputusan, praktik, dan keberhasilan pertanian. Kondisi ekonomi, pendidikan, infrastruktur, kebijakan pemerintah, budaya, kelembagaan, dan dinamika sosial masyarakat semuanya berkontribusi terhadap produktivitas dan keberlanjutan pertanian. Untuk meningkatkan hasil pertanian, diperlukan pendekatan holistik yang mempertimbangkan tidak hanya aspek teknis, tetapi juga aspek sosial ekonomi yang memengaruhi kehidupan petani dan masyarakat pertanian.

Adapun faktor sosial ekonomi sebagai faktor agronomi sebagai berikut :

1. Kondisi Ekonomi Petani

Kondisi ekonomi petani memengaruhi kemampuan mereka untuk mengadopsi teknologi dan praktik pertanian modern. Beberapa aspek yang termasuk dalam faktor ekonomi adalah:

- a. Modal: Ketersediaan modal menentukan kemampuan petani untuk membeli benih unggul, pupuk, pestisida, dan alat pertanian modern.

- b. Akses ke Kredit: Petani dengan akses ke kredit atau pinjaman dapat menginvestasikan lebih banyak sumber daya untuk meningkatkan produktivitas.
- c. Harga Produk Pertanian: Fluktuasi harga produk pertanian memengaruhi pendapatan petani dan motivasi mereka untuk meningkatkan produksi.
- d. Biaya Produksi: Tingginya biaya produksi, seperti harga pupuk dan pestisida, dapat mengurangi keuntungan petani.

Pendidikan dan Pengetahuan Petani

- a. Tingkat pendidikan dan pengetahuan petani memengaruhi kemampuan mereka untuk mengadopsi teknologi dan praktik pertanian yang lebih baik.
- b. Pemahaman Teknologi Pertanian: Petani yang berpendidikan lebih mudah memahami dan menerapkan teknologi modern, seperti irigasi tetes atau penggunaan pupuk berimbang.
- c. Pelatihan dan Penyuluhan: Program penyuluhan pertanian dan pelatihan dapat meningkatkan pengetahuan petani tentang teknik budidaya yang efektif dan ramah lingkungan.
- d. Kesadaran tentang Pasar: Pengetahuan tentang permintaan pasar dan tren harga membantu petani memilih komoditas yang menguntungkan

2. Infrastruktur dan Akses ke Pasar

Infrastruktur yang baik dan akses ke pasar sangat penting untuk mendukung kegiatan pertanian :

- a. **Transportasi:** Jalan yang baik memudahkan pengangkutan hasil pertanian ke pasar, mengurangi kerusakan dan biaya transportasi.
- b. **Penyimpanan dan Pengolahan:** Fasilitas penyimpanan dan pengolahan yang memadai membantu mengurangi kerugian pasca panen dan meningkatkan nilai tambah produk.

- c. **Akses ke Pasar:** Petani dengan akses langsung ke pasar dapat menjual hasil panen dengan harga yang lebih baik, mengurangi ketergantungan pada perantara.

3. Kebijakan Pemerintah

Kebijakan pemerintah memainkan peran penting dalam mendukung atau menghambat kegiatan pertanian. Kebijakan pemerintah berkaitan erat pada :

- a. Subsidi dan Insentif: Subsidi untuk benih, pupuk, atau alat pertanian dapat mengurangi biaya produksi dan meningkatkan produktivitas.
- b. Regulasi Harga: Kebijakan stabilisasi harga produk pertanian membantu melindungi petani dari fluktuasi harga yang merugikan.
- c. Program Pembangunan Pertanian: Program seperti pembangunan irigasi, penyediaan kredit, dan pelatihan petani dapat meningkatkan efisiensi pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, V. and Karmila, R. (2019) 'Pengaruh Temperatur Terhadap Kecepatan Pertumbuhan Kacang Tolo (*Vigna sp.*)', *Stigma*, 12(1), pp. 49–53.
- Angelina, Hadijah, S. and Anggorowati, D. (2018) 'The Effect of Banana Peel Compost on the Growth and Yield of Spring Onion in Alluvial Soil', *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 7(3).
- Bouzo, C. (2012) 'Effect of temperature on melon development rate', *Agronomy research*, 10(1–2), p. 283. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2012/287608>.
- Budiyono, R. *et al.* (2016) 'KERAPATAN STOMATA DAN KADAR KLOOROFIL TUMBUHAN *CLAUSENA EXCAVATA* BERDASARKAN PERBEDAAN INTENSITAS CAHAYA', in *Seminar Nasional Pendidikan dan Saintek 2016*, pp. 61–65.
- Diah, H. *et al.* (2020) 'Penerapan Klasifikasi Iklim Schmidt Ferguson untuk Kesesuaian Tanaman Kurma di Daerah Lembah Barbate Kabupaten Aceh Besar', *Jurnal biologi Edukasi*, 15(01), pp. 29–36.
- Djunaid, R. and Setiawati, H. (2018) 'Gastropoda di perairan budidaya rumput laut (*Euclima* sp) Kecamatan Suppa Kabupaten Pinrang', *Jurnal Bionature*, 19(1), pp. 35–46.
- Guo, C., Shen, Y. and Shi, F. (2020) 'fect of temperature, light, and storage time on the seed germination of *Pinus bungeana* Zucc. Ex Endll.: The role of seed- covering layers and abscisic acid changes', *Forest*, 11(3), p. 300. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/f11030300>.
- Harefa, L. and Lase, N.. (2024) 'KAJIAN PERAN MIKROORGANISME TANAH DALAM PERTANIAN BERKELANJUTAN', *PENARIK: Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan*, 01(02), pp. 150–155.
- Irnaningtyas (2013) *Biologi untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta: Erlangga.
- Liu, M. *et al.* (2023) 'From the floret to the canopy: High temperature tolerance during flowering', *Plant Communications*, 4(13), pp. 1–15.
- Lubis, N. *et al.* (2022) 'Pemanfaatan Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*) Dalam Mendekomposisi Limbah Organik dan

- Menghasilkan Pupuk Vermikompos di Desa Kubucolia Kec. Dolat Rakyat Kab. Karo', *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Digital (JUPED)*, 1(1), pp. 19–26.
- Mpapa, B.. (2016) 'ANALISIS KESUBURAN TANAH TEMPAT TUMBUH POHON JATI (*Tectona grandis* L.) PADA KETINGGIAN YANG BERBEDA', *Agrista*, 3, p. 2016.
- Mubarak, S., Impron and June, T. (2017) 'Efisiensi Penggunaan Radiasi Matahari dan Respon Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) terhadap Penggunaan Mulsa Reflektif', *J. Agron Indonesia*, 46(3), pp. 247–253. Available at: <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.24831/jai.v46i3.18220>.
- Mubiyanto, B.. (1997) 'Tanggapan tanaman kopi terhadap cekaman air', *Jurnal Puslit Kopi dan Kakao*, 13(3), pp. 83–95.
- Paradiso, R. and Pascale, S.. (2021) 'Effects of plant size, temperature, and light intensity on flowering of *Phalaenopsis* hybrids in mediterranean greenhouses', *The Scientific World Journal*, pp. 1–9.
- Pratiwi, S., Purnamasari, R.. and Hidayanto, F. (2023) 'Pengaruh Intensitas Radiasi Matahari Dan Pemberian Pupuk Nitrogen Terhadap Produktivitas Sawi Putih (*Brassica pekinensis* L.)', *Agrisaintifika, Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 7(1), pp. 40–47.
- Prihastanti, E. (2023) 'PERANAN DAN POLA AKUMULASI PROLINE TANAMAN PADA ADAPTASI CEKAMAN KEKERINGAN', in *Proceeding Biology Education Conference*, pp. 417–420.
- Ranesa, S., Tejowulan, R.. and Padusung (2024) 'Efek Kandungan Bahan Organik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai pada Kondisi Stres Air', *Journal of Soil Quality and Management*, 1(1), pp. 79–86.
- Saini, H.. and Westgate, M.E. (2000) 'Reproductive development in grain crops during drought', *Advances in Agronomy*, 68, pp. 59–96.
- Salisbury, F.. and Ross, C.. (1993) *Fisiologi Tumbuhan Jilid 2*. Edited by I.T. Bandung. Bandung.
- Santoso, J., Suhardjono, H. and Wattimury, A. (2020) 'Kajian Nilai Curs Spektrum Warna Terhadap Warna Cahaya Matahari dan Cahaya Buatan untuk Pertumbuhan Tanaman', in

- Seminar Nasional Magister Agroteknologi Fakultas Pertanian UPN "Veteran" Jawa Timur*, pp. 11–22. Available at: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.11594/nstp.2020.060>.
- Setiawan, E. (2015) *Perkembangan Tanaman*. Madura: Universitas Trunojoyo Madura Press.
- Siswanto, B. (2018) 'SEBARAN UNSUR HARA N, P, K DAN PH DALAM TANAH', *Buana Sains*, 18(02), pp. 109–124.
- Sugiarto, A., Marisa, H. and Sarno (2020) 'Pemodelan pengaruh peningkatan suhu udara terhadap laju transpirasi bibit *Lansium domesticum* Corr menggunakan metode potometer yang dimodifikasi', *SRIBIOS: Sriwijaya Bioscientia*, 01(01), pp. 31–34.
- Suryanti, E. *et al.* (2024) 'Isolasi dan Karakterisasi Bakteri *Rhizobium* asal Bintil Akar Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea*) dan Koro Rawe (*Mucuna bracteata*)', *Jurnal Sumberdaya HAYATI*, 10(4), pp. 172–182.
- Sutoyo (2011) 'FOTOPERIODE DAN PEMBUNGAAN TANAMAN', *Buana Sains*, 11(02), pp. 137–144.
- Tkemaladze, G.. and Makhashvili, K.. (2016) 'Climate changes and photosynthesis', *Annals of Agrarian Science*, 14(02), pp. 119–126.
- Triharto, S., Musa, L. and Sitanggang, G. (2014) 'Survei dan Pemetaan Unsur Hara N, P, K dan pH Tanah Pada Lahan Sawah Tadah Hujan di Desa Durian Kecamatan Pantai Labu.', *Jurnal Online Agroekoteknolog*, 2(3), pp. 1195–1204.
- Widiastuti, L., Tohari and Sulistyaningsih, E. (2004a) 'Pengaruh Intensitas Cahaya dan Kadar Daminosida Terhadap Iklim Mikro dan Pertumbuhan Tanaman Krisan dalam Pot', *Jurnal Ilmu Pertanian*, 11(2), pp. 35–42.
- Widiastuti, L., Tohari and Sulistyaningsih, E. (2004b) 'PENGARUH INTENSITAS CAHAYA DAN KADAR DAMINOSIDA TERHADAP IKLIM MIKRO DAN PERTUMBUHAN TANAMAN KRISAN DALAM POT', *Jurnal Ilmu Pertanian*, 11(2), pp. 35–42.
- Zannah, H. *et al.* (2023) 'PERAN CAHAYA MATAHARI DALAM PROSES FOTOSINTESIS TUMBUHAN', *Cermin: Jurnal Penelitian*, 7(1), pp. 204–214.

Zega, N.. *et al.* (2024) 'PERBANDINGAN LAJU FOTOSINTESIS PADA TANAMAN YANG TUMBUH DITEMPAT TERANG DAN GELAP', *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan*, 01(02), pp. 162-169.

BAB 3

PENGUNAAN LAHAN DAN TEKNIK KONSERVASI LAHAN

Oleh Priyadi

3.1 Pentingnya Pengolahan Lahan dalam Budidaya

Pengolahan lahan/ pengolahan tanah memiliki peran penting dalam budidaya tanaman untuk menciptakan kondisi lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan dan produksi tanaman. Pengolahan tanah merupakan salah satu praktik budidaya yang sangat penting dalam pertanian. Pengolahan tanah memiliki tujuan yang bermacam-macam, salah satunya yaitu untuk menciptakan kondisi tanah yang optimal bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Dengan menjaga kualitas lahan melalui pengelolaan lahan, pertumbuhan dan produktivitas tanaman dapat ditingkatkan secara signifikan.

Mempertahankan kualitas lahan yang optimal melalui pengelolaan lahan sangat penting untuk mengurangi tingkat erosi, mempertahankan produktivitas tanah, meningkatkan infiltrasi air, mengatur pH tanah, dan melestarikan populasi mikroba tanah. Selain itu, teknik pengelolaan lahan yang efektif seperti tindakan mekanis dan vegetatif dapat digunakan untuk mengurangi degradasi tanah dan erosi, dengan demikian, pengelolaan lahan yang optimal melalui teknik konservasi yang tepat dapat menciptakan kondisi tanah yang sehat dan berkelanjutan, serta mempertahankan produktivitas lahan pertanian dalam jangka panjang.

Berikut adalah penjelasan lebih lanjut mengenai pentingnya pengolahan tanah pada budidaya tanaman:

1. Menggemburkan dan Meningkatkan Aerasi Tanah
 - a. Pengolahan tanah dapat menggemburkan tanah yang padat atau terkompresi, sehingga meningkatkan aerasi dan memperbaiki struktur tanah.

- b. Aerasi yang baik memungkinkan akar tanaman untuk tumbuh dan menyebar dengan lebih mudah, serta memfasilitasi pertukaran gas antara tanah dan atmosfer.
- c. Menurut (Lal & Kimble, 1997), pengolahan tanah yang tepat dapat meningkatkan porositas tanah dan meningkatkan infiltrasi air ke dalam tanah.

2. Pengendalian Gulma

- a. Pengolahan tanah membantu dalam mengendalikan pertumbuhan gulma yang dapat berkompetisi dengan tanaman budidaya dalam mendapatkan nutrisi, air, dan cahaya matahari.
- b. Dengan mengolah tanah, gulma dapat dicabut atau dikubur, sehingga memberikan peluang bagi tanaman budidaya untuk tumbuh dengan baik.
- c. Pengolahan tanah juga dapat memutus siklus hidup gulma, seperti mencegah perkecambahan biji gulma atau mengganggu pertumbuhan akar gulma (Mohler et al., 2018).

3. Peningkatan Ketersediaan Nutrisi

- a. Pengolahan tanah dapat membantu dalam proses dekomposisi bahan organik tanah, seperti sisa-sisa tanaman atau pupuk organik.
- b. Proses dekomposisi ini melepaskan nutrisi yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman budidaya untuk pertumbuhan dan produksi.
- c. Menurut (Hillel & Rosenzweig, 2011), pengolahan tanah juga dapat membantu dalam pencampuran pupuk atau amendemen tanah lainnya ke dalam lapisan tanah yang sesuai untuk pertumbuhan akar tanaman.

4. Persiapan Lahan untuk Penanaman

- a. Pengolahan tanah mempersiapkan lahan untuk penanaman dengan menciptakan kondisi yang ideal bagi perkecambahan biji dan perkembangan bibit.
- b. Tanah yang diolah dengan baik dapat memfasilitasi penyebaran benih secara merata dan menyediakan

lingkungan yang sesuai untuk perkecambahan dan pertumbuhan awal tanaman.

- c. Meskipun pengolahan tanah memberikan banyak manfaat, perlu diperhatikan bahwa pengolahan yang berlebihan atau tidak tepat dapat menyebabkan kerusakan struktur tanah, erosi, dan kehilangan bahan organik tanah. Oleh karena itu, pengolahan tanah harus dilakukan dengan bijak dan dipadukan dengan praktik konservasi tanah yang tepat untuk mendukung pertanian berkelanjutan.

3.2 Metode Pengolahan Tanah

Metode pengolahan lahan atau pengolahan tanah (*tillage*) merupakan faktor penting dalam budidaya tanaman. Terdapat berbagai metode pengolahan tanah yang dapat diterapkan, tergantung pada kondisi lahan, jenis tanaman, dan tujuan pengolahan. Berikut adalah beberapa metode pengolahan lahan yang umum digunakan:

3.2.1 Pengolahan Tanah Konvensional (*Conventional Tillage*)

Metode ini melibatkan pengolahan tanah secara intensif dengan menggunakan alat-alat seperti bajak (*plow*), cangkul (*harrow*), dan garu (*disk*). Tanah diolah secara menyeluruh hingga kedalaman tertentu, biasanya 15 cm bahkan dibeberapa tempat pengolahan tanah dilakukan sampai dengan kedalaman 40 cm dengan tujuan melakukan pembalikan tanah bagian bawah ke atas. Pengolahan tanah ini juga bertujuan untuk menggemburkan tanah, mencampur sisa-sisa tanaman ke dalam tanah, dan mengendalikan gulma.

Metode pengolahan tanah konvensional berkaitan dengan proses pengolahan tanah yang dilakukan untuk menyediakan tanah untuk penanaman. Pengolahan tanah ini umumnya terdiri menjadi tiga tahapan yaitu: pengolahan tanah primer, pengolahan tanah sekunder, dan persiapan persemaian.

1. Pengolahan tanah primer merujuk pada kegiatan pemotongan dan pembalikan tanah pertama setelah panen panen atau lahan bera yang belum diolah. Hal ini biasanya

dilakukan diantara musim tanam atau kegiatan tanam jenis tanaman satu dan tanaman berikutnya. Kedalaman pengolahan yang dilakukan umumnya antara 10 hingga 30 cm. Kegiatan yang dilakukan yaitu pembajakan dengan proses memotong dan membalikkan tanah. Tujuan utama pada pengolahan tanah ini adalah untuk mengendalikan gulma, termasuk tunggul tanaman, dan memulihkan struktur tanah.

2. Pengolahan tanah sekunder merupakan pengolahan tanah dangkal yang dilakukan setelah pengolahan tanah primer untuk menghasilkan struktur tanah dan tingkat kemiringan tanah yang baik. Dalam kegiatan ini, tanah diaduk dan dikondisikan dengan memecahkan gumpalan tanah yang masih berukuran besar, menutup retakan dan celah-celah yang terbentuk saat pengeringan. Pada praktek ini biasanya dilakukan juga penambahan pupuk kandang dan pupuk, perataan, pemberian mulsa, pembentukan guludan dan pembuatan alur. Kegiatan ini mencakup pengolahan tanah, pemecahan, penggarukan, perataan, dan pembentukan guludan sesuai dengan kebutuhan tanaman yang akan dibudidayakan.
3. Pengolahan tanah untuk persiapan persemaian benih adalah kegiatan yang tidak memerlukan penetrasi yang sangat dalam. Tujuannya adalah untuk mengatur kondisi tanah agar cocok untuk perkecambahan benih. Pertama, tanah dicangkul atau digemburkan untuk memastikan aerasi dan drainasinya optimal, sehingga benih dapat berkecambah dengan baik. Selanjutnya, proses ini membantu mengendalikan pertumbuhan gulma dengan cara mencabut atau menguburnya di dalam tanah, sehingga mengurangi persaingan unsur hara dan cahaya antara gulma dan benih yang ingin disemaikan. Selain itu, pengolahan tanah juga bertujuan untuk menciptakan struktur tanah yang remah dan gembur, yang akan mendukung perkecambahan dan perkembangan akar benih. Tidak hanya itu, seringkali pupuk kandang atau bahan organik lainnya ditambahkan ke tanah saat proses pengolahan untuk meningkatkan

kesuburan tanah dan aerasinya bagi persemaian. Dengan demikian, pengolahan tanah yang dangkal ini bertujuan untuk menyiapkan kondisi tanah yang optimal bagi penyemaian benih sebelum dilakukan penanaman utama.

3.2.2 Pengolahan Tanah Minimum (*Minimum Tillage*)

Metode pengolahan tanah ini dilakukan dengan mengurangi pengolahan tanah secara ekstensif dengan hanya mengolah tanah seperlunya. Sebagian besar sisa-sisa tanaman dipertahankan di permukaan tanah untuk melindungi tanah dari erosi dan mengurangi kehilangan air. Pengolahan tanah minimum dapat dilakukan dengan menggunakan alat-alat seperti *chisel plow* atau *strip-till*. Pengolahan tanah minimum ditujukan untuk mengurangi pengolahan tanah seminimal mungkin untuk memastikan persemaian yang baik, perkecambahan yang cepat, tegakan yang optimal, dan kondisi pertumbuhan yang baik. Pengolahan tanah dapat dikurangi dengan dengan dua cara, yaitu dengan meniadakan kegiatan pengolahan tanah, yang tidak memberikan banyak manfaat jika dibandingkan dengan biaya, dan dengan menggabungkan kegiatan pertanian seperti pembibitan dan pemberian pupuk.

Selain itu terdapat pula beberapa keuntungan dalam kegiatan pengolahan tanah ini, terutama pada tanah-tanah bertekstur kasar dan sedang. Keuntungan tersebut antara lain;

1. Kondisi tanah yang lebih baik karena penguraian sisa-sisa tanaman secara in situ.
2. Infiltrasi yang lebih tinggi yang disebabkan oleh vegetasi yang ada di tanah dan saluran yang dibentuk oleh penguraian akar-akar yang mati.
3. Lebih sedikit hambatan terhadap pertumbuhan akar karena struktur yang lebih baik.
4. Lebih sedikit pemadatan tanah karena berkurangnya pergerakan kendaraan pengolahan tanah yang berat.
5. Erosi tanah yang lebih sedikit dibandingkan dengan pengolahan tanah konvensional.

Sedangkan kekurangan dari kegiatan pengolahan tanah ini yaitu;

1. Tingkat perkecambahan benih menurun ketika tanah hanya diolah secara minimum.
2. Diperlukan penambahan nitrogen yang lebih banyak karena proses dekomposisi bahan organik berlangsung lambat. Ini berlaku terutama di daerah beriklim sedang. Namun, sebaliknya, di daerah tropis, disarankan untuk menggunakan pengolahan tanah minimum untuk menjaga kandungan bahan organik dalam tanah.
3. Nodulasi pada beberapa tanaman polong, seperti kacang panjang dan kacang polong, dapat terganggu.
4. Penaburan sulit dilakukan dengan peralatan standar.
5. Penggunaan herbisida secara terus-menerus dapat menyebabkan masalah polusi dan dominasi gulma yang sulit dikendalikan (pergeseran gulma).

3.2.3 Pengolahan Tanah Tanpa Olah Tanah (*No-Tillage*)

Metode pengolahan tanah ini tidak melibatkan pengolahan tanah sama sekali. Tanaman ditanam langsung ke dalam tanah dengan membuat lubang atau alur kecil melalui sisa-sisa tanaman dari musim sebelumnya. Metode ini sangat efektif dalam mengendalikan erosi tanah dan mempertahankan kelembaban tanah. Pengolahan tanah tanpa olah tanah adalah bentuk ekstrem dari pengolahan tanah minimal. Hal ini dilakukan dengan menghindari pengolahan primer sepenuhnya, sedangkan kegiatan pengolahan sekunder tanah dibatasi hanya untuk persiapan lahan persemaian di zona barisan.

Pendekatan ini juga dikenal sebagai sistem tanpa olah tanah, dan praktek ini biasanya digunakan pada daerah-daerah di mana tanah rentan terhadap erosi akibat angin dan air. Dimana pada daerah ini pengolahan tanah menjadi sulit, dan membutuhkan biaya tinggi dan tenaga kerja untuk pengolahan tanah. Gulma umumnya dikendalikan dengan menggunakan herbisida, sehingga metode ini juga disebut sebagai pengolahan tanah secara kimiawi. Terdapat dua jenis pengolahan tanah tanpa olah tanah yang umum dikenal (Barnett, 1990).

1. ***Till Planting***: adalah salah satu metode pengolahan tanah tanpa olah tanah. Pembersihan sampah dilakukan di atas barisan tanaman sebelumnya, dan penanam dilakukan dengan membuka jalur sempit tempat benih ditanam dan kemudian ditutup. Dalam pengolahan tanah tanpa olah tanah, penggunaan herbisida diperluas. Sebelum penaburan benih dilakukan, vegetasi yang ada dimatikan dengan menggunakan herbisida non-selektif yang memiliki efek residu singkat seperti Paraquat. Setelah itu, herbisida selektif dan tahan lama digunakan untuk mengendalikan gulma yang mengandung bahan aktif Atrazine, Alachlor, dan lain-lain.
2. ***Sod Planting/ Sod culture***: Sod merujuk pada lapisan atas tanah yang terikat oleh akar rumput atau rumput-rumputan. Penanaman benih langsung ke tanah tanpa pengolahan disebut kultur tanah atau penyemaian tanah. Biasanya, benih ditanam secara mekanis langsung ke dalam tanah, terutama untuk kacang-kacangan atau biji-bijian kecil.

Keuntungan dari penggunaan pengolahan tanah tanpa olah tanah yaitu; (i) tanah yang tidak diolah memiliki struktur yang homogen dengan jumlah cacing tanah yang lebih banyak. Sifat-sifat fisik tanah ini terlihat jelas setelah dua tahun tanpa pengolahan tanah. (ii) kandungan bahan organik meningkat karena berkurangnya mineralisasi. (iii) limpasan permukaan berkurang karena adanya mulsa (Triplett Jr & Dick, 2008). Sedangkan kekurangan dari tanpa olah tanah antara lain; (i) wilayah-wilayah dengan iklim sedang, dosis nitrogen harus diberikan lebih besar untuk mendukung proses mineralisasi bahan organik di lahan yang tidak diolah, (ii) lahan yang tidak diolah cenderung menghasilkan populasi gulma tahunan yang besar, dan (iii) masalah lainnya meliputi peningkatan jumlah tanaman sukarela dan peningkatan kehadiran hama (Baker & Saxton, 2006).

3.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pengolahan Tanah

Terdapat beberapa faktor yang memengaruhi seberapa intensif dan dalamnya proses pengolahan tanah. Faktor-faktor tersebut mencakup jenis tanah, jenis tanaman, praktik pertanian, kelembaban tanah, iklim, serangan gulma, metode irigasi, kebutuhan spesifik tanaman, kondisi ekonomi, serta pengetahuan dan pengalaman petani (Erenstein, 2009; Lal, 1995; Raper & Sharma, 2004; Reicosky & Allmaras, 2003).

Jenis tanah mempengaruhi kebutuhan pengolahan karena tiap jenis memiliki karakteristik (Erenstein, 2009) yang berbeda, seperti tekstur, struktur, dan kandungan organik. Tanah berat (liat) membutuhkan pengolahan lebih intensif dibandingkan dengan tanah ringan (berpasir). Tanaman yang ditanam juga berperan, misalnya, tanaman pangan seperti padi dan gandum memerlukan pengolahan yang lebih intensif dibandingkan dengan tanaman perkebunan seperti kelapa sawit.

Faktor iklim dan musim juga penting dalam menentukan waktu dan kedalaman pengolahan tanah. Di daerah tropis, pengolahan tanah sering dilakukan di awal musim hujan untuk memanfaatkan kelembaban tanah yang optimal. Serangan gulma yang parah dapat memerlukan pengolahan tanah lebih intensif untuk mengendalikannya.

Metode irigasi, kebutuhan khusus tanaman, dan kondisi ekonomi petani juga mempengaruhi pilihan pengolahan tanah. Petani dengan sumber daya terbatas mungkin memilih metode pengolahan tanah yang lebih sederhana dan ekonomis. Terakhir, pengetahuan dan pengalaman petani berperan penting dalam menentukan strategi pengolahan yang tepat.

Berikut beberapa penjelasan terkait faktor-faktor yang mempengaruhi pengolahan tanah;

- 1. Jenis Tanaman;** faktor tanaman menentukan intensitas, kedalaman, dan metode operasi pengolahan tanah. Tanaman dengan benih berukuran kecil seperti jewawut dan tembakau membutuhkan pengolahan tanah yang halus untuk memberikan kontak yang erat antara tanah dan benih. Sebaliknya, tanaman dengan benih berukuran lebih

- besar seperti sorgum, jagung, dan kacang-kacangan memerlukan pengolahan tanah yang lebih kasar. Tanaman umbi-umbian membutuhkan pengolahan tanah yang dalam, sedangkan padi membutuhkan genangan air yang dangkal.
2. **Jenis Tanah;** jenis tanah sangat menentukan waktu pelaksanaan pengolahan tanah. Tanah ringan membutuhkan persiapan lahan yang lebih awal dan cepat karena memiliki drainase yang baik dan kapasitas retensi air yang rendah dibandingkan dengan tanah berat.
 3. **Iklim;** kondisi iklim akan mempengaruhi kadar air tanah, rancangan pengolahan tanah yang diperlukan, dan jenis budidaya. Curah hujan yang rendah dan kapasitas retensi air yang rendah pada tanah dangkal tidak memungkinkan pembajakan yang dalam pada awal musim. Tanah berat yang mengalami retak-retak selama musim panas (diolah sendiri) hanya perlu digaru. Tanah ringan di daerah kering membutuhkan pengolahan tanah yang kasar untuk meminimalisir erosi angin.
 4. **Jenis budidaya;** kegiatan budidaya dapat mempengaruhi intensitas persiapan lahan. Di lahan kering, pembajakan yang dalam diperlukan untuk membasmi gulma dan untuk menjaga kelembaban tanah. Sedangkan untuk penanaman intensif, pembajakan dangkal yang berulang-ulang sudah cukup memadai.
 5. **Sistem tanam;** dalam sistem tanam yang melibatkan tanaman yang berbeda, setiap jenis tanaman membutuhkan jenis pengolahan tanah yang berbeda pula.

Tanaman setelah padi misalnya membutuhkan pengolahan tanah mulai dari persiapan yang berulang kali untuk mendapatkan persemaian yang ideal (Yadav et al., 2017). Tanaman seperti umbi-umbian seperti kentang membutuhkan pengolahan tanah minimum untuk meminimalkan kerusakan struktur tanah dan menjaga kelembaban tanah (Malhi et al., 2006). Demikian pula tanaman yang mengikuti tanaman kacang-kacangan membutuhkan pengolahan tanah yang lebih sedikit dibandingkan dengan tanaman sorgum, jagung, atau tebu karena adanya sisa-sisa akar dan nodul yang dapat

memperbaiki struktur tanah (Sheoran et al., 2019). Sementara itu, pengolahan tanah minimum diperlukan setelah panen tanaman umbi-umbian seperti kentang untuk meminimalkan kerusakan struktur tanah dan menjaga kelembaban. Pengolahan tanah yang intensif dapat menyebabkan pemadatan tanah dan kehilangan air tanah yang berlebihan.

Pemilihan metode pengolahan lahan yang tepat bergantung pada faktor-faktor seperti jenis tanah, kondisi lahan, ketersediaan peralatan, dan tujuan budidaya tanaman. Kombinasi dari berbagai metode pengolahan lahan juga dapat dilakukan untuk mencapai hasil yang optimal dalam budidaya tanaman.

Tujuan pengolahan dan konservasi tanah adalah untuk mempertahankan kualitas lahan secara optimal serta menjaga keberlanjutan ekosistem. Hal ini dapat mencakup beberapa aspek antara lain:

1. Mencegah atau mengurangi laju erosi tanah.
2. Menjaga kesuburan tanah dan ketersediaan nutrisi yang diperlukan oleh tanaman.
3. Meningkatkan infiltrasi air ke dalam tanah dan menjaga ketersediaan air yang cukup bagi tanaman.
4. Mengurangi dampak negatif seperti banjir dan kekeringan.
5. Meminimalkan pencemaran tanah akibat penggunaan bahan kimia dan limbah.
6. Mempertahankan keanekaragaman hayati dan fungsi ekosistem yang sehat.

3.4 Karakteristik Tanah

Secara umum, tanah didefinisikan sebagai bagian yang kurang lebih gembur dan remah dari kerak bumi bagian luar. Tanah adalah tubuh dinamis alami dari konstituen mineral dan organik, yang dibedakan ke dalam cakrawala, yang berbeda di antara mereka sendiri serta dari bahan induk yang mendasari morfologi, susunan fisik, komposisi kimia dan karakteristik biologis. Tanah terdiri dari partikel-partikel kecil dengan ukuran yang berbeda-beda. Tanah adalah benda tiga dimensi, yang mendukung pembentukan dan pertumbuhan tanaman dan merupakan benda alami dan media yang dinamis. Bagi seorang petani, tanah mengacu pada lapisan atas

yang dibudidayakan (tanah permukaan) saja, yaitu hingga 0-20 cm dari kedalaman bajak. Tanah sangat bervariasi dalam karakteristik dan sifatnya. Mengetahui sifat-sifat tanah secara mendalam merupakan hal yang sangat krusial dengan dua alasan pokok. Alasan pertama, pemahaman tersebut memungkinkan kita untuk memanfaatkan lahan sesuai dengan karakteristik dan potensi yang dimilikinya secara optimal. Alasan kedua, memahami sifat tanah membantu kita dalam mengelola lahan dengan cara terbaik, sehingga penggunaannya dapat dilakukan secara efisien dan menghasilkan produktivitas yang tinggi. Dengan mengetahui aspek-aspek tanah seperti tekstur, struktur, kesuburan, dan kemampuan menyerap air, kita dapat mengambil langkah-langkah yang tepat dalam mengolah tanah, memupuk, mengairi, dan melakukan praktik-praktik pertanian lainnya. Hal ini akan memastikan pemanfaatan lahan secara maksimal, mencegah kerusakan lingkungan, serta menghasilkan produksi yang optimal, baik dalam bidang pertanian, perkebunan, maupun kegiatan lain yang memanfaatkan lahan.

3.4.1 Fungsi Tanah

Tanah memiliki peranan penting dalam ekosistem dan kehidupan manusia secara umum. Beberapa peranan utama tanah secara umum adalah sebagai berikut:

1. Tanah menyediakan tempat dan tempat untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Tanah memegang peran krusial sebagai habitat bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Tanah berperan sebagai medium di mana akar tanaman dapat menemukan pegangan, air, udara, dan nutrisi yang diperlukan. Dengan strukturnya yang remah dan gembur, tanah memfasilitasi pertumbuhan akar tanaman serta penyebarannya dengan optimal. Di dalamnya, terdapat kandungan unsur hara makro dan mikro yang berasal dari bahan organik, mineral, dan aktivitas mikroba, yang merupakan sumber penting bagi pertumbuhan tanaman. Selain itu, tanah berfungsi sebagai penampung, penyimpan, dan pengalir air yang diperlukan bagi proses fisiologis tanaman, seperti

fotosintesis, transpirasi, dan penyaluran nutrisi. Porositas tanah menyediakan ruang bagi udara yang mengandung oksigen dan karbon dioksida, yang diperlukan untuk respirasi akar dan aktivitas mikroba. Tanah juga memberikan penopang fisik bagi akar tanaman, memastikan bahwa tanaman dapat berdiri tegak dan mengakses nutrisi serta air yang tersimpan di dalamnya.

2. Berfungsi sebagai media sirkulasi udara dan air.

Fungsi tanah sebagai media sirkulasi udara dan air sangat penting untuk menjaga kesuburan tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman yang optimal. Pengelolaan tanah yang tepat, seperti pengolahan tanah, pemupukan, dan penambahan bahan organik, dapat membantu mempertahankan struktur tanah yang baik dan memfasilitasi sirkulasi udara serta air yang sehat dalam tanah.

3. Berfungsi sebagai reservoir air dan nutrisi.

Tanah berperan penting sebagai tempat penyimpanan air dan nutrisi bagi tanaman. Air yang terkumpul dalam pori-pori tanah, baik yang berukuran mikro maupun makro, berasal dari sumber seperti hujan dan irigasi. Kemampuan tanah dalam menyimpan air tergantung pada tekstur, struktur, dan kadar bahan organiknya, dengan tanah lempung dan tinggi bahan organik memiliki kapasitas penyimpanan air yang lebih besar. Air yang disimpan digunakan oleh tanaman untuk proses fisiologis. Selain itu, tanah juga menjadi sumber utama nutrisi bagi tanaman, termasuk nitrogen, fosfor, kalium, serta besi, mangan, tembaga, dan seng. Nutrisi ini berasal dari pelapukan bahan induk tanah, dekomposisi bahan organik, dan pupuk tambahan. Nutrisi tersimpan dalam bentuk ion-ion yang terikat pada partikel tanah atau senyawa organik dan anorganik. Tanaman menyerap nutrisi ini melalui akarnya dari larutan tanah untuk pertumbuhan dan perkembangannya.

4. Menyediakan ruang atau tempat hidup bagi mikroorganisme yang bermanfaat.

Tanah memiliki peran vital sebagai habitat bagi berbagai mikroorganisme yang memberikan kontribusi signifikan dalam ekosistem. Di dalam tanah, berbagai jenis mikroorganisme seperti bakteri, fungi, dan protozoa hidup dalam keseimbangan kompleks, membentuk apa yang dikenal sebagai komunitas mikrobiota tanah. Mikroorganisme ini memiliki fungsi yang beragam dan bermanfaat, termasuk dalam proses dekomposisi bahan organik, siklus nutrisi, dan pembentukan struktur tanah. Bakteri dan fungi bertanggung jawab atas penguraian bahan organik menjadi nutrisi yang dapat diserap oleh tanaman, serta membantu meningkatkan ketersediaan nutrisi dalam tanah. Selain itu, sebagian mikroorganisme menjalin simbiosis dengan tanaman, yang membantu dalam penyerapan nutrisi dan meningkatkan ketahanan terhadap penyakit. Mikroorganisme juga memainkan peran penting dalam memperbaiki struktur tanah dengan menghasilkan zat-zat yang membentuk agregat tanah, yang pada gilirannya meningkatkan porositas dan sirkulasi udara dalam tanah. Oleh karena itu, keberadaan mikroorganisme di dalam tanah bukan hanya mendukung produktivitas tanaman, tetapi juga mempertahankan kesehatan dan kelestarian tanah sebagai komponen integral dari ekosistem yang sehat.

3.4.2 Tanah sebagai Pedologi

Asal usul tanah, klasifikasi dan deskripsinya terlibat dalam pedologi. Ahli pedologi menganggap tanah sebagai benda alami dan tidak berfokus pada pemanfaatan praktek tanah secara langsung. Ahli pedologi mempelajari dan mengklasifikasikan tanah sebagaimana yang terjadi di lingkungan alaminya. Pedologi sendiri merupakan cabang ilmu yang mempelajari tanah, terutama formasi, klasifikasi, dan produktivitasnya. Tanah memiliki beberapa fungsi penting dalam kaitannya dengan pedologi, yaitu:

1. Sebagai media tumbuh bagi tanaman
Tanah menyediakan ruang bagi akar tanaman untuk berkembang dan menyerap air serta nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Struktur, tekstur, dan komposisi kimia tanah sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman.
2. Penyedia nutrisi bagi tanaman
Tanah mengandung berbagai nutrisi penting seperti nitrogen, fosfor, kalium, dan nutrisi lainnya yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Nutrisi ini berasal dari dekomposisi bahan organik dan mineral di dalam tanah.
3. Penyimpan air
Tanah berfungsi sebagai reservoir air yang penting bagi pertumbuhan tanaman. Kapasitas tanah dalam menyimpan air tergantung pada tekstur, struktur, dan kandungan bahan organik di dalamnya.
4. Menyediakan habitat bagi organisme tanah
Tanah merupakan habitat bagi berbagai jenis organisme seperti mikroorganisme, fungi, serangga, dan fauna tanah lainnya yang berperan penting dalam siklus nutrisi dan dekomposisi bahan organik.
5. Menyaring dan menyimpan zat pencemar
Tanah berfungsi sebagai penyaring dan penyimpan berbagai pencemar, seperti logam berat, pestisida, dan polutan lainnya. Kemampuan ini tergantung pada sifat fisik dan kimia tanah.
6. Sebagai pendukung kehidupan
Tanah merupakan sumber daya alam yang menopang kehidupan di bumi, baik secara langsung maupun tidak langsung. Tanah menyediakan sumber makanan bagi manusia dan hewan melalui produksi tanaman.

Dengan memahami fungsi-fungsi tanah dalam pedologi, kita dapat mengelola dan melestarikan tanah dengan lebih baik untuk menjamin keberlanjutan sumber daya alam dan produktivitas pertanian.

3.4.3 Tanah sebagai Edafologi

Edafologi adalah cabang ilmu yang khusus mempelajari tanah, terutama sifat-sifat fisik, kimia, dan biologi tanah serta hubungannya dengan faktor pembentuk tanah seperti iklim, bahan induk, topografi, organisme, dan waktu. Dalam edafologi, tanah didefinisikan sebagai lapisan permukaan bumi yang merupakan campuran bahan mineral dan bahan organik yang tidak terpadatkan (*loose*) dan berpori-pori, yang mampu menopang kehidupan tanaman. Tanah terbentuk dari proses pelapukan batuan induk dan dekomposisi sisa-sisa organisme yang berlangsung secara terus-menerus dalam kurun waktu tertentu.

1. Tanah memiliki beberapa komponen utama, yaitu:
2. Bahan mineral (fraksi anorganik) yang berasal dari pelapukan batuan induk.
3. Bahan organik (fraksi organik) yang berasal dari dekomposisi sisa-sisa organisme.
4. Air dan udara yang mengisi pori-pori tanah.
5. Organisme hidup seperti mikroorganisme, fauna tanah, dan akar tanaman.

Dalam edafologi, tanah dipelajari secara mendalam meliputi sifat fisik (tekstur, struktur, porositas), sifat kimia (pH, ketersediaan hara, kapasitas tukar kation), dan sifat biologi (aktivitas organisme, dekomposisi bahan organik) untuk memahami perannya sebagai media tumbuh tanaman dan komponen penting dalam ekosistem. Menurut (Syamsiyah et al., 2018), menjelaskan dalam edafologi didefinisikan sebagai lapisan permukaan bumi yang tidak padat, terdiri dari bahan mineral dan bahan organik, dan mempunyai sifat fisik, kimia, dan biologi yang berbeda-beda sehingga dapat mendukung pertumbuhan tanaman." berdasarkan literatur tersebut, dapat disimpulkan bahwa dalam edafologi, tanah dipandang sebagai lapisan permukaan bumi yang terbentuk dari proses interaksi faktor-faktor pembentuk tanah, terdiri dari campuran bahan mineral dan organik, berpori-pori, serta mampu menopang kehidupan tanaman dan organisme lainnya berkat sifat fisik, kimia, dan biologinya yang khas.

DAFTAR PUSTAKA

- Baker, C. J., & Saxton, K. E. (2006). *The 'what' and 'why' of no-tillage farming*.
- Barnett, K. H. (1990). No-tillage corn production in an alfalfa-grass sod. *Journal of Production Agriculture*, 3(1), 71–76.
- Erenstein, O. (2009). Leaving the plow behind: zero-tillage rice-wheat cultivation in the Indo-Gangetic Plains. *Millions Fed: Proven Successes in Agricultural Development*, 65–70.
- Hillel, D., & Rosenzweig, C. (2011). The role of soils in climate change. *Handbook of Climate Change and Agroecosystems Impacts, Adaptation and Mitigation*, 9–20.
- Lal, R. (1995). *Tillage systems in the tropics: Management options and sustainability implications* (Issue 71). Food & Agriculture Org.
- Lal, R., & Kimble, J. M. (1997). Conservation tillage for carbon sequestration. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 49, 243–253.
- Malhi, S. S., Lemke, R., Wang, Z. H., & Chhabra, B. S. (2006). Tillage, nitrogen and crop residue effects on crop yield, nutrient uptake, soil quality, and greenhouse gas emissions. *Soil and Tillage Research*, 90(1–2), 171–183.
- Mohler, C. L., Taylor, A. G., DiTommaso, A., Hahn, R. R., & Bellinder, R. R. (2018). Effects of incorporated rye and hairy vetch cover crop residue on the persistence of weed seeds in the soil. *Weed Science*, 66(3), 379–385.
- Raper, R. L., & Sharma, A. K. (2004). Soil moisture effects on energy requirements and soil disruption of subsoiling a coastal plain soil. *Transactions of the ASAE*, 47(6), 1899–1905.
- Reicosky, D. C., & Allmaras, R. R. (2003). Advances in tillage research in North American cropping systems. *Journal of Crop Production*, 8(1–2), 75–125.
- Sheoran, H. S., Kakar, R., & Kumar, N. (2019). Impact of organic and conventional farming practices on soil quality: a global review. *Applied Ecology & Environmental Research*, 17(1).
- Syamsiyah, J., Sumarno, S., Suryono, S., Sari, W., & Anwar, M. (2018). Chemical properties of Inceptisol and rice yields applied with

- mixed source fertilizer (MSF). *Journal of Tropical Soils*, 23(1), 1–9.
- Triplett Jr, G. B., & Dick, W. A. (2008). No-tillage crop production: A revolution in agriculture! *Agronomy Journal*, 100, S-153.
- Yadav, M. R., Parihar, C. M., Jat, S. L., Singh, A. K., Kumar, R., Yadav, R. K., Kuri, B. R., Parihar, M. D., Yadav, B., & Verma, A. P. (2017). Long term effect of legume intensified crop rotations and tillage practices on productivity and profitability of maize vis-a-vis soil fertility in North-Western Indo-Gangetic Plains of India. *Legume Research-An International Journal*, 40(2), 282–290.

BAB 4

LANGKAH – LANGKAH AGRONOMI

Oleh Masluki

Agronomi adalah ilmu yang mempelajari pengelolaan tanaman pertanian dan lingkungannya untuk mencapai produksi yang optimal dan berkelanjutan. Ilmu ini mencakup berbagai aspek, termasuk fisiologi tanaman, ekologi tanaman, dan pemuliaan tanaman. Dalam praktiknya, agronomi melibatkan serangkaian langkah yang sistematis untuk memastikan pertumbuhan tanaman yang sehat dan hasil panen yang maksimal perlu adanya penerapan *good agricultural practices* (GAP). *Good Agricultural Practices* (GAP) adalah sistem sertifikasi dan panduan budidaya pertanian yang baik, benar, dan ramah lingkungan. GAP bertujuan untuk memastikan keamanan pangan, kesejahteraan pekerja, dan keuntungan ekonomi bagi petani. Adapun Langkah-langkah penerapan GAP sebagai berikut :

4.1 Persiapan Lahan

1. Identifikasi jenis tanah dan kondisi lahan.

Jenis tanah dapat diidentifikasi berdasarkan sifat fisik, kimia, dan biologisnya. Beberapa parameter yang digunakan untuk mengidentifikasi jenis tanah meliputi (Martinus, 2017):

- a. Tekstur Tanah: Merupakan perbandingan relatif antara partikel pasir, debu, dan liat. Tekstur tanah memengaruhi kemampuan tanah dalam menyimpan air dan nutrisi.
- b. Struktur Tanah: Menggambarkan bagaimana partikel tanah saling mengikat membentuk agregat. Struktur tanah yang baik memudahkan penetrasi akar dan sirkulasi air.
- c. pH Tanah: Menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan tanah. pH tanah yang ideal untuk kebanyakan tanaman pertanian berkisar antara 6,0 hingga 7,5.

- d. Kandungan Bahan Organik: Bahan organik meningkatkan kesuburan tanah dengan menyediakan nutrisi dan meningkatkan kapasitas pertukaran kation (KPK).
 - e. Kapasitas Pertukaran Kation (KPK): Menunjukkan kemampuan tanah untuk menahan dan melepaskan nutrisi yang dibutuhkan tanaman.
2. Jenis tanah umumnya yang ditemukan di lahan pertanian meliputi (Aditya dan Wijayanti, 2023):
- a. Tanah Aluvial: Terbentuk dari endapan sungai, biasanya subur dan cocok untuk pertanian.
 - b. Tanah Vulkanik: Berasal dari material vulkanik, kaya akan mineral dan bahan organik.
 - c. Tanah Podsolik: Umumnya ditemukan di daerah beriklim basah, memiliki pH rendah dan kandungan bahan organik yang tinggi.
 - d. Tanah Laterit: Terbentuk di daerah tropis dengan curah hujan tinggi, seringkali kurang subur karena pencucian nutrisi.
3. Kondisi Lahan Pertanian
- Kondisi lahan pertanian meliputi faktor-faktor yang memengaruhi potensi dan kendala dalam budidaya pertanian (Mantiri et al., 2019), seperti:
- a. Topografi: Kemiringan lahan memengaruhi erosi, drainase, dan penggunaan mesin pertanian.
 - b. Iklim: Curah hujan, suhu, dan kelembaban memengaruhi pertumbuhan tanaman dan pengelolaan air.
 - c. Drainase: Kemampuan lahan untuk mengalirkan air berlebih. Drainase yang buruk dapat menyebabkan genangan air dan masalah akar tanaman.
 - d. Erosi: Lahan yang rentan terhadap erosi memerlukan tindakan konservasi tanah seperti terasering atau penanaman tanaman penutup tanah.
 - e. Ketersediaan Air: Akses terhadap sumber air yang cukup sangat penting untuk irigasi, terutama di daerah dengan curah hujan rendah.

4. Metode Identifikasi

Identifikasi jenis tanah dan kondisi lahan dapat dilakukan melalui (Hasriyanti et al.,2024):

- a. Survei Lapangan: Pengamatan langsung terhadap karakteristik tanah dan lahan.
- b. Analisis Laboratorium: Pengujian sampel tanah untuk menentukan tekstur, pH, kandungan nutrisi, dan parameter lainnya.
- c. Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG): Teknologi ini digunakan untuk memetakan dan menganalisis kondisi lahan secara luas.

4.2 Pengolahan tanah dengan metode yang sesuai.

1. Pengolahan Tanah Konvensional (*Traditional Tillage*)

Metode ini melibatkan pembalikan tanah secara intensif menggunakan alat seperti bajak atau traktor. Tujuannya adalah untuk membalik lapisan tanah, mengendalikan gulma, dan menyiapkan lahan untuk penanaman (Halawa dan Zebua, 2024).

- a. Keuntungan: Membantu aerasi tanah, meningkatkan infiltrasi air, dan mengendalikan gulma.
- b. Kekurangan: Dapat menyebabkan erosi tanah, kehilangan bahan organik, dan degradasi struktur tanah dalam jangka panjang.
- c. Alat yang Digunakan: Bajak singkal, bajak piringan, dan garu.

2. Pengolahan Tanah Minimum (*Minimum Tillage*)

Metode ini mengurangi intensitas pengolahan tanah untuk meminimalkan gangguan terhadap struktur tanah dan mengurangi erosi.

- a. Keuntungan: Mengurangi erosi, mempertahankan kelembaban tanah, dan menjaga bahan organik.
- b. Kekurangan: Memerlukan manajemen gulma yang lebih baik karena tanah tidak dibalik secara intensif.
- c. Alat yang Digunakan: Cultivator, rotary tiller, atau alat yang hanya mengolah lapisan tanah atas.

3. Tanpa Olah Tanah (*No-Till* atau *Zero Tillage*)

Metode ini tidak melibatkan pembalikan tanah sama sekali. Benih ditanam langsung ke dalam residu tanaman sebelumnya.

- a. Keuntungan: Mengurangi erosi, mempertahankan kelembaban tanah, dan meningkatkan kandungan bahan organik.
- b. Kekurangan: Memerlukan alat khusus untuk penanaman dan manajemen gulma yang lebih intensif.
- c. Alat yang Digunakan: No-till drill atau planter.

4. Pengolahan Tanah Konservasi (*Conservation Tillage*)

Metode ini menggabungkan prinsip pengolahan tanah minimum dan tanpa olah tanah untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

- a. Keuntungan: Mengurangi erosi, meningkatkan retensi air, dan menjaga kesuburan tanah.
- b. Kekurangan: Memerlukan perencanaan dan manajemen yang baik.
- c. Alat yang Digunakan: Alat yang dirancang khusus untuk mengurangi gangguan tanah.

5. Pengolahan Tanah Berbasis Organik

Metode ini fokus pada penggunaan bahan organik seperti kompos, pupuk kandang, dan penanaman tanaman penutup tanah untuk meningkatkan kesuburan tanah (Sujana, 2015).

- a. Keuntungan: Meningkatkan kualitas tanah, mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia, dan mendukung pertanian berkelanjutan.
- b. Kekurangan: Memerlukan waktu dan sumber daya yang lebih banyak.
- c. Alat yang Digunakan: Alat pengolahan tanah ringan seperti cangkul atau rotary tiller.

6. Pengolahan Tanah dengan Sistem Terasering

Metode ini digunakan di lahan dengan kemiringan tinggi untuk mengurangi erosi dan mempertahankan kelembaban tanah (Ardi et al., 2017).

- a. Keuntungan: Mengurangi erosi dan aliran permukaan, serta meningkatkan retensi air.

- b. Kekurangan: Memerlukan biaya dan tenaga yang besar untuk pembuatan teras.
- c. Alat yang Digunakan: Alat pengolahan tanah konvensional disesuaikan dengan kontur lahan.

4.3 Penerapan sistem irigasi yang efisien.

1. Irigasi Tetes (Drip Irrigation)

Sistem irigasi tetes mengalirkan air secara perlahan dan langsung ke zona perakaran tanaman melalui jaringan pipa dan emitor.

- a. Penerapan:
 - Cocok untuk tanaman hortikultura seperti sayuran, buah-buahan, dan perkebunan.
 - Mengurangi penguapan dan aliran permukaan.
 - Memerlukan filtrasi air untuk mencegah penyumbatan emitor.
- b. Keuntungan:
 - Efisiensi penggunaan air mencapai 90-95%.
 - Mengurangi pertumbuhan gulma karena air hanya diberikan ke tanaman.
- c. Kekurangan:
 - Biaya instalasi awal relatif tinggi.
 - Memerlukan perawatan rutin untuk mencegah penyumbatan.

2. Irigasi Sprinkler (*Sprinkler Irrigation*)

Sistem ini menyemprotkan air ke udara seperti hujan buatan melalui nozzle yang terpasang pada pipa.

- a. Penerapan:
 - Cocok untuk tanaman pangan, padang rumput, dan lahan berukuran besar.
 - Dapat disesuaikan dengan pola tanam dan topografi lahan.
- b. Keuntungan:
 - Distribusi air merata dan dapat dikontrol.
 - Cocok untuk berbagai jenis tanaman.
- c. Kekurangan:
 - Rentan terhadap penguapan dan angin.

- Memerlukan energi untuk mengoperasikan pompa.

3. **Irigasi Permukaan (*Surface Irrigation*)**

Sistem ini mengalirkan air di permukaan tanah melalui saluran atau parit.

- Penerapan:
 - Cocok untuk lahan datar dengan jenis tanah yang memiliki infiltrasi sedang hingga rendah.
 - Umum digunakan pada tanaman padi dan tanaman lain yang membutuhkan genangan air.
- Keuntungan:
 - Biaya instalasi dan operasional rendah.
 - Tidak memerlukan peralatan canggih.
- Kekurangan:
 - Efisiensi penggunaan air rendah (50-60%).
 - Rentan terhadap kehilangan air melalui perkolasi dan penguapan.

4. **Irigasi Bawah Permukaan (*Subsurface Irrigation*)**

Sistem ini mengalirkan air langsung ke zona perakaran tanaman melalui pipa yang ditanam di bawah permukaan tanah.

- Penerapan:
 - Cocok untuk tanaman dengan sistem perakaran dalam seperti jagung, tebu, dan tanaman perkebunan.
 - Memerlukan tanah dengan permeabilitas sedang hingga tinggi.
- Keuntungan:
 - Mengurangi penguapan dan kehilangan air.
 - Efisiensi penggunaan air tinggi.
- Kekurangan:
 - Biaya instalasi tinggi.
 - Memerlukan perawatan untuk mencegah penyumbatan pipa.

5. **Irigasi Curah (*Rainwater Harvesting and Irrigation*)**

Sistem ini memanfaatkan air hujan yang dikumpulkan dan disimpan untuk digunakan pada musim kemarau.

- Penerapan:
 - Cocok untuk daerah dengan curah hujan musiman.

- Air hujan disimpan dalam waduk atau tangki dan dialirkan ke lahan pertanian.
 - b. Keuntungan:
 - Mengurangi ketergantungan pada sumber air konvensional.
 - Mendukung konservasi air.
 - c. Kekurangan:
 - Memerlukan infrastruktur penyimpanan air.
 - Efektivitas tergantung pada curah hujan.
- 6. Irigasi Pintar (*Smart Irrigation*)**
- Sistem ini menggunakan teknologi sensor, IoT (*Internet of Things*), dan kontrol otomatis untuk mengoptimalkan penggunaan air.
- a. Penerapan:
 - Cocok untuk pertanian presisi dan skala besar.
 - Sensor kelembaban tanah dan cuaca digunakan untuk menentukan kebutuhan air tanaman.
 - b. Keuntungan:
 - Efisiensi penggunaan air sangat tinggi.
 - Dapat dikontrol secara real-time melalui smartphone atau komputer.
 - c. Kekurangan:
 - Biaya instalasi dan pemeliharaan tinggi.
 - Memerlukan pengetahuan teknis untuk pengoperasian.

4.4 Pemupukan dasar untuk meningkatkan kesuburan tanah.

Pupuk dasar adalah pupuk yang diberikan pada awal penanaman untuk menyediakan nutrisi esensial bagi tanaman dan meningkatkan kesuburan tanah. Pupuk dasar berperan penting dalam menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman selama fase pertumbuhan awal (Mahbub et al.,2023). Berikut adalah uraian mengenai jenis pupuk dasar dan perannya dalam meningkatkan kesuburan tanah:

1. Pupuk Organik

Pupuk organik berasal dari bahan alami seperti kompos, pupuk kandang, dan sisa tanaman. Pupuk ini berfungsi untuk

meningkatkan kandungan bahan organik tanah, memperbaiki struktur tanah, dan menyediakan nutrisi secara perlahan (Hartatik et al.,2015).

a. Jenis Pupuk Organik:

- Kompos: Hasil dekomposisi bahan organik seperti daun, jerami, dan limbah dapur.
- Pupuk Kandang: Kotoran hewan seperti sapi, kambing, atau ayam yang telah difermentasi.
- Humus: Bahan organik yang telah terurai sempurna, kaya akan nutrisi.

b. Manfaat:

- Meningkatkan kapasitas pertukaran kation (KPK) tanah.
- Memperbaiki aerasi dan drainase tanah.
- Menyediakan nutrisi makro dan mikro secara bertahap.

c. Aplikasi: Diberikan sebelum tanam dengan cara dicampurkan ke dalam tanah atau disebar di permukaan lahan.

2. Pupuk Anorganik (Kimia)

Pupuk anorganik mengandung nutrisi dalam bentuk senyawa kimia yang mudah diserap oleh tanaman. Pupuk ini biasanya digunakan untuk menyediakan nutrisi secara cepat (Haryadi et al.,2015).

a. Jenis Pupuk Anorganik:

- Urea (N): Sumber nitrogen untuk pertumbuhan vegetatif tanaman.
- SP-36 (P): Sumber fosfor untuk perkembangan akar dan pembungaan.
- KCl (K): Sumber kalium untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit dan kekeringan.

b. Manfaat:

- Menyediakan nutrisi secara cepat dan tepat sesuai kebutuhan tanaman.
- Meningkatkan produktivitas tanaman dalam waktu singkat.

- c. Aplikasi: Diberikan sebelum tanam dengan cara ditaburkan di sekitar area perakaran atau dicampur dengan tanah.

3. Pupuk Hayati (*Biofertilizer*)

Pupuk hayati mengandung mikroorganisme yang membantu meningkatkan ketersediaan nutrisi dalam tanah (Kurniawati et al., 2015).

- a. Jenis Pupuk Hayati:
 - Rhizobium: Bakteri penambat nitrogen untuk tanaman legum.
 - Mikoriza: Jamur yang membantu penyerapan fosfor dan nutrisi lainnya.
 - Azotobacter dan Azospirillum: Bakteri penambat nitrogen untuk tanaman non-legum.
- b. Manfaat:
 - Meningkatkan ketersediaan nitrogen dan fosfor dalam tanah.
 - Meningkatkan aktivitas biologis tanah.
- c. Aplikasi: Diberikan bersama benih atau dicampur dengan tanah sebelum tanam.

4. Pupuk Hijau

Pupuk hijau adalah tanaman yang ditanam dan kemudian ditanamkan ke dalam tanah untuk meningkatkan kandungan bahan organik dan nutrisi (Jayanti dan Novianti, 2020).

- a. Jenis Tanaman Pupuk Hijau:
 - Legum seperti kacang-kacangan (*Crotalaria*, *Sesbania*, dll.).
 - Tanaman penutup tanah seperti jagung atau sorgum.
- b. Manfaat:
 - Menambat nitrogen dari udara ke tanah.
 - Mencegah erosi dan meningkatkan struktur tanah.
- c. Aplikasi: Tanaman dipotong dan ditanamkan ke dalam tanah sebelum tanam utama.

5. Pupuk Majemuk

Pupuk majemuk mengandung lebih dari satu unsur hara, seperti NPK (Nitrogen, Fosfor, Kalium) (Nurtika, 2009). Jenis Pupuk Majemuk:

- NPK 15-15-15: Kandungan nitrogen, fosfor, dan kalium seimbang.
- NPK 20-10-10: Kandungan nitrogen lebih tinggi untuk pertumbuhan vegetatif.

b. Manfaat:

- Menyediakan nutrisi lengkap dalam satu aplikasi.
- Memudahkan aplikasi dan mengurangi biaya tenaga kerja.

c. Aplikasi: Diberikan sebelum tanam dengan cara ditaburkan atau dicampur dengan tanah.

6. Kapur Pertanian (Liming)

Kapur pertanian digunakan untuk menetralkan tanah asam dan meningkatkan ketersediaan nutrisi.

a. Jenis Kapur Pertanian:

- Kalsium karbonat (CaCO_3).
- Dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$).

b. Manfaat:

- Meningkatkan pH tanah.
- Menyediakan kalsium dan magnesium.

c. Aplikasi: Diberikan sebelum tanam dengan cara disebar dan dicampur dengan tanah.

4.5 Pemilihan Benih dan Penanaman

Pemilihan benih yang tepat dan proses penanaman yang baik merupakan langkah awal yang krusial dalam budidaya tanaman untuk mencapai hasil panen yang optimal (Wahditiya et al.,2024)

1. Pemilihan Benih

Benih berkualitas tinggi akan membawa sifat-sifat genetik unggul dari tanaman induknya dan menunjukkan pertumbuhan yang optimal jika ditanam dalam kondisi lingkungan yang sesuai. Beberapa kriteria penting dalam memilih benih berkualitas meliputi:

- a. **Kesesuaian dengan kondisi tanah dan iklim:** Pilih benih yang cocok dengan karakteristik tanah dan iklim di lokasi penanaman untuk memastikan pertumbuhan yang optimal.

- b. Toleransi terhadap hama dan penyakit:** Benih yang memiliki daya tahan tinggi terhadap serangan hama dan penyakit akan mengurangi risiko kerugian selama masa tanam.
- c. Tujuan penanaman dan preferensi petani:** Pertimbangkan tujuan budidaya, seperti konsumsi pribadi atau komersial, serta preferensi petani terhadap karakteristik tertentu, seperti umur tanaman dan warna biji.

2. Penanaman

Setelah benih berkualitas dipilih, langkah selanjutnya adalah proses penanaman yang tepat. Tahapan-tahapan yang perlu diperhatikan dalam penanaman meliputi:

- a. Menentukan pola tanam:** Pola tanam yang baik akan memaksimalkan penggunaan lahan dan sumber daya, serta mengurangi risiko serangan hama dan penyakit.
- b. Pembuatan lubang tanam:** Lubang tanam harus dibuat sesuai dengan kebutuhan spesifik tanaman, baik dari segi ukuran maupun kedalaman, untuk mendukung pertumbuhan akar yang optimal.
- c. Teknik penanaman:** Penanaman harus dilakukan dengan teknik yang tepat, seperti jarak tanam yang sesuai, kedalaman penanaman yang benar, dan penanganan benih atau bibit yang hati-hati untuk menghindari kerusakan.
- d. Penyulaman:** Jika terdapat tanaman yang tidak tumbuh dengan baik atau mati, segera lakukan penyulaman untuk menggantinya, sehingga populasi tanaman tetap optimal dan hasil panen tidak terganggu.

4.6 Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman adalah serangkaian tindakan yang dilakukan untuk memastikan pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara optimal (Sulistianingsih, 2023). Langkah-langkah pemeliharaan yang umum meliputi:

1. **Penyiraman:** Menjaga kelembapan tanah sesuai kebutuhan spesifik tanaman untuk mendukung pertumbuhan yang sehat.
2. **Pemupukan:** Memberikan nutrisi tambahan melalui pupuk untuk memastikan tanaman mendapatkan unsur hara yang diperlukan.
3. **Penyiangan:** Menghilangkan gulma atau tanaman liar yang dapat bersaing dengan tanaman utama dalam memperoleh nutrisi dan cahaya.
4. **Pembumbunan:** Menutup pangkal batang dengan tanah untuk memperkokoh tanaman dan mencegah rebah.
5. **Pengendalian Hama dan Penyakit:** Memantau dan mengendalikan organisme pengganggu tanaman untuk mencegah kerusakan.
6. **Pemangkasan:** Memotong bagian tanaman yang tidak perlu atau rusak untuk merangsang pertumbuhan baru dan meningkatkan sirkulasi udara.
7. **Penyulaman:** Mengganti tanaman yang mati atau tidak tumbuh dengan baik untuk menjaga populasi tanaman tetap optimal.

4.7 Panen dan Pascapanen

Panen dan pascapanen merupakan tahap akhir dalam proses budidaya tanaman yang bertujuan untuk mengumpulkan hasil pertanian dengan kualitas dan kuantitas optimal serta mempersiapkannya untuk distribusi dan konsumsi.

1. Panen

Panen adalah kegiatan pengumpulan hasil tanaman dari lahan budidaya pada tingkat kematangan yang tepat untuk memastikan mutu dan kuantitas yang optimal. Penentuan waktu panen yang tepat sangat penting dan dapat dilakukan dengan beberapa cara:

- a. **Pengamatan visual:** Melihat perubahan warna kulit, bentuk, ukuran, atau tanda-tanda fisik lain pada tanaman yang menunjukkan kematangan.

- b. Pengukuran fisik: Menilai kekerasan, berat jenis, atau parameter fisik lainnya yang berkaitan dengan kematangan.
- c. Analisis kimia: Mengukur kandungan zat tertentu seperti kadar gula, asam, atau senyawa lainnya yang menunjukkan tingkat kematangan.

Teknik panen juga harus disesuaikan dengan jenis tanaman dan kondisi lapangan untuk meminimalkan kerusakan dan kehilangan hasil. Misalnya, pada tanaman padi, pemanenan dapat dilakukan dengan cara manual menggunakan sabit atau secara mekanis menggunakan mesin pemanen (Maksudi et al, 2018).

2. Pascapanen

Pascapanen mencakup serangkaian tindakan yang dilakukan setelah panen untuk mempertahankan kualitas dan kuantitas hasil pertanian hingga siap dikonsumsi atau dipasarkan. Tahapan utama dalam penanganan pascapanen meliputi (Awanis et al, 2021):

- a. Perontokan: Memisahkan bagian tanaman yang dapat dimanfaatkan dari bagian yang tidak diperlukan, seperti memisahkan biji dari tongkol pada jagung.
- b. Pengeringan: Mengurangi kadar air dalam produk pertanian untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme dan memperpanjang masa simpan. Pengeringan dapat dilakukan secara alami dengan sinar matahari atau menggunakan mesin pengering.
- c. Penyortiran dan pembersihan: Memisahkan produk dari kotoran, bagian yang rusak, atau tidak sesuai standar kualitas untuk memastikan hanya produk berkualitas yang dipasarkan atau disimpan.
- d. Penyimpanan: Menyimpan produk dalam kondisi yang sesuai untuk menjaga kualitas dan mencegah kerusakan, seperti mengatur suhu, kelembapan, dan sirkulasi udara yang tepat.

- e. Pengemasan: Membungkus atau mengemas produk untuk melindunginya selama transportasi dan penyimpanan, serta meningkatkan daya tarik bagi konsumen.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, H. F., & Wijayanti, F. (2023). *Mengenal Karakteristik dan Jenis Tanah-Tanah Pertanian di Indonesia-Jejak Pustaka*. Jejak Pustaka.
- Ardi, I., Razali, R., & Hanum, H. (2017). Identifikasi status hara dan produksi padi pada lahan sawah terasering dan non terasering di Kecamatan Onan Runggu Kabupaten Samosir. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 5(2), 110165.
- Awanis, A., Qomariyah, R., & Lesmayati, S. (2021). *Peran Teknologi Pascapanen dalam Menjamin Keamanan Produk Hortikultura* (Doctoral dissertation, Sebelas Maret University).
- Halawa, S. S., & Zebua, A. N. (2024). Evaluasi Sifat Fisik Tanah Di Lahan Perkebunan Dengan Sistem Pengelolaan Organik Dan Konvensional. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan*, 1(1), 184-192.
- Hartatik, W., Husnain, H., & Widowati, L. R. (2015). Peranan pupuk organik dalam peningkatan produktivitas tanah dan tanaman. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 9(2), 140352.
- Haryadi, D., Yetti, H., & Yoseva, S. (2015). *Pengaruh pemberian beberapa jenis pupuk terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kailan (Brassica alboglabra L.)* (Doctoral dissertation, Riau University).
- Hasriyanti, H., Abbas, I., & Leo, M. (2024). Aplikasi peta jenis tanah dalam mengidentifikasi lahan berpotensi untuk perkebunan kelapa sawit di Kecamatan Cendana Kabupaten Enrekang. *Jurnal Pendidikan Geografi: Kajian, Teori, dan Praktek dalam Bidang Pendidikan dan Ilmu Geografi*, 21(1), 2.
- Jayanti, K. D., & Novianti, N. (2020). Pengaruh Lama Pembenaman Pupuk Hijau Chromolaena odorata L. Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Jagung Pulut. *Agropet*, 13(2), 21-27.
- Kurniawati, H. Y., Karyanto, A., & Rugayah, R. (2015). Pengaruh pemberian pupuk organik cair dan dosis pupuk NPK (15: 15:

- 15) terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.). *Jurnal Agrotek Tropika*, 3(1).
- Mahbub, I. A., Tampubolon, G., Mukhsin, M., & Farni, Y. (2023). Peningkatan kesuburan tanah dan hasil padi sawah melalui aplikasi pupuk organik. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 10(2), 335-340.
- Maksudi, I., Indra, I., & Fauzi, T. (2018). Efektivitas Penggunaan Mesin Panen (Combine Harvester) Pada Pemanenan Padi Di Kabupaten Pidie Jaya. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 3(1), 140-146.
- Mantiri, R. I. K. A., Rotinsulu, D. C., & Murni, S. (2019). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Padi Sawah Di Kecamatan Dumoga. *Jurnal Pembangunan Ekonomi Dan Keuangan Daerah*, 18(1), 1-15.
- Martunis, L. (2017). KARAKTERISTIK KIMIA TANAH DAN STATUS KESUBURAN TANAH BEBERAPA JENIS TANAH DILAHAN KERING KABUPATEN ACEH BESAR, PROVINSI ACEH (INDONESIA): Chemical Characteristics and Soil Fertility Status of Several Types of Soil in Dry Land of Aceh Besar, Aceh (Indonesia). *Jurnal Agrotan*, 3(01), 77-90.
- Nurtika, N. (2009). Respons tanaman tomat terhadap penggunaan pupuk majemuk NPK 15-15-15 pada tanah latosol pada musim kemarau. *Jurnal Hortikultura*, 19(1).
- Sujana, I. P. (2015). Pengelolaan tanah ultisol dengan pemberian pembenah organik biochar menuju pertanian berkelanjutan. *Agrimeta*, 5(09), 89640.
- Sulistianingsih, R. (2023). *TA: MEMPELAJARI PENGAPLIKASIAN DAN PEMELIHARAAN IMPLEMENT DISC CULTIVATOR DALAM PROSES PERAWATAN TANAMAN TEBU JENIS RATOON CANE DI PTPN VII UNIT USAHA BUNGAMAYANG* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Lampung).
- Wahditiya, A. A., Kurniawan, A., Nendissa, J. I., Meyuliana, A., Yora, M., Jamilah, J., ... & Andaria, A. C. (2024). *Teknologi produksi tanaman pangan*. Yayasan Tri Edukasi Ilmiah.

BAB 5

PERBANYAKAN TANAMAN

Oleh Rizky Rahmadi

5.1 Pendahuluan

Dalam dunia pertanian, perbanyakan tanaman merupakan topik yang sangat penting. Tanpa adanya perbanyakan, ketersediaan tanaman yang dibutuhkan untuk pangan, obat-obatan, industri, dan keperluan lainnya akan terancam. Perbanyakan tanaman memungkinkan untuk mempertahankan dan meningkatkan populasi tanaman yang sudah ada, serta mengembangkan kultivar baru dengan karakteristik yang lebih baik, seperti hasil panen yang lebih baik, tahan penyakit dan hama, atau beradaptasi dengan lingkungan tertentu (Hartmann and Kester, 1975). Perbanyakan tanaman menjadi kunci dalam upaya meningkatkan produktivitas pertanian dan menjamin ketahanan pangan dunia. Dengan teknik perbanyakan yang tepat, pelaku usaha pertanian dapat menghasilkan tanaman dalam jumlah besar dan sesuai dengan permintaan pasar. Selain itu, perbanyakan tanaman juga berfungsi untuk melestarikan spesies tanaman langka atau terancam punah (Juan-Vicedo *et al.*, 2022).

Dalam praktiknya, terdapat dua metode utama perbanyakan tanaman, yaitu perbanyakan secara seksual (generatif) dan perbanyakan secara aseksual (vegetatif). Pemilihan metode yang tepat sangat bergantung pada jenis tanaman, tujuan perbanyakan, serta pertimbangan ekonomi dan efisiensi.

Pada tanaman, reproduksi seksual terjadi melalui proses penyerbukan dan pembuahan, yang menghasilkan biji atau benih yang dapat berkecambah dan tumbuh menjadi tanaman baru. Metode ini memungkinkan variasi genetik yang lebih besar sebagai hasil dari penggabungan gen baru dari induk jantan dan betina. Namun, reproduksi seksual memiliki beberapa keterbatasan, seperti memerlukan waktu yang lebih lama dan tidak menjamin bahwa sifat tanaman yang dihasilkan akan seragam. Sebaliknya, perbanyakan

vegetatif atau aseksual tidak melibatkan proses pembuahan dan penyerbukan (Chokheli *et al.*, 2020). Bagian tanaman seperti akar, batang, daun, atau tunas digunakan dalam teknik ini untuk menghasilkan tanaman baru yang secara genetik identik dengan induknya. Stek, cangkok, kultur jaringan, dan pembelahan umbi atau rimpang adalah beberapa teknik perbanyakan aseksual yang umum digunakan.

Perbanyakan aseksual mempertahankan sifat-sifat unggul dari induknya dan menghasilkan tanaman yang seragam. Selain itu, proses ini lebih cepat daripada perbanyakan seksual. Namun, perbanyakan aseksual juga memiliki lebih sedikit variasi genetik, sehingga tanaman yang dihasilkan dari perbanyakan aseksual biasanya kurang beradaptasi dengan perubahan lingkungan.

5.2 Perbanyakan Tanaman Secara Generatif

Perbanyakan tanaman secara generatif (seksual) adalah cara reproduksi utama bagi tumbuhan berbiji atau spermatophyta. Untuk pembentukan biji, proses ini melibatkan pembuahan dan penyerbukan. Gamet atau serbuk sari bunga jantan masuk ke putik atau organ betina disebut penyerbukan. Ini dapat terjadi pada bunga yang sama atau pada bunga lain.

Pada tumbuhan berbiji (*Spermatophyta*), yang terdiri dari tumbuhan biji terbuka (*Gymnospermae*) dan tumbuhan biji tertutup (*Angiospermae*), bunga adalah organ reproduksi utama. Pada tumbuhan berbiji, proses reproduksi seksual dimulai dengan pembentukan bunga, penyerbukan, pembuahan, dan akhirnya pembentukan biji (Trinklein, 2010). Sebagai tahap awal perbanyakan seksual, bab ini akan membahas secara rinci struktur dan organ penyusun bunga.

Pemahaman mendalam tentang struktur bunga dan proses penyerbukan sangat penting, baik dari sudut pandang ilmiah maupun praktis. Secara ilmiah, hal ini dapat menunjang penelitian di bidang botani, ekologi, dan evolusi tumbuhan. Sedangkan dari sisi praktis, pengetahuan ini dapat diaplikasikan dalam budidaya tanaman untuk meningkatkan produksi biji/buah melalui teknik penyerbukan tertentu. Pengenalan menyeluruh aspek-aspek

tersebut diharapkan dapat memberikan pemahaman yang komprehensif bagi pembaca.

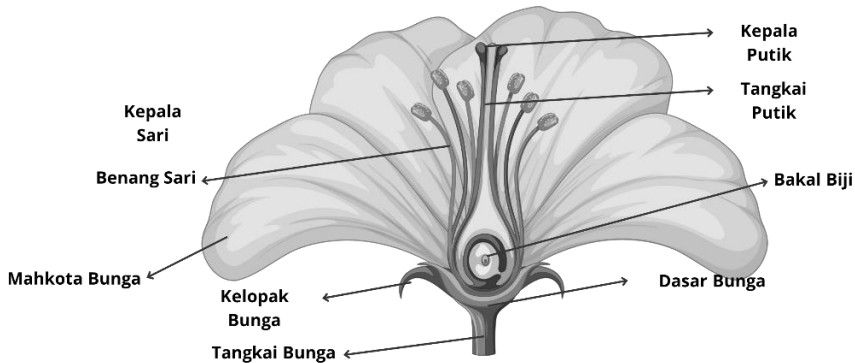
5.2.1 Struktur Bunga

Pada tumbuhan berbiji yang disebut juga Spermatophyta, bunga tersusun atas empat bagian utama: kelopak, mahkota, benang sari (alat reproduksi jantan), dan putik (alat reproduksi betina). Namun jumlah, bentuk, warna dan komposisi bagian-bagiannya dapat berbeda antar spesies bunga.

Strategi penyerbukan dan perkembangan buah bergantung pada struktur bunga. Variasi ini merupakan hasil dari sejarah evolusi yang panjang, dimana bunga dengan struktur yang memfasilitasi penyerbukan lebih efektif lebih disukai oleh alam. Oleh karena itu, mempelajari struktur bunga secara mendetail sangatlah penting untuk memahami berbagai metode reproduksi pada tumbuhan yang memiliki ciri-ciri seksual.

Salah satu struktur paling indah dan penting di dunia tumbuhan adalah bunga. Bunga memainkan peran penting dalam proses reproduksi tumbuhan selain memberikan warna dan aroma yang menarik. Setiap komponen dalam struktur bunga melakukan peran khusus untuk memastikan siklus hidup tumbuhan berlangsung. Setiap bagian bunga terhubung satu sama lain dan bekerja sama dengan baik, mulai dari bagian terluar yang melindungi kuncup hingga bagian terdalam yang mengandung sel reproduksi.

Bunga terdiri dari beberapa bagian yang memiliki peran masing-masing, antara lain: kelopak bunga, mahkota bunga, putik, benang sari, bakal biji/bakal buah, dasar bunga, daun pelindung, dan tangkai bunga (Gambar 5.1).



Gambar 5.1. Struktur Bunga

Kelopak atau *calyx* merupakan struktur terluar yang melindungi kuncup bunga sebelum mekar. Terdiri dari beberapa kelopak (*calyx*) dan biasanya berwarna hijau untuk membantu proses fotosintesis. Jumlah kelopaknya berbeda-beda tergantung spesiesnya, mulai dari kelopak tunggal seperti bunga terompet hingga kelopak majemuk seperti kelopak mawar. Kelopak tidak hanya melindungi kuncup, tetapi juga membantu melindungi bunga yang sedang mekar dari cuaca buruk dan pengaruh luar lainnya. Setelah bunga terbuka, kelopak bunga biasanya tetap menempel pada pangkal bunga (O'Neill, 1997).

Mahkota bunga atau *corolla* adalah struktur paling mencolok dan berwarna-warni yang menarik perhatian serangga penyerbuk. Terdiri dari kumpulan mahkota (*petalum*) yang tersusun melingkar dan mempunyai pola yang khas tergantung spesiesnya. Warna dan aroma daun mahkota sangat bervariasi dan berfungsi sebagai atraktan serangga penyerbuk yang membantu proses penyerbukan. Jumlah kelopak bervariasi dari kelopak tunggal hingga kelopak yang tersusun dalam pola melengkung atau berlipat. Setelah proses penyerbukan selesai, mahkotanya mati dan rontok (Garcia *et al.*, 2019).

Putik atau *gynoecium* merupakan alat reproduksi betina pada suatu bunga dan terdiri dari beberapa bagian penting. Kepala putik berbentuk kepala dan memiliki permukaan berbulu atau lengket untuk menangkap serbuk sari dari benang sari. *Stilus* merupakan bagian sempit dan memanjang yang menghubungkan

kepala putik dengan ovarium. Ovarium merupakan bagian bengkak pada pangkal putik yang berisi telur. Ovarium berisi sel telur, yang dibuahi oleh serbuk sari untuk membentuk biji. Putik berperan sebagai reseptor serbuk sari dan tempat berlangsungnya proses pembuahan dalam pembentukan biji dan buah (Garcia *et al.*, 2019).

Filamen atau benang sari merupakan organ reproduksi jantan pada bunga. Terdiri dari kepala sari dan filamen. Kepala sari merupakan bagian kepala yang berisi serbuk sari (*pollen*) dan sel reproduksi jantan. Filamen, bagian batang yang menopang kepala sari. Serbuk sari dibawa oleh serangga, angin, atau proses lainnya menuju kepala putik dan membuahi telur. Jumlah, ukuran, dan susunan benang sari berbeda-beda tergantung jenis bunganya. Benang sari merupakan bagian penting dalam proses reproduksi dimana bunga membentuk biji dan buah (Garcia *et al.*, 2019).

Di dalam bakal buah putik terdapat bakal biji yang berisi telur. Setelah pembuahan dengan serbuk sari dari benang sari, sel telur tumbuh menjadi biji. Jika pembuahan berhasil, ovarium yang mengelilingi sel telur membengkak dan terbentuklah buah. Peralihan dari bakal buah ke buah disertai dengan perubahan fisik seperti pertambahan ukuran, perubahan warna, dan pematangan daging buah. Benih yang terbentuk di dalam buah merupakan hasil pembuahan telur dan serbuk sari (Garcia *et al.*, 2019).

Dasar atau pangkal bunga merupakan bagian tengah bunga yang menghubungkan kelopak, mahkota, putik, dan benang sari. Bentuknya seperti cakram atau lengkungan yang menopang semua komponen bunga. Bunga memiliki bentuk dan ukuran dasar yang bervariasi, bisa datar, cekung, atau melengkung, tergantung jenis bunganya. Pangkal bunga berperan sebagai tempat menempelnya seluruh bagian bunga, seperti alas atau alas yang menopang seluruh struktur bunga (O'Neill, 1997).

Daun pelindung atau *braktea* adalah daun termodifikasi yang terletak di bawah bunga atau kumpulan bunga. Bentuknya berbeda dari daun biasa, seringkali kecil dan warnanya mencolok. *Braktea* memiliki beberapa fungsi penting, antara lain melindungi kuncup bunga dari gangguan sebelum berbunga. Selain itu, *braktea* juga membantu menarik perhatian serangga penyerbuk melalui warna dan coraknya. Pada bunga majemuk, *braktea* mengelilingi dan

melindungi kelompok bunga kecil. *Braktea* mungkin bersifat sementara atau bertahan setelah bunganya mekar (O'Neill, 1997).

Tangkai bunga atau *pedicellus* adalah batang tipis yang menopang bunga dan menyambung ke cabang atau batang utama suatu tanaman. Panjang dan diameter tangkai bunga berbeda-beda tergantung jenis dan ukuran bunganya. Bunga majemuk mempunyai batang utama (*pedicel*) yang bercabang menjadi tangkai bunga. Tangkai bunga menyalurkan nutrisi dari batang ke bunga dan juga berfungsi sebagai penyangga agar bunga tetap tegak. Tangkai bunga yang fleksibel mengayunkan bunga tertiuip angin untuk mendorong penyerbukan (O'Neill, 1997).

5.2.2 Biji

Perbanyakan seksual tumbuhan melalui biji merupakan proses reproduksi seksual dimana gamet jantan (serbuk sari) dan gamet betina (telur) menyatu sehingga menghasilkan benih yang berisi embrio tanaman baru. Berbeda dengan perbanyakan vegetatif atau aseksual yang tidak melibatkan proses peleburan gamet dan menghasilkan tanaman baru yang secara genetik identik dengan induknya. Perbanyakan tanaman dengan benih mempunyai peranan penting dalam menjaga keanekaragaman genetik tanaman, menghasilkan tanaman baru yang mempunyai sifat unggul, menghasilkan benih untuk perbanyakan tanaman, pemuliaan tanaman dan pengembangan varietas baru.

Pembentukan benih adalah proses yang kompleks dan melibatkan beberapa langkah penting. Dimulai dari proses penyerbukan, yaitu perpindahan serbuk sari dari bunga jantan ke kepala putik bunga betina, baik oleh angin, serangga, atau penyerbuk lainnya. Serbuk sari tersebut kemudian berkecambah membentuk butiran serbuk sari yang tumbuh melalui jaringan putik hingga mencapai bakal buah. Di ovarium, gamet jantan membuahi sel telur. Ini disebut proses pembuahan. Jika pembuahan berhasil, bakal buah berkembang menjadi buah dan benih berisi embrio tanaman baru terbentuk di dalamnya. Setiap benih terdiri dari tiga bagian utama: kulit biji, makanan yang disimpan, dan embrio itu sendiri. Jika kondisi lingkungan mendukung, embrio ini akan berkembang menjadi tanaman baru.

Salah satu keunikan tanaman yang diperbanyak melalui biji adalah terbentuknya variasi genetik pada tanaman baru tersebut. Perubahan ini diakibatkan oleh proses hibridisasi genetik antara induk jantan dan betina pada saat proses pembuahan. Setiap sel gamet menyimpan setengah dari informasi genetik induknya, yang digabungkan untuk membentuk kombinasi gen unik dalam embrio tanaman baru. Karena adanya variasi genetik tersebut, setiap tanaman baru yang ditanam dari biji mempunyai ciri-ciri yang sedikit berbeda, baik dari segi penampilan, ciri pertumbuhan, ketahanan terhadap hama dan penyakit, serta kemampuan beradaptasi terhadap lingkungan. Beberapa tanaman mungkin menunjukkan karakteristik yang lebih baik dibandingkan tanaman induknya, sementara tanaman lainnya mungkin menunjukkan karakteristik yang kurang diinginkan. Keanekaragaman genetik ini berperan penting dalam pemuliaan tanaman dan pengembangan varietas baru. Melalui mutasi, pemulia tanaman dapat memilih individu dengan sifat-sifat yang diinginkan dan menggabungkannya melalui hibridisasi untuk menghasilkan tanaman dengan sifat-sifat yang lebih baik. Proses ini memungkinkan terciptanya varietas tanaman baru yang lebih produktif, lebih tahan terhadap kondisi lingkungan yang keras, dan menghasilkan hasil dengan kualitas lebih tinggi.

Perbanyak tanaman secara seksual dengan biji memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan yang perlu diperhatikan. Salah satu keunggulan utama metode ini adalah dapat menghasilkan keragaman genetik pada tanaman baru. Variasi genetik ini terjadi akibat persilangan genetik antara induk jantan dan betina pada saat proses pembuahan. Keanekaragaman tersebut penting untuk menjaga keanekaragaman hayati tanaman dan menjadi landasan dalam upaya pemuliaan tanaman untuk mengembangkan varietas baru dan unggul. Selain itu, perbanyak tanaman dengan biji juga relatif mudah dan tidak memerlukan keahlian atau peralatan khusus. Teknologi ini dapat dimanfaatkan secara luas oleh para petani di berbagai daerah dengan sumber daya yang terbatas. Dari segi biaya, perbanyak benih juga cenderung lebih murah dibandingkan cara perbanyak vegetatif lainnya, apalagi jika benih dapat diproduksi sendiri oleh pelaku usaha budidaya. Di sisi lain,

perbanyak tanaman melalui biji mempunyai beberapa kelemahan. Kelemahan terbesarnya adalah tanaman baru tersebut secara genetis tidak identik dengan induknya. Artinya, sifat-sifat baik orang tua tidak selalu sepenuhnya diturunkan kepada keturunannya. Oleh karena itu, seleksi diperlukan untuk memilih individu-individu dengan karakteristik yang diinginkan. Selain itu, perbanyak dengan biji juga membutuhkan waktu lebih lama dibandingkan perbanyak vegetatif. Sebuah tanaman baru harus melalui tahapan pertumbuhan dari biji hingga mencapai tahap produksi, yang bisa memakan waktu berbulan-bulan bahkan bertahun-tahun tergantung jenis tanamannya. Meskipun mempunyai kekurangan, perbanyak tanaman dengan biji tetap merupakan metode yang penting dan banyak digunakan dalam pertanian dan hortikultura. Memahami kelebihan dan kekurangan akan memungkinkan Anda untuk mengoptimalkan penggunaan metode ini dan menggabungkannya dengan teknik perbanyak lain yang sesuai untuk mencapai tujuan produksi dan pemuliaan tanaman yang Anda inginkan.

5.3 Perbanyak Tanaman Secara Vegetatif

Perbanyak tanaman secara aseksual atau vegetatif merupakan cara perbanyak tanaman tanpa melalui proses penyerbukan (fertilisasi) dan pembentukan biji. Metode ini menggunakan bagian tanaman vegetatif seperti akar, batang, daun, dan pucuk untuk membuat salinan genetik atau klon yang tepat dari tanaman induk. Dengan kata lain, perbanyak vegetatif menghasilkan tanaman baru yang secara genetik identik dengan induknya.

Perbanyak secara vegetatif memberikan banyak manfaat penting bagi pelaku usaha di bidang pertanian. Salah satu keunggulan utamanya adalah dapat meniru susunan genetik tanaman induk dengan tepat (Orton, 2019). Hal ini sangat berguna bagi tanaman yang menghasilkan benih steril atau berkualitas rendah, sehingga reproduksi seksual menjadi sulit atau tidak mungkin dilakukan (Yadav and Singh, 2018). Melalui perbanyak vegetatif, sifat-sifat baik tanaman induk tetap terjaga dan diwariskan kepada generasi tanaman berikutnya. Selain itu,

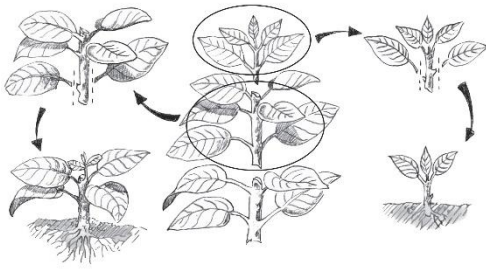
perbanyak vegetatif memungkinkan tanaman mencapai ukuran yang sesuai untuk dipindahkan atau dipanen dalam waktu singkat dibandingkan dengan perkecambahan biji. Hal ini merupakan keuntungan bagi pelaku usaha di bidang pertanian yang ingin mempersingkat siklus produksi dan meningkatkan efisiensi.

Metode perbanyak vegetatif sangat beragam dan dapat disesuaikan dengan spesies tanaman dan kondisi lingkungan yang berbeda. Metode yang umum dilakukan adalah stek, cangkok, okulasi, tunas, umbi, dan kultur jaringan. Setiap metode memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing, dan ada beberapa langkah yang harus diikuti dengan cermat untuk memastikan keberhasilan pembiakan. Karena kelebihannya, perbanyak tanaman secara vegetatif telah menjadi metode penting dalam bidang pertanian, hortikultura, dan perawatan tanaman.

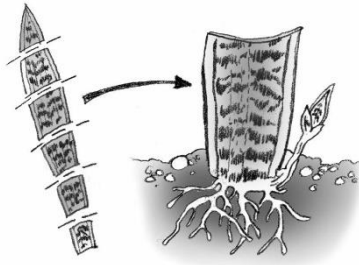
5.3.1 Stek

Perbanyak dengan stek merupakan metode perbanyak tanaman secara vegetatif yang sangat populer dan tersebar luas. Prinsip dasarnya adalah memanfaatkan kemampuan regeneratif sel-sel meristematik pada bagian tanaman seperti batang, daun, dan akar untuk membentuk tanaman baru yang secara genetik identik dengan induknya (Relf and Ball, 2009). Contoh dari metode stek yaitu: stek batang, daun, dan akar.

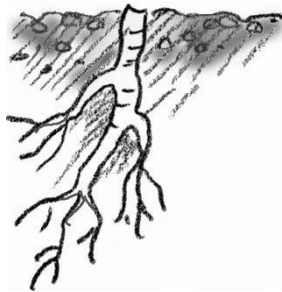
Stek batang (Gambar 5.2) merupakan metode yang paling umum dilakukan. Potongan batang dengan beberapa buku (*node*) diambil dari tanaman induk, lalu diinsersikan ke dalam media tanam yang sesuai. Stek batang dapat dibagi menjadi beberapa jenis seperti stek pucuk, stek tengah, dan stek pangkal. Stek daun (Gambar 5.3) merupakan metode yang dilakukan dengan menggunakan potongan daun atau sebagian dari daun yang masih muda. Daun atau potongan daun diletakkan pada media tanam yang sesuai dengan kondisi tertentu untuk merangsang pembentukan akar. Stek akar (Gambar 5.4) merupakan metode yang lebih jarang dilakukan, tetapi dapat digunakan pada tanaman tertentu yang mampu membentuk tunas adventif dari akar. Potongan akar diambil dan ditanam dalam media tanam yang sesuai.



Gambar 5.2. Perbanyakan stek batang
(Sumber Relf and Ball, 2009)



Gambar 5.3. Perbanyakan stek daun
(Sumber Relf and Ball, 2009)



Gambar 5.4. Perbanyakan stek akar
(Sumber Relf and Ball, 2009)

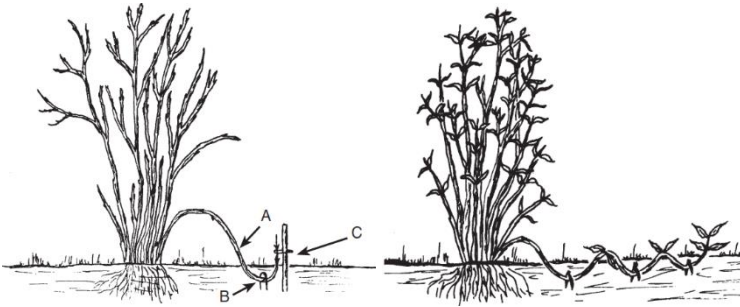
Perbanyakan dengan stek mempunyai beberapa keuntungan, antara lain metode ini relatif mudah dan murah untuk dilakukan, serta dapat dihasilkan tanaman baru yang secara genetik identik dengan induknya. Cara ini memungkinkan perbanyakan

massal dalam waktu yang relatif singkat dan cocok untuk tanaman yang sulit bereproduksi secara seksual.

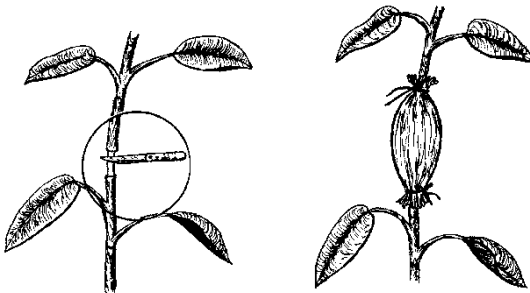
Namun di sisi lain, keberhasilan stek sangat bergantung pada kondisi lingkungan dan lokasi tanam yang sesuai, rentan terhadap kontaminasi patogen dan hama, serta jumlah tanaman baru yang dihasilkan bergantung pada ketersediaan bahan stek dan berhasil pada beberapa tanaman, terdapat beberapa spesies tanaman mungkin mempunyai akar yang buruk, tergantung pada kondisi lingkungan dan lokasi penanaman yang sesuai. Pengembangan teknologi terkini dalam pengembangan perbanyakan stek antara lain: penggunaan zat pengatur tumbuh, teknik hidroponik dan aeroponik, benih kultur jaringan yang diinduksi, otomatisasi ruang pemotongan dan sistem pengendalian lingkungan, dan bahkan penggunaan teknik fotomikrografi.

5.3.2 Cangkok

Perbanyakan dengan cara cangkok merupakan suatu cara perbanyakan secara vegetatif dimana suatu bagian tanaman (batang atau pucuk) menempel pada tanaman hidup lain sebagai inangnya. Beberapa contoh metode ini adalah *simple layering* (Gambar 5.5) dan *air layering* (Gambar 5.6). Teknik cangkok memiliki banyak keuntungan, salah satunya yaitu tanaman yang dihasilkan akan identik secara genetik dengan induknya, yang memungkinkan untuk mempertahankan sifat-sifat unggul dari induknya. Selain itu, teknik ini cukup sederhana. Namun, kekurangan metode cangkok adalah bahwa diperlukan tanaman inang yang tepat, dan bahwa keberhasilan cangkok sangat bergantung pada kompatibilitas antara batang cangkok dan batang inang. Teknologi terbaru seperti penggunaan zat pengatur tumbuh dan teknik penyambungan yang lebih efisien telah digunakan untuk meningkatkan keberhasilan cangkok. Zat pengatur tumbuh dapat membantu mempercepat pembentukan kalus dan perakaran pada batang cangkok, sementara teknik penyambungan yang lebih efisien dapat meningkatkan keberhasilan penyatuan antara batang cangkok dan inang.



Gambar 5.5. *Simple layering*. (A) cabang, (B) perakaran baru dari proses pelukaan batang, (C) ajir
(Sumber: Trinklein, 2010)

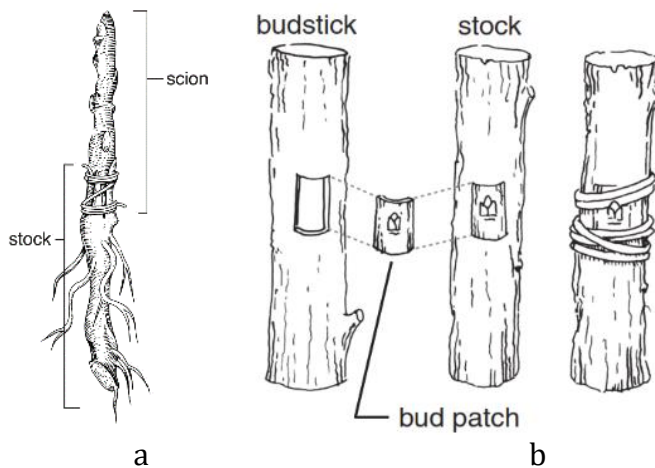


Gambar 5.6. *Air layering*
(Sumber: Trinklein, 2010)

5.3.3 Okulasi

Perbanyakan vegetatif okulasi merupakan metode penyambungan mata tunas (tunas lateral) dari batang suatu tanaman ke batang tanaman yang lain, dan biasa digunakan pada tanaman berkayu. Dalam proses ini, pucuk beserta potongan kulitnya diambil dari batang tanaman induk (batang atas/entres) dan dimasukkan ke dalam irisan yang telah disiapkan pada batang tanaman lain (batang bawah). Ada beberapa contoh teknik okulasi, antara lain okulasi pucuk dan okulasi tempel (Gambar 5.7). Keuntungan utama dari cara ini adalah tanaman cangkokan lebih cepat berbuah dan mempertahankan sifat-sifat baik induknya. Namun kekurangan dari okulasi adalah keberhasilan okulasi memerlukan teknik okulasi khusus dan resiko penolakan yang tinggi jika terjadi ketidakcocokan antara batang atas dan batang

bawah. Untuk meningkatkan tingkat keberhasilan pencangkakan, teknik modern seperti penggunaan peralatan pencangkakan modern dan perawatan khusus seperti penggunaan zat pengatur tumbuh digunakan untuk meningkatkan hubungan batang atas dan batang bawah serta mengurangi pembentukan kalus.

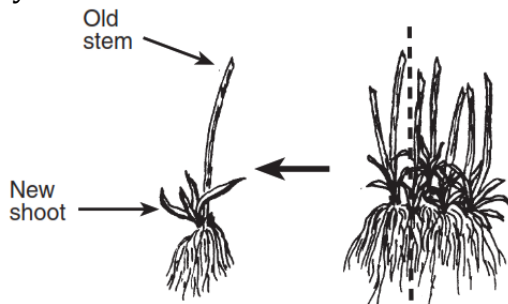


Gambar 5.7. Okulasi pucuk (a), okulasi tempel (b)
(Sumber: Trinklein, 2010)

5.3.4 Tunas

Perbanyakan melalui tunas merupakan metode perbanyakan vegetatif yang memanfaatkan tunas adventif atau tunas samping yang tumbuh secara alami pada batang atau akar tanaman (Gambar 5.8). Metode ini cukup sederhana dan sering digunakan, terutama untuk tanaman seperti pisang dan nanas yang dapat diperbanyak dengan mengambil anakan atau tunasnya, dan tanaman bambu yang dapat diperbanyak dengan membelah rumpunnya. Perbanyakan melalui tunas memiliki dua keunggulan utama: prosedurnya mudah dan tanaman baru yang dihasilkan akan secara genetik identik dengan induknya. Namun, satu-satunya kekurangan metode ini adalah bahwa jumlah tanaman baru yang dapat dihasilkan terbatas oleh ketersediaan tunas pada induk tanaman. Untuk mengatasi masalah ini, teknologi terbaru telah digunakan, seperti menginduksi pembentukan tunas adventif

dengan zat pengatur tumbuh. Melalui penerapan zat pengatur tumbuh seperti sitokinin dan auksin pada bagian tanaman tertentu, pembentukan tunas adventif dapat distimulasi. Ini meningkatkan potensi perbanyakan.

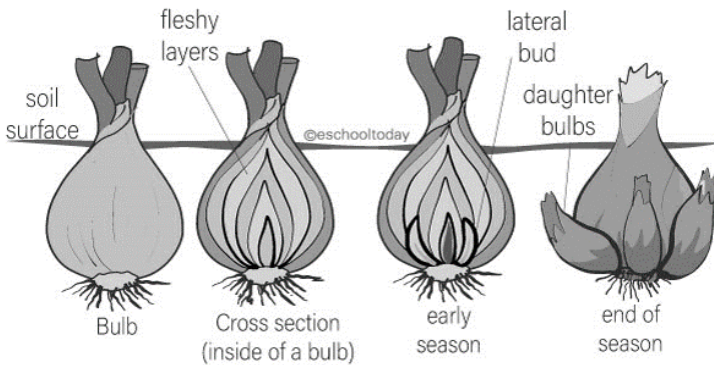


Gambar 5.8. Perbanyakan melalui tunas
(Sumber: Trinklein, 2010)

5.3.5 Umbi

Perbanyakan melalui umbi adalah teknik perbanyakan vegetatif yang menggunakan bagian umbi, umbi lapis, atau rimpang tanaman untuk menghasilkan tanaman baru (Gambar 5.3.5). Ini terutama digunakan untuk tanaman seperti kentang yang diperbanyak dengan umbi, bawang merah dan putih yang diperbanyak dengan umbi lapis, dan tanaman rimpang seperti kunyit dan jahe. Perbanyakan melalui umbi memiliki banyak keunggulan, salah satunya adalah sangat mudah untuk dilakukan. Selain itu, tanaman baru yang dihasilkan akan identik secara genetik dengan induknya, memungkinkan untuk mempertahankan sifat-sifat unggul dari induk tanaman. Namun, kekurangan metode ini adalah bahwa jumlah tanaman baru yang dapat dihasilkan terbatas oleh ketersediaan umbi, umbi lapis, atau rimpang dari induk tanaman. Dalam beberapa situasi, penggunaan umbi secara berlebihan juga dapat meningkatkan kemungkinan penularan penyakit yang ditularkan melalui umbi, seperti virus atau bakteri tular-umbi. Teknologi terbaru seperti perlakuan khusus pada umbi telah digunakan untuk mengatasi keterbatasan ini dan meningkatkan kualitas umbi sebagai bahan perbanyakan. Perlakuan seperti perendaman dalam larutan nutrisi, zat pengatur tumbuh tertentu, atau agen pengontrol penyakit dapat meningkatkan

kualitas umbi, yang menghasilkan tanaman yang lebih sehat dan peluang keberhasilan perbanyakan yang lebih tinggi.



Gambar 5.9. Perbanyakan melalui umbi
(Sumber: eSchoolToday, 2017)

5.3.6 Kultur Jaringan

Perbanyakan tanaman secara aseptik melalui kultur jaringan menggunakan sel, jaringan, atau organ tanaman yang dikulturkan dalam lingkungan laboratorium yang terkontrol. Kultur jaringan banyak digunakan untuk perbanyakan massal tanaman hias bernilai ekonomi tinggi seperti anggrek, tanaman buah-buahan seperti pisang, jeruk, dan alpukat, serta tanaman pangan penting seperti kentang, ubi jalar, dan padi. Kultur jaringan menawarkan beberapa keuntungan, termasuk kemampuan untuk menghasilkan bibit dalam jumlah besar dalam waktu yang relatif singkat, dan bibit yang dihasilkan bebas dari penyakit dan seragam secara genetik. Sebaliknya, kelemahan utama metode ini adalah kebutuhan akan fasilitas khusus, seperti laboratorium kultur jaringan, yang memenuhi standar keamanan dan kebersihan, serta biaya operasional yang cukup tinggi untuk menjaga lingkungan kultur yang steril dan terkontrol. Untuk mengatasi keterbatasan ini dan meningkatkan produktivitas dan efisiensi, teknologi terbaru telah diterapkan dalam kultur jaringan. Sistem otomasi kultur jaringan memungkinkan pemantauan dan kontrol lingkungan yang lebih baik seperti suhu, kelembapan, dan pencahayaan. Untuk mencapai kondisi tumbuh eksplan yang ideal, pengoptimalan media dan

kondisi kultur terus dilakukan. Untuk meningkatkan kemampuan regenerasi tanaman dari sel-sel somatik, juga banyak digunakan induksi embriogenesis somatik melalui penggunaan kombinasi zat pengatur tumbuh. Produksi massal embrio somatik yang dapat berkembang menjadi tanaman lengkap dalam waktu singkat dapat dilakukan melalui teknik ini. Upaya untuk membuat protokol yang efektif untuk spesies tanaman tertentu melalui rekayasa media dan kondisi kultur tertentu juga merupakan bagian dari pengembangan teknologi kultur jaringan. Penggunaan teknologi terbaru dalam kultur jaringan sangat penting untuk mengoptimalkan kemampuan teknik ini untuk produksi bibit berkualitas tinggi secara massal.



Gambar 5.10. Plantlet yang diproduksi di tabung kultur jaringan dalam kondisi steril
(Sumber: Trinklein, 2010)

DAFTAR PUSTAKA

- Chokheli, V.A. *et al.* (2020) 'Recent development in micropropagation techniques for rare plant species', *Plants*, 9(12), p. 1733.
- eSchoolToday (2017) *Bulbs in vegetative propagation*, <https://eschooltoday.com/learn/bulbs-in-vegetative-propagation/>.
- Garcia, J.E. *et al.* (2019) 'Signal or cue: the role of structural colors in flower pollination', *Current Zoology*, 65(4), pp. 467–481.
- Hartmann, H.T. and Kester, D.E. (1975) *Plant propagation: principles and practices*. Prentice-Hall.
- Juan-Vicedo, J. *et al.* (2022) 'In vitro propagation, genetic assessment, and medium-term conservation of the coastal endangered species *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters (Cupressaceae) from adult trees', *Plants*, 11(2), p. 187.
- O'Neill, S.D. (1997) 'Pollination regulation of flower development', *Annual review of plant biology*, 48(1), pp. 547–574.
- Orton, T.J. (2019) 'Breeding methods for outcrossing plant species: III. Asexual propagation horticultural plant breeding', *Horticultural plant breeding*, pp. 309–326.
- Relf, D. and Ball, E.C. (2009) 'Propagation by cuttings, layering and division'.
- Trinklein, D. (2010) 'Plant propagation', in *Missouri Master Gardener Core Manual*. University of Missouri Extension.
- Yadav, D. and Singh, S.P. (2018) 'Vegetative methods of plant propagation: I-cutting layering and budding', *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(2), pp. 3267–3273.

BAB 6

PERSEMAIAN

Oleh Didi Carsidi

6.1 Pendahuluan

Persemaian adalah tahap awal dalam budidaya tanaman yang menentukan keberhasilan produksi tanaman. Proses ini melibatkan penyiapan benih, media tanam, dan lingkungan yang optimal untuk mendukung perkecambahan dan pertumbuhan bibit. Persemaian yang baik akan menghasilkan bibit yang sehat, kuat, dan siap ditanam di lapangan. Bab ini akan membahas secara komprehensif tentang prinsip, teknik, dan manajemen persemaian, serta faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilannya.

6.2 Pentingnya Persemaian dalam Budidaya Tanaman

Persemaian merupakan tahap awal yang sangat krusial dalam budidaya tanaman. Pada dasarnya, persemaian adalah proses awal pembibitan tanaman dalam lingkungan terkontrol untuk menghasilkan bibit berkualitas tinggi. Kegiatan ini tidak hanya berfokus pada pembibitan, tetapi juga pada pengelolaan nutrisi, kelembaban, suhu, dan sanitasi yang optimal untuk menjamin pertumbuhan bibit yang sehat dan tahan terhadap berbagai tekanan lingkungan sebelum ditransplantasikan ke lokasi lapangan. Berikut penjelasan mendetail mengenai pentingnya persemaian dalam budidaya tanaman:

6.2.1 Meningkatkan Kualitas Bibit

Pembibitan dalam kondisi persemaian membantu meningkatkan kualitas bibit karena:

1. **Kondisi Terproteksi:** Lingkungan yang terkontrol (misalnya rumah kaca atau ruang persemaian) memungkinkan pengaturan suhu, kelembaban, dan

pencahayaannya yang optimal. Hal ini meminimalkan risiko stres lingkungan yang bisa menghambat pertumbuhan bibit.

2. **Kebersihan dan Sanitasi:** Dengan penerapan standar sanitasi yang ketat, risiko serangan patogen, hama, atau penyakit dapat diminimalkan. Bibit yang sehat pada tahap awal ini memiliki peluang lebih besar untuk berkembang optimal saat ditanam di lahan.
3. **Pertumbuhan Merata:** Pemilihan media tanam yang tepat dan pemberian nutrisi seimbang menjamin bibit memiliki pertumbuhan akar dan tunas yang merata. Kondisi ini sangat penting terutama untuk tanaman komersial maupun hortikultura.

Contoh: Pada budidaya tanaman hortikultura seperti cabai atau tomat, kualitas bibit yang dihasilkan dari persemaian yang baik dapat menghasilkan tanaman dengan daya tahan lebih tinggi terhadap stres iklim dan penyakit, sehingga produktivitas panen pun meningkat (Kementerian Pertanian RI, 2019).

6.2.2 Efisiensi Penggunaan Sumber Daya

Persemaian memungkinkan penanaman bibit dalam lahan yang relatif kecil namun menghasilkan bibit dalam jumlah besar. Beberapa keuntungan dari segi efisiensi antara lain:

1. **Optimalisasi Lahan:** Dengan teknik persemaian modern seperti tray seedling atau polibag, lahan kecil dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan bibit dalam jumlah besar. Hal ini sangat menguntungkan bagi petani dengan ketersediaan lahan terbatas.
2. **Penggunaan Pupuk dan Air yang Terukur:** Di dalam persemaian, pemupukan dan pengairan dilakukan secara terkontrol sehingga efisiensi dalam penggunaan sumber daya meningkat dan potensi pemborosan dapat dikurangi.
3. **Pengelolaan Limbah dan Biaya Produksi:** Dengan pengelolaan yang tepat, biaya produksi dapat ditekan karena sistem persemaian membantu meminimalisasi risiko kegagalan bibit yang biasanya berdampak pada kerugian ekonomi.

6.2.3 Mengurangi Risiko Kegagalan Transplantasi

Bibit yang dihasilkan melalui proses persemaian memiliki kekuatan dan ketahanan yang lebih baik saat dipindahkan ke lahan lapangan. Beberapa poin pentingnya adalah:

1. **Adaptasi Awal pada Lingkungan Terkontrol:** Bibit yang tumbuh di lingkungan yang dikendalikan cenderung memiliki sistem akar yang kuat dan siap untuk menyesuaikan diri dengan kondisi lapangan.
2. **Pengurangan Stres Transplantasi:** Tahap pemindahan bibit ke lahan terbuka dikenal sebagai masa stres tinggi. Bibit yang berasal dari persemaian umumnya memiliki stamina lebih dalam menghadapi perubahan lingkungan, sehingga survival rate saat transplantasi meningkat.
3. **Monitoring dan Perawatan yang Lebih Intensif:** Pada tahap persemaian, petani dapat melakukan pemantauan yang lebih rinci terhadap pertumbuhan dan perkembangan bibit. Kesalahan atau ketidakseimbangan dapat segera diidentifikasi dan diperbaiki, mengurangi risiko munculnya masalah saat tanaman beranjak ke fase produksi (Nugroho et al., 2018).

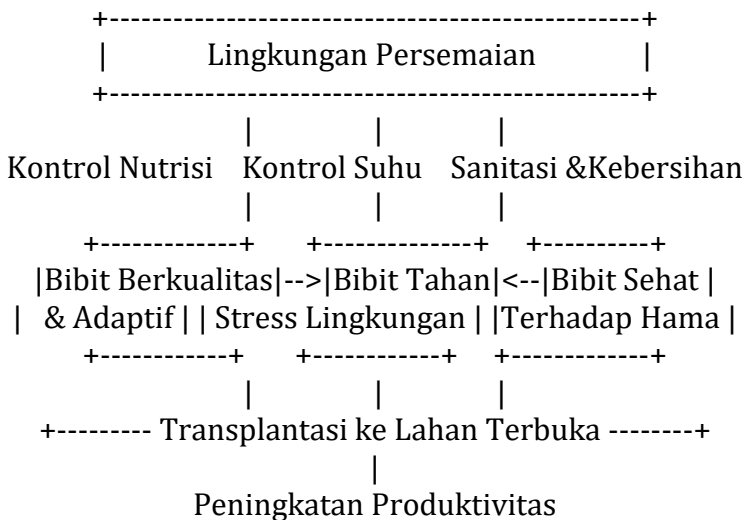
6.2.4 Peningkatan Produktivitas dan Keberlanjutan Sistem Pertanian

Implementasi persemaian berbanding lurus dengan peningkatan produktivitas pada sektor pertanian, dengan beberapa dampak positif sebagai berikut:

1. **Produktivitas Panen yang Lebih Tinggi:** Bibit berkualitas tinggi pada akhirnya akan menghasilkan tanaman yang lebih produktif, baik dari segi kuantitas maupun kualitas hasil panen.
2. **Keberlanjutan Jangka Panjang:** Persemaian yang baik mendukung sistem pertanian berkelanjutan dengan mengurangi ketergantungan pada penggunaan pestisida dan pupuk kimia yang berlebihan, karena tanaman sudah didapatkan dari bibit yang kuat dan sehat.
3. **Diversifikasi Tanaman:** Teknik persemaian modern memungkinkan pengembangan dan percobaan terhadap

berbagai jenis tanaman, sehingga mendukung diversifikasi tanaman dan ketahanan pangan lokal.

Ilustrasi Konsep Persemaian:



6.2.5 Dukungan kepada Inovasi dan Teknologi Pertanian

Adopsi sistem persemaian telah mendorong inovasi dalam teknologi pertanian, seperti:

- 1. Penggunaan Sistem Otomatis dan IoT:** Beberapa persemaian modern memanfaatkan sensor dan sistem otomatis untuk memantau kelembaban, suhu, dan pemberian nutrisi secara real time.
- 2. Teknik Kultur Jaringan (In Vitro):** Untuk tanaman dengan kebutuhan spesifik atau tanaman langka, teknik kultur jaringan memungkinkan perbanyakan bibit secara masif dengan kualitas genetik yang terjaga.
- 3. Pelatihan dan Pendidikan:** Banyak lembaga pertanian dan universitas yang mengembangkan pelatihan teknik persemaian sebagai bagian dari program pendidikan pertanian untuk membekali petani dan tenaga ahli dalam mengadopsi teknologi terbaru (FAO, 2013).

6.3 Komponen Utama dalam Persemaian

6.3.1 Pemilihan Benih dan Pengolahan Awal

1. **Kualitas Benih:** Benih merupakan fondasi utama dalam persemaian. Benih yang berkualitas tinggi memiliki daya germinasi optimal, yang menghasilkan bibit dengan pertumbuhan awal yang baik. Proses seleksi benih harus memperhatikan ciri fisik dan status kesehatan benih agar potensi pertumbuhannya maksimal.
2. **Pengolahan Awal:** Di tahap awal, benih sering kali diolah melalui proses perendaman atau sterilisasi untuk menekan kemungkinan infeksi patogen. Pembersihan benih dan penggunaan agen desinfektan (misalnya larutan klorin) merupakan langkah penting agar bibit yang dihasilkan bebas dari penyakit.
3. > *"Pemilihan benih yang tepat dan pengolahan awal yang benar merupakan kunci utama dalam memastikan bibit tumbuh dengan optimal di fase persemaian."* > — Nugroho et al. (2018)

6.3.2 Media Tanam

1. **Komposisi Media:** Media tanam harus memiliki struktur yang mendukung perakaran, yaitu campuran tanah, pasir, dan kompos. Media yang ideal menyediakan drainase yang baik sekaligus mempertahankan kelembaban yang cukup untuk mendukung pertumbuhan bibit.
2. **Kestabilan pH dan Nutrisi:** Media tanam harus memiliki pH yang sesuai dan mengandung unsur hara esensial. Penyesuaian pH serta suplai nutrisi dasar (seperti nitrogen, fosfor, dan kalium) penting untuk mendukung perkembangan akar dan tunas bibit.
3. **Sterilisasi Media:** Media tanam juga perlu disterilkan agar terhindar dari hama dan penyakit yang dapat menghambat pertumbuhan bibit.

6.3.3 Pengaturan Lingkungan

1. **Suhu:** Suhu di dalam area persemaian harus dikontrol agar berada dalam rentang optimal untuk proses germinasi dan pertumbuhan awal bibit. Suhu yang terlalu rendah atau terlalu

tinggi dapat menghambat proses metabolis dan pertumbuhan bibit.

2. **Kelembaban:** Pengaturan kelembaban sangat penting, baik untuk menjaga kondisi media tanam tetap lembab maupun untuk menghindari kondisi yang mendukung pertumbuhan jamur dan penyakit. Kelembaban harus dijaga secara konsisten dengan sistem penyiraman yang tepat.
3. **Pencahayaan:** Intensitas dan durasi cahaya berperan dalam proses fotosintesis. Cahaya alami sering didukung dengan penggunaan lampu buatan (jika diperlukan) untuk menjamin kebutuhan energi bagi pertumbuhan bibit, terutama pada fase awal.
4. **Ventilasi:** Sirkulasi udara yang baik membantu menjaga suhu dan kelembaban serta mencegah penumpukan uap air yang berlebihan, yang dapat menyebabkan pertumbuhan jamur dan penyakit.
4. > *"Pengaturan lingkungan yang meliputi suhu, kelembaban, dan pencahayaan merupakan faktor fundamental untuk suksesnya persemaian, sehingga bibit mendapatkan kondisi ideal untuk tumbuh."* > — Food and Agriculture Organization (FAO, 2013)

6.3.4 Sanitasi dan Kebersihan

1. **Sanitasi Lingkungan:** Kebersihan area persemaian sangat penting untuk mencegah serangan patogen. Sterilisasi peralatan, wadah tanam, dan media tanam secara berkala membantu meminimalkan risiko penyakit.
2. **Pengendalian Hama dan Penyakit:** Penerapan praktik pengendalian hama secara preventif, baik dengan metode organik maupun kimiawi, sangat diperlukan. Protokol kebersihan yang ketat memastikan area persemaian tetap sehat dan layak untuk pengembangan bibit.
3. > *"Praktik sanitasi yang konsisten di dalam persemaian merupakan kunci dalam mengurangi risiko serangan penyakit dan meningkatkan kesehatan bibit."* > — Kementerian Pertanian Republik Indonesia (2019)

6.3.5 Irigasi dan Nutrisi

- 1. **Sistem Irigasi:** Penyiraman yang terukur dan teratur sangat penting dalam menjaga kelembaban media tanam. Sistem irigasi yang modern, seperti irigasi tetes atau sistem otomatis, dapat membantu memenuhi kebutuhan air bibit secara konsisten.
- 2. **Pemberian Nutrisi:** Selain air, bibit juga memerlukan nutrisi tambahan. Penggunaan pupuk dasar atau pupuk tambahan (baik organik maupun anorganik) harus disesuaikan dengan fase pertumbuhan. Pemberian nutrisi yang tepat meningkatkan kekuatan dan vitalitas bibit.

6.3.6 Teknologi dan Sistem Pemantauan

- 1. **Pemantauan Kondisi Lingkungan:** Penggunaan sensor dan alat monitor untuk mengevaluasi suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya membantu petani untuk segera menyesuaikan kondisi lingkungan persemaian bila terjadi perubahan.
- 2. **Otomatisasi Sistem:** Integrasi teknologi seperti *Internet of Things* (IoT) memungkinkan otomatisasi dalam penyiraman, pemberian nutrisi, dan pengaturan suhu, sehingga meminimalisir kesalahan manusia dan meningkatkan efisiensi persemaian.

Ilustrasi Diagram Komponen Utama Persemaian

Komponen Utama Persemaian



6.4 Teknik Persemaian

6.4.1 Persiapan Benih dan Pengolahan Awal

Kualitas dan Seleksi Benih: Pemilihan benih yang berkualitas merupakan langkah awal yang vital. Benih harus bebas dari penyakit dan memiliki daya germinasi yang tinggi. Setelah pemilihan, benih umumnya melalui proses *pre-sowing treatment* berupa perendaman, pemberian larutan hormon (misalnya asam giberelin) atau sterilisasi dengan larutan desinfektan seperti klorin. > “Pemilihan dan perlakuan awal benih merupakan kunci utama dalam memastikan bahwa proses persemaian berjalan optimal, sehingga bibit yang dihasilkan sehat dan kuat.” > — Nugroho et al. (2018)

6.4.2 Penyediaan dan Pengolahan Media Tanam

Komposisi Media Tanam: Media tanam harus mampu menampung air dan udara secara seimbang agar akar dapat berkembang optimal. Campuran tanah, pasir, dan kompos sering digunakan untuk menghasilkan struktur media yang ideal.

1. **Drainase dan Retensi Air:** Campuran yang tepat membantu mempertahankan kelembaban tanpa menggenangi benih.
2. **pH dan Unsur Hara:** Media harus diatur pH-nya agar berada dalam kisaran optimal (biasanya 5,5-6,5) dan mengandung nutrisi dasar seperti nitrogen, fosfor, dan kalium.

Sterilisasi Media: Sterilisasi media tanam adalah langkah penting untuk menghilangkan patogen, serangga, dan hama yang bisa menghambat pertumbuhan bibit. > “Media tanam yang telah disterilkan meningkatkan peluang bibit untuk tumbuh sehat, terutama di tahap awal pertumbuhan.” > — Kementerian Pertanian Republik Indonesia (2019)

6.4.3 Teknik Penyemaian Konvensional

Metode Penyemaian Langsung: Benih ditanam langsung pada wadah persemaian seperti polybag, tray, atau bed persemaian. Teknik ini meliputi:

1. **Distribusi Benih:** Takaran dan jarak tanam harus disesuaikan agar bibit tidak bersaing untuk mendapatkan nutrisi.

2. **Penyiraman Manual atau Terjadwal:** Penyiraman dilakukan secara berkala agar media tetap lembab, namun tidak sampai tergenang.

Praktek Steril dan Sanitasi: Lingkungan persemaian harus dijaga kebersihannya. Alat tanam, wadah, dan media harus rutin disterilkan guna mencegah serangan penyakit. > “Kepatuhan terhadap prinsip sanitasi yang ketat dapat mengurangi insiden wabah penyakit pada fase bibit.” > — Kementerian Pertanian Republik Indonesia (2019)



Gambar 6.1. Persemaian Tanaman Melon di Tray Semai



Gambar 6.2. Persemaian Tanaman Padi di Lahan Sawah

6.4.4 Teknik Persemaian Modern

1. Kultur Jaringan (In Vitro)

Metode kultur jaringan memungkinkan perbanyakan bibit secara massal dengan menggunakan media aseptik di laboratorium.

Keunggulan:

- a. Menghasilkan bibit dengan keseragaman genetik dan kebersihan tinggi.
- b. Meminimalkan risiko penularan penyakit yang umum terjadi pada media tanah konvensional. > “Teknik kultur jaringan memberikan solusi efektif untuk perbanyakan

tanaman langka serta komersial dengan mutu bibit yang konsisten.” > — FAO (2013)

2. Sistem Hidroponik Persemaian

Teknik hidroponik diterapkan dengan menggantikan media tanah dengan larutan nutrisi.

Keunggulan:

- a. Kontrol yang lebih presisi terhadap nutrisi, pH, dan kelembaban.
- b. Mengurangi risiko kontaminasi dari patogen tanah. > “Hidroponik dalam persemaian memungkinkan pemantauan ketat terhadap lingkungan tumbuh, sehingga bibit dapat berkembang secara optimal dalam waktu yang lebih singkat.” > — Nugroho et al. (2018)

3. Otomatisasi dan Sistem Pemantauan Digital

Integrasi teknologi sensor dan Internet of Things (IoT) memungkinkan pemantauan real-time terhadap suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya di area persemaian.

Keunggulan:

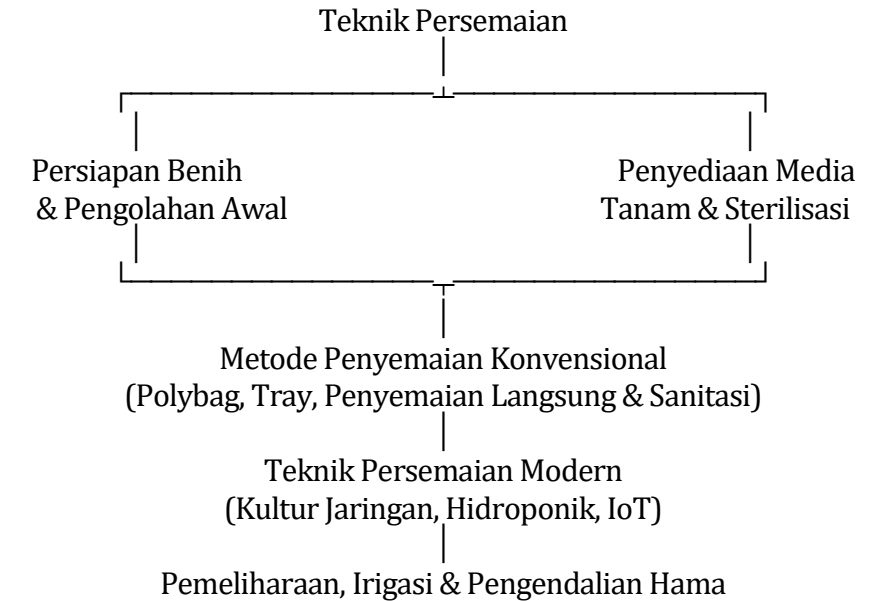
- a. Mengurangi kesalahan manusia dan meningkatkan efisiensi operasional.
- b. Memberikan data yang akurat untuk penyesuaian cepat dalam kondisi lingkungan. > “Penggunaan teknologi digital dalam persemaian merupakan langkah strategis untuk meminimalkan variabilitas pertumbuhan bibit dan meningkatkan produktivitas secara keseluruhan.” > — FAO (2013)

6.4.5 Teknik Pemeliharaan dan Pemantauan

Irigasi Terukur dan Nutrisi: Pengaturan irigasi baik dengan sistem tetes atau otomatis memastikan media tetap lembab secara konsisten. Pemberian pupuk dasar atau nutrisi mikro sering dilakukan untuk mendukung pertumbuhan awal bibit.

Kontrol Hama dan Penyakit: Penggunaan insektisida dan fungisida secara terukur serta pengelolaan sanitasi secara rutin membantu meminimalkan serangan patogen. Teknik biokontrol melalui predator alami juga semakin mendapat tempat dalam pengelolaan persemaian modern.

Ilustrasi Diagram Alur Teknik Persemaian



6.5 Manajemen Persemaian

Manajemen persemaian adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk memastikan bahwa bibit tanaman tumbuh dengan baik dan siap untuk dipindahkan ke lahan tanam. Berikut adalah penjelasan lengkap tentang manajemen persemaian beserta citasi dan referensinya:

1. **Pemilihan Lokasi:** Lokasi persemaian harus memiliki akses yang baik terhadap air dan sinar matahari, serta terlindung dari angin kencang. Selain itu, tanah di lokasi persemaian harus subur dan memiliki drainase yang baik (Marjenah, 2018).
2. **Persiapan Media Tanam:** Media tanam yang digunakan harus steril untuk mencegah serangan hama dan penyakit. Media tanam biasanya terdiri dari campuran tanah, pasir, dan bahan organik seperti kompos. Pemilihan media tanam yang tepat sangat penting untuk pertumbuhan bibit yang sehat (Indriyanto, 2022).
3. **Penanaman Benih:** Benih harus dipilih dari sumber yang terpercaya dan berkualitas tinggi. Benih kemudian ditanam pada media tanam dengan kedalaman yang sesuai untuk

memastikan pertumbuhan yang optimal. Jarak tanam yang cukup juga diperlukan untuk menghindari persaingan antar bibit (Irawan et al, 2020).

4. **Pemeliharaan Bibit:** Pemeliharaan bibit meliputi penyiraman, pemupukan, dan pengendalian hama serta penyakit. Penyiraman dilakukan secara teratur untuk menjaga kelembaban media tanam. Pemupukan dilakukan untuk menyediakan nutrisi yang dibutuhkan oleh bibit, sementara pengendalian hama dan penyakit dilakukan untuk mencegah kerusakan pada bibit (Marjenah, 2018).

6.6 Evaluasi Kualitas Bibit

Evaluasi kualitas bibit adalah proses penting yang dilakukan untuk memastikan bahwa bibit memiliki kualitas yang baik sebelum ditanam di lapangan. Berikut adalah beberapa aspek yang dievaluasi dalam kualitas bibit beserta citasi dan referensinya:

1. **Tinggi Tanaman:** Tinggi tanaman merupakan parameter yang sering digunakan dalam evaluasi kualitas bibit. Bibit yang tinggi biasanya menunjukkan pertumbuhan yang baik. Menurut penelitian oleh Marjenah (2018), tinggi bibit merupakan indikator penting dalam penilaian kualitas bibit.
2. **Diameter Batang:** Diameter batang juga merupakan indikator penting. Bibit dengan diameter batang yang lebih besar biasanya lebih kuat dan tahan terhadap kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan. Hal ini dikonfirmasi oleh penelitian yang dilakukan oleh Indriyanto (2022).
3. **Jumlah Daun:** Jumlah daun atau rasio tajuk hidup (Live Crown Ratio, LCR) adalah parameter lain yang dievaluasi. Bibit dengan jumlah daun yang banyak menunjukkan pertumbuhan yang baik dan kemampuan fotosintesis yang optimal. Penelitian di persemaian PT Natarang Mining menunjukkan bahwa jumlah daun adalah parameter yang penting dalam evaluasi kualitas bibit (Irawan et al, 2020).
4. **Kondisi Kesehatan:** Kesehatan bibit dievaluasi berdasarkan ada atau tidaknya hama dan penyakit. Bibit yang sehat harus bebas dari hama dan penyakit. Misalnya, dalam penelitian di

persemaian PT Natarang Mining, hama seperti siput telanjang dan penyakit bercak daun dievaluasi (Marjenah, 2018).

5. **Kekompakan Media:** Kekompakan media tanam juga dievaluasi untuk memastikan bahwa media tanam mendukung pertumbuhan bibit. Media tanam yang baik harus memiliki struktur yang baik dan mampu menyediakan nutrisi yang cukup untuk bibit.

6.7 Tantangan dalam Persemaian

Tantangan dalam persemaian adalah berbagai hambatan yang dapat mempengaruhi keberhasilan dalam menghasilkan bibit tanaman yang berkualitas. Berikut adalah beberapa tantangan utama dalam persemaian beserta citasi dan referensinya:

1. **Perubahan Iklim:** Perubahan iklim dapat mempengaruhi kondisi lingkungan yang diperlukan untuk pertumbuhan bibit. Suhu yang ekstrem, curah hujan yang tidak menentu, dan peningkatan kejadian cuaca ekstrem dapat menghambat pertumbuhan bibit (Ibnu, 2024).
2. **Ketersediaan Air:** Ketersediaan air yang cukup sangat penting untuk pertumbuhan bibit. Kekurangan air dapat menyebabkan bibit mengalami stres dan pertumbuhannya terhambat. Menurut penelitian, defisit air merupakan salah satu tantangan utama dalam sektor pertanian (Ibnu, 2024).
3. **Serangan Hama dan Penyakit:** Hama dan penyakit dapat merusak bibit dan mengurangi kualitasnya. Pengendalian hama dan penyakit yang efektif sangat penting untuk menjaga kesehatan bibit (Marjenah, 2018).
4. **Kualitas Media Tanam:** Media tanam yang tidak sesuai dapat menghambat pertumbuhan bibit. Media tanam harus memiliki sifat fisik dan kimia yang baik untuk mendukung pertumbuhan bibit (Indriyanto, 2022).
5. **Keterbatasan Teknologi:** Penggunaan teknologi yang terbatas dalam persemaian dapat menghambat efisiensi dan efektivitas proses persemaian. Pemanfaatan teknologi yang lebih canggih dapat membantu mengatasi berbagai tantangan dalam persemaian (Ibnu, 2024).

DAFTAR PUSTAKA

- Food and Agriculture Organization (FAO). (2013). *Good Agricultural Practices for Plant Nurseries*. Rome: FAO.
- Ibnu, M. 2024. "Jurnal Litbang : Challenges of The Agricultural Sector in Meeting the Needs for Sustainable Food." 20(2): 135–48.
- Indriyanto. (2022). *Teknik dan Manajemen Pesemaian*. Plantaxia. Yogyakarta
- Irawan, Ujang Susep et al. 2020. *Operasi Wallacea Terpadu Buku Manual Persemaian Dan Pembibitan Tanaman Hutan*. https://elti.yale.edu/sites/default/files/rsource_files/buku_manual_persemaian_dan_pembibitan_tanaman_hutan.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2019). *Pedoman Persemaian Tanaman*. Jakarta: Kementerian Pertanian RI.
- Marjenah. 2018. "Manajemen Pembibitan Edisi Revisi 2." : 1–258.
- Nugroho, A., Suryanto, H., & Putri, R. (2018). *Teknologi Persemaian Tanaman Hortikultura: Strategi Menuju Produktivitas Tinggi*. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 10(2), 123-135.

BAB 7

PENANAMAN

Oleh Trisday Yiin Parari

7.1 Pendahuluan

Setelah berakhirnya Perang Dunia Kedua, dan pada masa setelah kemerdekaan Indonesia, terjadi perubahan jumlah penduduk di Indonesia secara signifikan yang mengakibatkan kebutuhan pangan yang tinggi. Pada era tahun 1960-an, diperkenalkan Revolusi Hijau, yaitu program peningkatan produksi tanaman padi melalui penggunaan benih unggul, pupuk kimia, dan pestisida kimiawi. Dengan adanya program tersebut, kesadaran dan metode baru yang baik dalam melakukan budidaya tanaman, terutama dalam proses penanaman, diharapkan dapat meningkatkan produksi tanaman pada saat itu (Tahir dan Djunis, 2019).

Keberadaan Indonesia sebagai negara agraris memiliki berbagai topografi dari Sabang hingga Merauke dan tiga tipe hujan: Monsun, lokal, dan equatorial. Beragam adat istiadat masyarakat menciptakan berbagai pola penanaman. Pada tahun 2024, BPS mencatat jumlah penduduk sekitar kurang lebih 280 juta, sebagian besar di Pulau Jawa yang subur untuk pertanian (BPS, 2024).

Penanaman adalah kegiatan meletakkan benih atau bibit dalam media tanam untuk tumbuh dan berproduksi memenuhi kebutuhan manusia, hewan, atau alam. Media tanam umumnya terdiri dari tanah, pupuk, pembenah tanah, dan air. Penanaman adalah langkah awal dalam budidaya tanaman yang perlu diperhatikan untuk hasil berkualitas. Penanaman dilakukan dengan berbagai teknik sesuai jenis bahan tanam, memperhatikan aspek kesesuaian media, umur, iklim, dan sumber daya. Tujuan utama penanaman adalah peningkatan produksi dan kualitas tanaman. oleh sebab itu, metode penanaman tanaman harus mempertimbangkan media tanam,

kondisi biji atau bibit, efisiensi waktu, biaya, tenaga, serta viabilitas benih dan bibit setelah tanam. Memahami metode penanaman yang baik penting untuk pelaku budidaya agar proses pemeliharaan tanaman lebih efisien dan mudah diatur dan menguntungkan secara agronomi.

7.2 Pola Tanam

Pola tanam merupakan hasil keputusan dari pelaku usaha tani, masyarakat, kelompok tani dan maupun oleh pemerintah yang didasarkan pada berbagai pertimbangan untuk menghasilkan produktivitas atau kualitas tanaman yang akan dihasilkan kedepannya. Keputusan tersebut yang dimaksud adalah kesesuaian lahan adaptasi penanaman, masa lalu (penanaman sebelumnya), tradisi, harapan, dan hasil produksi meningkat serta berkualitas baik yang berguna bagi kehidupan manusia maupun lingkungan sekitarnya (Rusastra et al., 2016). Sehingga secara umum dapat diartikan pola tanam adalah metode pengaturan tata letak atau urutan-urutan tanaman pada sebidang tanah atau media tanam pada periode waktu tertentu. Pola tanam pada budidaya tanaman, pada umumnya terdiri atas dua yakni monokultur dan polikultur.

7.2.1 Monokultur

Pola tanam monokultur adalah budidaya tanaman dengan menanam satu jenis tanaman di lahan tertentu dalam waktu tertentu. Metode ini sudah ada sejak abad ke-13, terutama dalam budidaya padi di Pulau Jawa. Namun, baru diperkenalkan secara luas oleh Belanda di abad ke-20 untuk tanaman perkebunan seperti kakao, kopi, tembakau, dan karet (Pribadi, 2020). Sistem ini meliputi aturan budidaya dari persiapan lahan hingga pasca panen, berorientasi ekspor.

Penanaman dengan pola monokultur sampai saat ini berkembang pesat di Indonesia, terutama pada bidang perkebunan perusahaan negeri maupun swasta seperti kelapa sawit di Kalimantan dan Sumatera, perkebunan tebu, kakao, teh, kopi yang dikelola oleh BUMN PTPN Nusantara. Semua perkebunan tersebut memerlukan disiplin ilmu yang ketat dan intensif karena memiliki

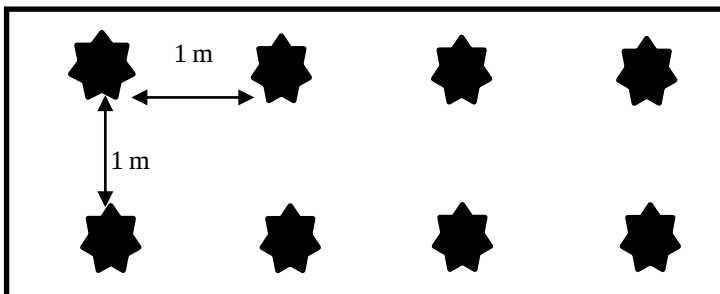
nilai ekonomi yang tinggi dan produk ekspor yang tinggi. Indonesia merupakan negara penghasil minyak kelapa sawit terbesar di dunia yakni penghasil CPO sebesar 47.08 juta ton pada tahun 2023 (Dahiri, 2022). Tidak hanya itu proses penanaman monokultur tidak hanya dilakukan pada tanaman perkebunan saja tetapi di Indonesia, beragam komoditas tanaman pangan yang bernilai ekonomis dan pemenuhan kebutuhan masyarakat seperti padi, jagung, kedelai dan komoditas-komoditas lainnya. Oleh sebab itu sangat penting dipahami proses pola tanama secara monokultur.

7.2.2 Tata Letak Tanaman

Pengaturan tata letak tanaman berkaitan dengan jarak tanam saat menanam tanaman budidaya untuk memastikan tanaman tumbuh dengan baik di lahan yang ada. Hal ini penting karena pola penanaman dapat mempengaruhi penyerapan nutrisi dan cahaya, yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Penanaman yang tidak teratur dapat menurunkan produksi. Oleh karena itu, pengaturan tata letak tanaman yang efisien dapat mencegah kompetisi dan mempermudah proses budidaya lainnya seperti pemupukan, pengendalian OPT dll (Yudianto dan Aini, 2015).

Tata letak tanaman yang dilakukan harus mempertimbangkan bentuk dan ukuran kanopi daun dan cabang tanaman serta bentuk lahan budidaya. Pada umumnya pola penanaman monokultur dibuat dengan cara atau bentuk pola bujur sangkar, persegi panjang, segitiga sama sisi (zig-zag).

Pola Bujur Sangkar (Sistem Tegel)



Gambar 7.1. Diagram tata letak tanaman pola bujur sangkar

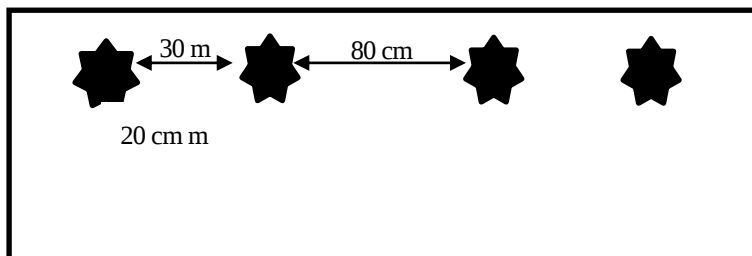
Pola tanam bujur sangkar yaitu pola tanam monokultur dengan jarak tanam yang sama pada semua sisi, misalnya pada tanaman padi 20 cm x 20 cm, pada tanaman singkong 50 cm x 50 cm, pada tanaman rambutan 5 m x 5 m dll sesuai dengan kanopi dan lahan. Pada pola penanaman bujur sangkar tersebut tanaman diatur dengan sangat rapih karena memiliki jarak yang sama pada semua sisi (Gambar 7.2).



Gambar 7.2. Contoh Penanaman Pola Persegi
(*Sumber Wordpress.com*)

Pola Tanam Persegi Panjang (Baris/Legowo)

Tata letak penanaman dengan metode persegi panjang atau pada metode ini dikenal dengan sistem baris, metode ini hampir sama dengan tata letak bujur sangkar tetapi pada metode memiliki ukuran panjang x lebar tidak sama yakni pada bagian jarak antar baris lebih luas (antara) dibandingkan dengan jarak antar tanaman dalam baris dan jumlah tanaman pada baris lurus lebih banyak dibanding sistem bujur sangkar. Metode tata letak tanaman sistem persegi panjang dapat dilihat pada digram gambar 7.3.



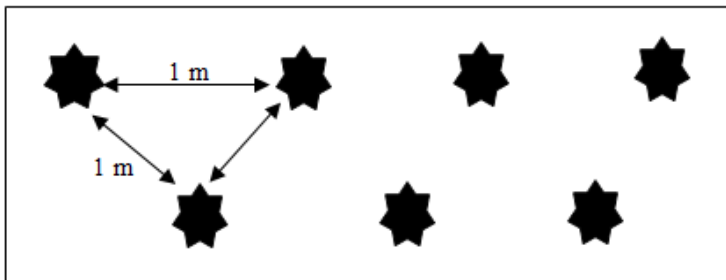
Gambar 7.3. Diagram tata letak tanaman pola bujur sangkar

Pada metode tersebut dapat dilakukan pada berbagai tanaman pangan seperti padi, jagung, gandum, sorghum, serta dapat dilakukan pada berbagai komoditas lainnya seperti tanaman buah-buahan. Misalnya pada tanaman padi legowo (2:1) dengan ukuran 15 cm x 20 cm x 40 cm, jagung 70 cm x 30 cm x 30 cm, kentang 80 x 30 x 30 cm dan berbagai jarak tanam legowo lainnya (Gambar 7.4).



Gambar 7.4. Penanaman sistem baris atau persegi panjang (*Sumber Sikoptan*)

Pola Tanam tata letak segitiga sama sisi (zigzag)



Gambar 7.5. Diagram tata letak tanaman pola segitiga sama sisi



Gambar 7.6. Metode penanaman tanaman perkebunan secara zigzag (*Sumber RRL.com*)

Pada metode penanaman dengan pola tata letak segi tiga sama sisi, yakni tata letak tanaman pada baris lurus sejajar dengan sisi satu tanaman pada baris yang lain seperti yang ditampilkan pada gambar 5. Tata letak penanaman tersebut dilakukan pada tanaman kelapa sawit dengan jarak 8 x 8 m, pada brokoli 60 cm x 60 cm, dan atau baris pada jagung 60 cm x 60 cm dan komoditas lainnya.

Pola tata letak tanaman (Gambar 7.6) tergantung pada jenis tanaman yakni kanopi dan luasan jangkauan perakaran, selain itu tata letak penanaman mempengaruhi jumlah populasi dalam satuan lahan, oleh sebab itu sangat diperlukan proses perencanaan sebelum memilih tata letak penanaman yang akan digunakan. Menurut Neo dan Ceunvin (2018) Tata penanaman mempengaruhi jarak tanam sehingga dalam pemilihan pola tata letak perlu pertimbangan kesuburan tanah, kemiringan lahan, deskripsi varietas. Seperti misalnya pada tanaman kelapa sawit akan optimal pada jarak tanam 9 x 9 m di lahan yang datar. Jajar legowo 2:1 akan bagus pada sawah yang subur. Begitupun penanaman kelapa sawit dengan metode bujur sangkar akan diperoleh populasi 121 pohon, sedangkan dilakukan penanaman segitiga sama sisi maka diperoleh populasi 142-143 pohon per ha. Berdasarkan beberapa penelitian metode penanaman dengan sistem penanaman segitiga sama sisi lebih optimal dibanding dengan penanaman bujur sangkar pada kelapa sawit, tetapi pada tanaman seperti padi, metode penanaman jejer atau persegi panjang legowo lebih maksimal dibandingkan penanaman persegi maupun acak. Selain itu beberapa tanaman hortikultura seperti kentang dengan sistem penanaman yang rapat akan meningkatkan populasi tanaman dan meningkatkan produksi.

Meskipun pola tata letak pada penanaman tanaman monokultur sangat penting untuk diterapkan dalam budidaya tetapi tidak semua komoditas dapat dilakukan penanaman monokultur dengan ke-tiga metode pola tata letak di atas karena pertimbangan kanopi yang kecil dan bentuk tanaman yang kecil, sehingga dapat merugikan jika diterapkan pada satuan areal lahan yang besar. Misalnya tanaman sayuran seperti kangkung, kentang, bayam,

jewawut, serta pada tanaman-tanaman merambat seperti pare, labu, semangka, wortel, kentang dll.

Menurut Pribadi (2020), beberapa keunggulan dan kelemahan pola tanam monokultur yaitu Keunggulan pemeliharaan yang mudah, alat dan mesin pertanian mudah digunakan, produksi dapat diprediksi, pengendalian organisme penggangu tanaman mudah ditangani, dapat dilakukan dengan eknomis di lahan yang luas. Sedangkan kelemahan pada sistem monokultur tersebut adalah tanaman menjadi sangat rentan terhadap ledakan hama dan penyakit, produksi belum dapat diprediksi jika terjadi serangan OPT, memerlukan biaya yang tinggi pada awal budidaya.

7.2.3 Tumpang Sari

Penanaman tanaman dengan pola tumpang sari merupakan metode penanaman dua tanaman atau lebih pada lahan yang sama pada waktu yang sama. Hal tersebut ditujukan untuk efisiensi lahan, peningkatan keuntungan, dan pertimbangan agroekosistem seperti kesuburan tanah dan ketersediaan air, dan unsur -unsur input proses budidaya tanaman. menurut Karo et al (2019) yang menyatakan bahwa sistem penanaman tumpang sari merupakan penanaman dua tau lebih jenis tanaman dalam satu areal lahan dalam jangka waktu tertentu dengan waktu tanam maupun panen sama maupun tidak sama dan demikian juga dengan waktu panen dapat sama maupun berbeda.

Pada pola penanaman secara polikultur terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan yaitu (1) penentuan tanaman utama dan tanaman sisipan (tumpang), (2) pengaturan jarak tanam yang memungkinkan, (3) sebaiknya tanaman yang ditanam pada metode tersebut berasal dari jenis yang berbeda misalnya golongan tanaman C3 dan C4, tanaman leguminosa dengan tanaman pangan, tanaman yang berakar dalam dengan tanaman berakar dangkal, tanaman berakar pendek dengan akar panjang, kanopi besar dengan tahan naungan, dll. Dalam hal ini diupayakan semaksimal mungkin agar tanaman yang ditanam secara tumpang sari tidak menyebabkan kompetisi yang saling merugikan dalam hal unsur hara, air, cahaya, dan mikroba dalam tanah. Berikut beberapa tata letak pola penanaman tumpang sari antara lain:

1. *Mix Intercropping* (acak)

Metode penanam tumpang sari metode *mix intercropping* yaitu penanaman dua jenis tanaman atau lebih secara acak dalam satu area tanaman dalam periode waktu tertentu. Secara acak tersebut berarti tidak memperhatikan jarak tanam secara teratur. Pada metode tersebut dilakukan karena terdapat tanaman sangat sulit diatur jarak tanaman-nya seperti tanaman merambat di atas permukaan tanah misalnya ubi jalar, melon, labu, bayam, kangkung darat, dan tanaman sayuran lainnya dengan kanopi kecil sehingga tanaman tersebut ditanam secara acak diantara ruang kosong tanaman utama.

Kelemahan pada sistem tersebut adalah pemeliharaan tanaman sulit dilakukan apabila tanaman sisipan atau tumpang sari yang digunakan adalah tanaman dengan kanopi atau bentuk yang tidak beraturan akan mempersulit proses pemupukan, pengendalian gulma, pengendalian hama penyakit, dan umumnya terjadi kompetisi dengan tanaman utama.



Gambar 7.7. Penanaman tanaman dengan pola tumpang sari secara acak (*Sumber: Dinas Pertanian Grobongan*)

2. *Row Intercropping* (Tanaman Sisipan 1 Baris Teratur)

Metode penanaman pada *Row Intercropping* merupakan metode penanaman dua jenis tanaman atau lebih secara teratur (jarak tanam) pada satu area lahan dalam periode waktu tertentu. Pada dasarnya penanaman tanaman sisipan ditanam di samping tanaman utama

ditanam dalam satu baris secara teratur. Pada metode ini lebih efisien dibanding dengan metode *Mix Intercropping* karena metode ini proses pemeliharaan tanaman lebih mudah dan terdapat ruang yang baik antar tanaman sehingga kompetisi terjadi sangat minim, selain itu terdapat jalur untuk pelaku budidaya dalam melakukan penanganan pemeliharaan maupun panen.



Gambar 7.8. Tumpang sari 1 baris (*Sumber: Jurnal Asia*)

Metode ini adalah metode yang paling umum digunakan oleh petani dalam budidaya tanaman, misalnya antara tanaman pangan-hortikultura, tanaman pangan-legum, contohnya padi gogo-kedelai atau kacang tanah, jagung-kacang tanah, padi gogo-pisang dll.

3. *Strip Intercropping* (Tanaman Sisipan beberapa Baris)

Pada metode ini tanaman tumpang sari ditanam beberapa baris diantara tanaman utama dengan pengaturan jarak tanam yang jelas dan satu jalur atau arah yang sama. Pada metode tersebut umumnya dapat ditanam tanaman tumpang sari yang berbeda sehingga area lahan dari tanaman agak luas sedangkan pada tanaman tumpang sari akan berinteraksi secara sempit sehingga kurang agronomis. Misalnya pisang-singkong-jahe merah. Metode penanaman tumpang sari secara *Strip Intercropping* dapat dilihat pada Gambar 7.9.



Gambar 7.9. Sistem Tumpangsari Tanaman beberapa baris diantara tanaman utama (*Sumber: Agrikompas.com*)

4. *Agroforestry* (perpaduan tanaman hutan-pertanian)

Pada metode tersebut merupakan perpaduan tanaman hutan atau perkebunan dengan tanaman yang ditumpangsarikan atau disisipkan, dalam hal ini tanaman yang ditumpangsarikan ditanam dalam antara tanaman pepohonan dengan kanopi yang besar seperti perkebunan durian-cabai, kopi-porang, kopi-jahe merah, alpukat-kentang dll. Sistem agroforestry dapat dilihat pada Gambar 7.10.



Gambar 7.10. Gambar penanaman tanaman pertanian dengan tanaman pohon/perkebunan (*sumber: RM.ID*)

7.3 Metode Penanaman

Cara penanaman tanaman umumnya terdiri atas dua metode yakni metode tanam benih langsung (Tabela) dan tanam pindah (Tapin). Penjelasan cara penanaman dijelaskan pada uraian di bawah ini :

7.3.1 Cara Tanam Berdasarkan Bahan Tanam

Tanam Benih Langsung

Tanam benih langsung merupakan proses penanaman benih (biji) secara langsung ke dalam tanah atau media tanam yang telah disediakan sebelumnya dengan cara ditugal atau dihamburkan misalnya pada lahan yang telah diolah sebelumnya maupun pada polybag atau pot yang telah diisi media tanah, amlioran dan kompos (Mareza et al., 2019). Namun tanam benih langsung tersebut sebenarnya dapat dilakukan persemaian terlebih dahulu tetapi tanam benih langsung lebih menguntungkan aspek pertimbangan tertentu misalnya lebih cepat, efisien, hemat, praktis, maupun pertimbangan ekonomis lainnya jika dibandingkan dengan metode yang lain misalnya umumnya dilakukan pada semua tanaman pangan dan hortikultura seperti penanaman jagung, kacang-kacangan, sorghum, bayam, kangkung dll.



Gambar 7.11. Penanaman benih secara langsung (*Sumber: Agrisciance.id dan Agricompas.com*)

Tanam Pindah

Penanaman pindah merupakan proses penanaman tanaman melalui proses pemindahan anakan atau bibit dari persemaian maupun langsung dari indukan ke lahan yang telah diolah maupun

ke media tanam. Tanam pindah tersebut dilakukan karena tanam benih langsung tidak memungkinkan dilakukan seperti misalnya tanaman sulit menghasilkan biji seperti pisang dan nenas yang menggunakan anakan sebagai bahan tanam. Selain itu terdapat tanaman dengan alasan tertentu seperti apabila benih ditanam secara langsung akan mempengaruhi siklus pertumbuhan misalnya tanaman buah-buahan atau pohon yang akan terhambat apabila biji ditanam secara langsung pada lahan karena berbagai aspek seperti sangat sulit dilakukan penanganan budidaya bibit langsung di lahan (pemupukan, pengendalian gulma, penyiraman dll). Oleh sebab itu umumnya dilakukan persemaian terlebih dahulu dengan kondisi yang terkontrol dan setelah tanaman berukuran besar dan telah layak dipindahkan ke lahan.



Gambar 7.12. Pindah Tanam
(Sumber: *Depositphotos dan WikiHow*)

7.3.2 Waktu Tanam

Waktu tanam atau musim tanam sangat penting untuk diperhatikan dalam melakukan penanaman tanaman karena sangat mempengaruhi pertumbuhan dan produksi selanjutnya. Oleh sebab itu pelaku budidaya harus mengetahui secara jelas kalender tanam untuk menyesuaikan waktu penanaman dengan iklim yang ada di wilayah tersebut. Salah satu strategi untuk mengantisipasi ketidakpastian awal musim dan kejadian iklim ekstrim adalah dengan menyesuaikan waktu tanam dengan pola tanam serta penyesuaian jenis atau varietas tanaman (Hariyanti et al., 2020).



Gambar 7.13. Aplikasi digital kalender tanam terpadu
(sumber: *PT. Radar suara.com*)

Penyusunan kalender tanam di Indonesia dimulai sejak tahun 2007 dan telah dilakukan verifikasi dan validasi untuk mengetahui akurasinya. Verifikasi dilakukan dengan membandingkan rekomendasi kalender tanam dengan kondisi riil di lapangan. Hasil verifikasi menunjukkan seberapa besar informasi yang sesuai dengan rekomendasi, serta setiap Daerah dapat melihat dan mempelajari pola iklim di Peta pola Iklim yang disediakan BMKG atau Dinas Pertanian atau dapat dilihat pada Litbang Pertanian secara online sehingga mempermudah petani untuk menyesuaikan iklim yang akan datang dengan penanaman yang akan dilakukan.

Penyesuaian waktu tanam adalah hal yang paling utama karena penentuan waktu awal tanam ini sangat tergantung pada prediksi musim yang akan datang terutama dalam hal curah hujan, karena faktor utama dalam pelaksanaan budidaya adalah tersdanya air, namun pada saat ini terjadi perubahan iklim yang signifikan sehingga penentuan curah sangat sulit diprediksi yang awalnya musim hujan terjadi pada bulan Oktober sampai Maret dan untuk musim kering dari April sampai September. Oleh sebab itu pada saat rencana penanaman dilakukan berdasarkan pembelajaran pada pola curah hujan yang akan datang.

7.3.4 Lubang Tanam

Pembuatan lubang tanam sangat penting dalam melakukan penanaman karena merupakan tahapan awal untuk menyediakan media untuk tempat memulainya proses siklus hidup tanaman terutama menyediakan tanah yang baik untuk adaptasi perakaran tanaman baru. Selain itu akan mempermudah penanganan budidaya seperti pemupukan susulan, pembunuh patogen berbahaya dalam tanah, membuat tanah lebih gembur. Pembuatan lubang tanam tersebut sangat dianjurkan dilakukan pada penanaman bibit hasil persemaian (tapin) seperti bibit buah-buahan, bibit kayu, pemindahan anakan atau tunas, dll. Namun dalam kondisi tertentu pembuatan lubang tanam tidak perlu dilakukan misalnya dalam kondisi tanah sangat gembur karena telah diolah sebelumnya contohnya penanaman benih padih secara tabela, menghamburkan benih bayam atau kangkung pada bedengan, penanaman stek, dll.



Gambar 7.14. Pembuatan lubang tanam
(Sumber: www.cctcid.com)

Secara umum metode penanaman pada budidaya tanaman dilakukan oleh manusia dan menggunakan mesin, metode tugal untuk pembuatan lubang tanam yang dangkal seperti jagung dan tanaman hortikultura.

7.3 Faktor-Faktor Penentu Keberhasilan Penanaman

7.3.1 Pendidikan atau Pelatihan Pelaku Budidaya

Keberhasilan penanaman tanaman pada kegiatan budidaya sangat ditentukan oleh beberapa faktor salah satunya adalah faktor manusia atau pelaku budidaya itu sendiri. Ketelitian dan skill penanaman pada dasarnya tergantung pada proses belajar petani terkait metode-metode rekayasa yang baik dan benar. Pendidikan atau penyuluhan sangat penting bagi petani atau pelaku usaha tani untuk memberikan informasi dan ilmu bagi mereka terkait cara-cara penanaman tanaman yang baik dan benar untuk menghasilkan hasil baik secara agronomi.

7.3.2 Pengalaman

Selain pendidikan atau pelatihan, faktor penentu keberhasilan penanaman adalah pengalaman yang dialami langsung oleh petani pada kegiatan-kegiatan sebelumnya, misalnya mereka telah melakukan penanaman berulang kali dengan metode yang kurang efisien kemudian menemukan metode yang efisien untuk mencegah hal tersebut sesuai dengan kondisi lingkungan dan tetap mempertahankan metode-metode tersebut. Selain itu pengalaman tersebut dapat mereka peroleh dari hasil hasil magang dan pengalaman-pengalaman kerja di Perusahaan Pertanian dll.

7.3.3 Dukungan Sumber Daya

Dukungan sumber daya seperti input yang memadai sangat menentukan keberhasilan penanaman benih maupun bibit, misalnya tersedianya bahan-bahan priming atau pelindung benih sebelum penanaman, tersedianya pupuk dasar dan pembenah tanah pada lubang tanam, peralatan penanaman yang sesuai (sekop, linggis, tugal, cangkul, mesin tanam dll), dan pengairan yang cukup pasca penanaman.

7.3.4 Perencanaan dan Evaluasi

Perencanaan dan evaluasi sangat menentukan faktor keberhasilan penanamn tanaman karena sangat menentukan arah dan teraturnya proses penanaman mulai dari kesesuaian lahan

budidaya, kondisi air, kesesuaian waktu tanam, perlakuan persemaian, waktu pindah tanam, waktu pembuatan lubang tanam, metode penanaman, ukuran lubang tanam, dll. Perencanaan penanaman dan evaluasi sangat diperlukan terutama pada budidaya tanaman dalam area lahan yang besar sehingga keberhasilan penanaman lebih efisien dan meminimalisir kerugian input.

DAFTAR PUSTAKA

- Boy, D., Abdullah, F., & Mardiasih, N. C. (2022). Prediksi Fertilitas, Mortalitas dan Kepadatan Penduduk di Kabupaten Manggarai Tengah. *Journal of Regional Economics Indonesia*, 3(2), 59–70. <https://doi.org/10.26905/jrei.v3i2.8454>
- Dahiri, D. (2022). Analisis Nilai tambah komoditas unggulan subsektor perkebunan. *Deleted Journal*, 7(1). <https://doi.org/10.22212/jbudget.v7i1.122>
- Hariyanti, K. S., June, T., Koesmaryono, Y., Hidayat, R., & Pramudia, A. (2020). Penentuan Waktu Tanam dan Kebutuhan Air Tanaman Padi, Jagung, Kedelai dan Bawang Merah di Provinsi Jawa Barat dan Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 43(1), 83. <https://doi.org/10.21082/jti.v43n1.2019.83-92>.
- Karo, B. B., Marpaung, A. E., & Musaddad, D. (2019). Sistem Tanam Tumpang Sari Cabai Merah dengan Kentang, Bawang Merah, dan Buncis Tegak (Technical Assessment of Hot Pepper Intercropping System with Potato, Shallot, and Beans). *Jurnal Hortikultura*, 28(2), 219. <https://doi.org/10.21082/jhort.v28n2.2018.p219-228>.
- Mareza, E., Djafar, Z. R., Suwignyo, R. A., & Wijaya, D. A. (2017). Morfofisiologi Ratun Padi Sistem Tanam Benih Langsung di Lahan Pasang Surut. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 44(3), 228. <https://doi.org/10.24831/jai.v44i3.12908>.
- Neo, F. X., & Ceunfin, S. (2018). Pengaruh Model Tumpangsari dan Pengaturan Jarak Tanam Kacang Nasi (*Vigna angularis* L.) Kultivar Lokal terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Savana Cendana*, 3(01), 14–17. <https://doi.org/10.32938/sc.v3i01.135>.
- Pribadi, E. R. (2020). KAJIAN KELAYAKAN USAHATANI POLA TANAM SAMBILOTO DENGAN JAGUNG. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, 13(3), 98–105. <http://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/1636>

- Rifai, A., Basuki, S., & Utomo, B. (2014). Nilai Kesetaraan Lahan Budi Daya Tumpang Sari Tanaman Tebu Dengan Kedelai: Studi Kasus Di Desa Karangharjo, Kecamatan Sulang, Kabupaten Rembang. *Widyariset*, 17(1), 59–69. <https://doi.org/10.14203/widyariset.17.1.2014.59-69>
- Rusastra, I. W., Saliem, H. P., Supriyati, N., & Saptana, N. (2016). Prospek Pengembangan Pola Tanam dan Diversifikasi Tanaman Pangan di Indonesia. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 22(1), 37. <https://doi.org/10.21082/fae.v22n1.2004.37-53>
- Tahir, R., Rosanna, R., & Djunais, I. (2019). Dampak modernisasi pertanian terhadap petani kecil dan perempuan di Sulawesi Selatan. *Agrokompleks*, 19(2), 35–44. <https://doi.org/10.51978/japp.v19i2.138>
- Yudianto, A. A., Fajriani, S., & Aini, N. (2015). Pengaruh Jarak Tanam Dan Frekuensi Pembumbunan Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Garut (*Marantha arundinaceae* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 3(3), 129306. <https://doi.org/10.21176/protan.v3i3.182>

BAB 8

PEMELIHARAAN TANAMAN

Oleh Mutmainnah

8.1 Pendahuluan

Pemeliharaan tanaman adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk memastikan pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara optimal. Tanaman merupakan komponen vital dalam ekosistem dan kehidupan manusia sehari-hari. Tanaman tidak hanya berfungsi sebagai sumber pangan, tetapi juga memainkan peran penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan dan estetika alam sekitar (Tando, 2019). Proses ini mencakup berbagai aspek, seperti penyiraman, pemupukan, pengendalian hama dan penyakit, pemangkasan, serta perlindungan terhadap kondisi lingkungan yang tidak mendukung. Tujuan utama dari pemeliharaan tanaman adalah meningkatkan produktivitas, menjaga kualitas tanaman, serta memperpanjang masa hidupnya. Dalam konteks pertanian, perkebunan, atau penghijauan, pemeliharaan yang baik akan berkontribusi pada hasil panen yang lebih baik, ketahanan tanaman terhadap penyakit, dan efisiensi dalam penggunaan sumber daya. Pemeliharaan tanaman adalah aspek krusial dalam memastikan pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang optimal. Secara umum, pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman, pemupukan, pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT), serta perawatan spesifik untuk jenis tanaman tertentu (Fitria et al., 2023)

Namun, dalam praktiknya, pemeliharaan seringkali dilakukan tanpa mempertimbangkan kondisi spesifik tanaman, seperti kelembaban media tanam dan suhu udara. Hal ini dapat menyebabkan tanaman tidak tumbuh dengan baik, bahkan mengalami kerusakan atau kematian. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam tentang kebutuhan tanaman dan penerapan teknik pemeliharaan yang tepat sangat penting untuk mencapai hasil yang optimal (Dewi et al, 2024) Pentingnya panduan komprehensif

tentang pemeliharaan tanaman, mencakup aspek-aspek dasar seperti media tanam, penyiraman, pencahayaan, pemupukan, dan pengendalian hama. Dengan memahami dan menerapkan prinsip-prinsip ini, diharapkan pembaca dapat meningkatkan kemampuan mereka dalam merawat tanaman dan memaksimalkan potensi pertumbuhan tanaman.

Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti ketersediaan air, cahaya, unsur hara, serta kondisi biotik dan abiotik lainnya. Pemeliharaan yang tidak tepat dapat menyebabkan tanaman mengalami stres, pertumbuhan terhambat, atau bahkan kematian. Oleh karena itu, berbagai teknik pemeliharaan perlu diterapkan sesuai dengan kebutuhan spesifik setiap jenis tanaman (Taiz & Zeiger, 2021). Dalam praktik pertanian dan hortikultura, pemeliharaan tanaman mencakup berbagai aspek, seperti penyiraman, pemupukan, pemangkasan, pengendalian hama dan penyakit, serta pengelolaan gulma. Pemeliharaan yang baik akan memastikan tanaman dapat tumbuh dengan optimal serta menghasilkan panen berkualitas tinggi (Salisbury & Ross, 2019). Salah satu aspek penting dalam pemeliharaan tanaman adalah pemupukan yang tepat, karena unsur hara yang cukup akan mendukung metabolisme dan pertumbuhan vegetatif serta generatif tanaman. Selain itu, pengendalian hama dan penyakit juga harus dilakukan untuk menghindari penurunan hasil akibat serangan organisme pengganggu tanaman (Agrios, 2005).

Upaya meningkatkan hasil pertanian secara berkelanjutan, praktik pemeliharaan tanaman yang ramah lingkungan dan berbasis teknologi semakin dikembangkan. Penggunaan pupuk organik, pengendalian hama secara hayati, serta sistem irigasi yang efisien menjadi bagian dari strategi pemeliharaan modern yang mendukung pertanian berkelanjutan (Lambers et al., 2008). Dengan penerapan pemeliharaan tanaman yang tepat, baik dalam skala kecil maupun besar, diharapkan produktivitas tanaman dapat meningkat, kualitas hasil panen lebih baik, serta dampak negatif terhadap lingkungan dapat diminimalkan. Oleh karena itu, pemeliharaan tanaman menjadi aspek krusial dalam mendukung keberhasilan budidaya tanaman di berbagai sektor pertanian dan perkebunan.

8.2 Komponen Pemeliharaan Tanaman

8.2.1 Media Tanam yang Tepat

Media tanam merupakan substrat yang digunakan sebagai tempat tumbuh dan berkembangnya akar tanaman. Media tanam yang ideal harus memenuhi kriteria seperti kemampuan mengikat air, menyediakan unsur hara, serta mempertahankan aerasi dan drainase yang baik (Apriliana & Setiawan, 2022). Media tanam dapat dikategorikan menjadi dua jenis utama: **organik** (terbuat dari bahan alami) dan **anorganik** (berbasis bahan sintesis atau mineral).

1. Organik

- a. **Pupuk Kandang:** Mengandung fosfor, kalium, dan nitrogen yang tinggi, cocok untuk tanaman sayuran seperti cabai dan terong
- b. **Sekam Padi:** Memiliki porositas tinggi dan mampu menjaga kelembaban, tersedia dalam bentuk mentah atau bakar
- c. **Cocopeat (Serabut Kelapa):** Menyerap air dengan baik, ramah lingkungan, dan sering digunakan dalam hidroponik
- d. **Arang:** Cocok untuk tanaman anggrek karena sifatnya yang tidak mudah lapuk dan mampu menyerap kelebihan air

2. Anorganik

- a. **Perlit:** Media vulkanik ringan yang meningkatkan aerasi dan drainase, sering dicampur dengan kompos
- b. **Vermikulit:** Menahan air dengan baik tetapi kurang efektif untuk drainasi
- c. **Hidrogel:** Menyerap air secara bertahap, ideal untuk daerah kering
- d. **Pasir:** Cocok untuk tanaman sukulen karena drainasenya yang cepat

Pemilihan media tanam berpengaruh signifikan terhadap produktivitas tanaman. Contohnya, kombinasi arang sekam dan cocopeat (75%:25%) menghasilkan pertumbuhan optimal pada tanaman sawi hidroponik karena porositas dan daya serap air yang tinggi (Nuris Magfiratunnisa et al., 2024). Sementara itu, media tanah murni memberikan hasil terbaik pada berat basah umbi bawang merah (50,80 gram) dibandingkan media pasir atau bata (Apriliana & Setiawan, 2022).

8.2.2 Penyiraman yang Tepat

Penyiraman tanaman merupakan aspek kritis dalam pemeliharaan tanaman untuk memastikan pertumbuhan yang optimal. Berikut adalah prinsip-prinsip penyiraman yang tepat berdasarkan penelitian dan rekomendasi ahli:

1. Pagi hari (sebelum matahari terbit) atau sore hari (setelah matahari terbenam) adalah waktu terbaik untuk menyiram tanaman. Penyiraman pagi memungkinkan tanaman menyerap air sebelum fotosintesis, sementara sore hari mencegah penguapan berlebihan akibat panas matahari.
2. Hindari penyiraman siang hari karena 30% air akan menguap dan tidak terserap tanaman
3. Periksa kelembaban tanah dengan memasukkan jari telunjuk ke dalam media tanam. Penyiraman dilakukan jika tanah kering hingga kedalaman 2–3 cm
4. Siram perlahan di area akar hingga air menetes dari lubang drainase. Hindari genangan air untuk mencegah busuk akar
5. Gunakan air suhu ruangan (pH 6,5–8,5) untuk menghindari stres pada akar
6. Tanaman indoor memerlukan penyiraman lebih jarang dibandingkan tanaman outdoor. Pastikan pot memiliki lubang drainase dan media tanam porous
7. Musim panas membutuhkan frekuensi penyiraman lebih tinggi, sementara musim hujan perlu dikurangi
8. Tanaman muda memerlukan air lebih banyak daripada tanaman dewasa

Sistem penyiraman otomatis berbasis sensor kelembaban tanah (soil moisture sensor) dan Arduino dapat mengoptimalkan penyiraman dengan kriteria (Kaikatui et al.,2023):

1. Aktivasi pompa saat kelembaban tanah <20% dan berhenti saat >60%
2. Integrasi dengan panel surya untuk efisiensi energi
3. Monitoring via aplikasi Telegram untuk kontrol jarak jauh

8.2.3 Pencahayaan yang Sesuai

Pencahayaan merupakan faktor penting dalam proses pertumbuhan tanaman karena berperan dalam fotosintesis, yaitu proses di mana tanaman mengubah energi cahaya menjadi energi kimia yang digunakan untuk pertumbuhan. Intensitas, durasi, dan kualitas cahaya yang diterima tanaman sangat menentukan hasil budidaya.

Faktor-Faktor Pencahayaan untuk TanaAman Budidaya

1. Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya yang dibutuhkan tanaman bervariasi tergantung pada jenisnya. Tanaman yang membutuhkan cahaya penuh, seperti cabai dan tomat, memerlukan intensitas sekitar 10.000–12.000 lux. Sementara itu, tanaman yang toleran terhadap naungan, seperti pakcoy atau selada, dapat tumbuh dengan intensitas sekitar 5.000–7.000 lux (Taiz & Zeiger, 2021).

2. Durasi Cahaya (Fotoperiode)

Beberapa tanaman memiliki respons spesifik terhadap lama pencahayaan per hari:

- a. Tanaman hari panjang (misalnya bayam dan lobak) membutuhkan pencahayaan lebih dari 12 jam per hari.
- b. Tanaman hari pendek (seperti stroberi dan krisan) membutuhkan pencahayaan kurang dari 12 jam.
- c. Tanaman netral (misalnya tomat dan mentimun) tidak terlalu dipengaruhi oleh durasi pencahayaan (Hopkins & Hüner, 2020).

3. Spektrum Cahaya

Cahaya merah (600–700 nm) dan biru (400–500 nm) adalah dua spektrum utama yang paling berperan dalam fotosintesis. Cahaya biru mendukung pertumbuhan vegetatif, sedangkan cahaya merah merangsang pembungaan dan pembuahan (Li et al., 2017).

Dalam sistem pertanian modern, terutama hidroponik dan rumah kaca, pencahayaan buatan seperti lampu LED sering digunakan untuk menggantikan atau melengkapi cahaya alami. Lampu dengan spektrum yang sesuai dapat mengoptimalkan

pertumbuhan tanaman tanpa ketergantungan penuh pada cahaya matahari.

8.2.4 Pemupukan

Pemupukan merupakan salah satu aspek penting dalam budidaya tanaman yang bertujuan untuk menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman guna mendukung pertumbuhan, perkembangan, dan produksi. Unsur hara yang diperoleh dari tanah sering kali tidak mencukupi, sehingga diperlukan tambahan nutrisi melalui pemupukan.

Unsur hara yang diberikan melalui pupuk terbagi menjadi dua kategori utama:

1. **Unsur hara makro** – Diperlukan dalam jumlah besar, meliputi nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan sulfur (S) (Marschner, 2012).
2. **Unsur hara mikro** – Dibutuhkan dalam jumlah kecil tetapi tetap esensial, seperti besi (Fe), mangan (Mn), seng (Zn), tembaga (Cu), molibdenum (Mo), dan boron (B) (Havlin et al., 2014).

Jenis Pupuk

1. Pupuk Organik

- a. Berasal dari bahan alami seperti kompos, pupuk kandang, dan hijauan.
- b. Meningkatkan kesuburan tanah dan kehidupan mikroba tanah (Brady & Weil, 2017).

2. Pupuk Anorganik

- a. Mengandung unsur hara dalam bentuk kimia yang mudah diserap tanaman, seperti Urea (N), SP-36 (P), dan KCl (K).
- b. Memberikan efek cepat tetapi jika digunakan berlebihan dapat menyebabkan degradasi tanah (Fageria, 2009).

Metode Pemupukan

1. **Pemupukan dasar** – Dilakukan sebelum tanam untuk menyediakan unsur hara awal.
2. **Pemupukan susulan** – Dilakukan selama pertumbuhan tanaman untuk mempertahankan ketersediaan nutrisi.

3. **Pemupukan melalui daun (*foliar feeding*)** – Pemberian pupuk cair melalui penyemprotan pada daun untuk penyerapan cepat (Mengel & Kirkby, 2012).

Pemupukan yang tepat sangat penting dalam memastikan pertumbuhan tanaman yang sehat dan produktif. Pemilihan jenis pupuk serta metode aplikasi yang sesuai harus disesuaikan dengan kebutuhan spesifik tanaman dan kondisi lahan untuk mengoptimalkan hasil budidaya.

8.2.5 Pembersihan Daun

Pembersihan daun tanaman adalah salah satu aspek pemeliharaan yang bertujuan untuk menjaga kesehatan dan optimalisasi proses fisiologis tanaman, terutama fotosintesis dan respirasi. Debu, kotoran, dan patogen yang menempel pada daun dapat menghambat penyerapan cahaya serta mengurangi efisiensi stomata dalam pertukaran gas (Taiz & Zeiger, 2021).

Manfaat Pembersihan Daun

1. **Meningkatkan Efisiensi Fotosintesis**

Lapisan debu atau kotoran pada daun dapat menghalangi cahaya matahari, sehingga mengurangi aktivitas klorofil dalam fotosintesis (Hopkins & Hüner, 2020).

2. **Mengurangi Risiko Penyakit**

Daun yang kotor cenderung menjadi tempat berkembangnya mikroorganisme patogen seperti jamur dan bakteri, yang dapat menyebabkan penyakit daun (Agrios, 2005).

3. **Memperbaiki Proses Transpirasi**

Stomata yang tertutup oleh kotoran akan menghambat penguapan air dari daun, yang dapat mengganggu keseimbangan air dalam tanaman (Lambers et al., 2008).

Metode Pembersihan Daun

1. **Pembersihan dengan Air Bersih**

Menyemprot daun dengan air bersih dapat menghilangkan debu dan partikel kecil yang menempel.

2. Lap Basah atau Spons Lembut

Untuk tanaman berdaun lebar, menggunakan kain lembut atau spons basah dapat membantu membersihkan tanpa merusak permukaan daun.

3. Penyemprotan dengan Larutan Sabun Nabati

Larutan sabun lembut dapat digunakan untuk menghilangkan serangga dan patogen, terutama pada tanaman hias dalam ruangan (Whitcomb, 2018).

8.2.6 Pemangkasan

Deskripsi Pemangkasan Tanaman

Pemangkasan tanaman adalah praktik hortikultura yang melibatkan pemotongan bagian tanaman, seperti ranting, cabang, atau daun, dengan tujuan meningkatkan pertumbuhan, produksi, serta kesehatan tanaman. Pemangkasan dilakukan untuk menghilangkan bagian yang tidak produktif, merangsang pertumbuhan tunas baru, dan membentuk struktur tanaman yang lebih kuat serta estetik (Hartmann et al., 2018).

Tujuan dan Manfaat Pemangkasan

1. Merangsang Pertumbuhan dan Produktivitas

Pemangkasan dapat meningkatkan percabangan dan produksi bunga serta buah dengan mengalihkan energi tanaman ke bagian yang lebih produktif (Taiz & Zeiger, 2021).

2. Meningkatkan Kesehatan Tanaman

Menghilangkan cabang yang mati, sakit, atau terserang hama dapat mengurangi risiko penyebaran penyakit (Agrios, 2005).

3. Membentuk Struktur Tanaman

Pemangkasan dilakukan untuk membentuk tajuk tanaman agar lebih rapi dan efisien dalam penyerapan cahaya matahari (Lambers et al., 2008).

4. Memperpanjang Umur Tanaman

Tanaman yang dipangkas dengan baik memiliki sistem pertumbuhan yang lebih terkontrol, sehingga lebih tahan lama dan produktif dalam jangka panjang (Salisbury & Ross, 2019).

Jenis-Jenis Pemangkasan

1. Pemangkasan Perawatan

Menghilangkan cabang mati, rusak, atau terserang penyakit untuk menjaga kesehatan tanaman.

2. Pemangkasan Pembentukan

Dilakukan pada tahap awal pertumbuhan untuk mengarahkan bentuk dan struktur tanaman yang diinginkan.

3. Pemangkasan Produksi

Bertujuan meningkatkan hasil panen dengan mengatur pertumbuhan tunas dan cabang produktif.

4. Pemangkasan Rejuvenasi

Dilakukan pada tanaman yang sudah tua untuk merangsang pertumbuhan kembali dengan memangkas bagian yang kurang produktif.

Pemangkasan tanaman merupakan teknik penting dalam budidaya yang tidak hanya membantu meningkatkan hasil dan kualitas tanaman, tetapi juga memperpanjang masa produktifnya. Dengan metode dan waktu pemangkasan yang tepat, tanaman dapat tumbuh lebih sehat, optimal, dan memiliki bentuk yang lebih baik.

8.2.7 Pengendalian Hama dan Penyakit

Pengendalian hama dan penyakit tanaman merupakan upaya yang dilakukan untuk mencegah, mengurangi, atau menghilangkan gangguan yang disebabkan oleh organisme pengganggu tanaman (OPT), seperti serangga, jamur, bakteri, virus, dan gulma. Serangan hama dan penyakit dapat menurunkan kualitas serta kuantitas hasil panen, sehingga perlu dilakukan strategi pengendalian yang efektif dan berkelanjutan (Agrios, 2005).

Jenis Pengendalian Hama dan Penyakit

1. Pengendalian Fisik dan Mekanis

Menggunakan metode langsung seperti perangkap hama, pemangkasan, dan pengolahan tanah untuk mengurangi populasi hama dan penyakit (Pedigo & Rice, 2021).

2. Pengendalian Biologis

Memanfaatkan musuh alami, seperti predator, parasitoid, atau patogen untuk mengendalikan hama dan penyakit. Contohnya,

penggunaan *Bacillus thuringiensis* untuk mengendalikan ulat hama (Eilenberg et al., 2001).

3. Pengendalian Kimiawi

Menggunakan pestisida atau fungisida sintetis untuk membasmi hama dan penyakit. Penggunaan bahan kimia harus dilakukan secara bijaksana untuk menghindari resistensi hama dan pencemaran lingkungan (Matthews, 2018).

4. Pengendalian Budidaya (Kultural)

Melakukan teknik budidaya seperti rotasi tanaman, penggunaan varietas tahan penyakit, dan pemupukan seimbang untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap hama dan penyakit (Lamberts et al., 2017).

5. Pengendalian Terpadu (IPM - *Integrated Pest Management*)

Pendekatan yang menggabungkan berbagai metode pengendalian secara berkelanjutan dan ramah lingkungan. IPM bertujuan untuk menekan populasi hama hingga di bawah ambang ekonomi tanpa merusak keseimbangan ekosistem (Kogan, 1998).

Pengendalian hama dan penyakit tanaman harus dilakukan secara terpadu dengan pendekatan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Dengan mengombinasikan metode fisik, biologis, kimiawi, dan budidaya, petani dapat menjaga produktivitas tanaman serta mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia.

8.2.8 Pengendalian Gulma

Gulma adalah tumbuhan liar yang tumbuh di lahan pertanian dan bersaing dengan tanaman utama dalam memperoleh unsur hara, air, dan sinar matahari. Kehadiran gulma dapat menurunkan hasil panen, menghambat pertumbuhan tanaman, serta menjadi inang bagi hama dan penyakit. Oleh karena itu, pengendalian gulma menjadi langkah penting dalam sistem pertanian untuk memastikan produktivitas tanaman yang optimal (Zimdahl, 2018).

Metode Pengendalian Gulma

1. Pengendalian Mekanis

Dilakukan dengan cara mencabut, mencangkul, atau membajak tanah untuk menghilangkan gulma secara fisik. Metode ini efektif tetapi memerlukan tenaga kerja yang besar (Radosevich et al., 2007).

2. Pengendalian Kimiawi

Menggunakan herbisida untuk membunuh atau menghambat pertumbuhan gulma. Herbisida terbagi menjadi selektif (hanya membunuh gulma tertentu) dan non-selektif (membunuh semua jenis tanaman) (Ross & Childs, 2017).

3. Pengendalian Biologis

Memanfaatkan organisme alami seperti serangga pemakan gulma atau patogen tanaman untuk menekan populasi gulma. Contohnya, *Puccinia chondrillina* digunakan untuk mengendalikan gulma *Chondrilla juncea* (Charudattan, 2001).

4. Pengendalian Kultural

Melibatkan praktik budidaya seperti rotasi tanaman, penggunaan mulsa, dan penanaman tanaman penutup tanah untuk mengurangi pertumbuhan gulma (Liebman et al., 2016).

5. Pengendalian Terpadu (*Integrated Weed Management - IWM*)

Pendekatan yang mengombinasikan berbagai metode pengendalian untuk mengurangi ketergantungan pada herbisida dan menjaga keseimbangan ekosistem pertanian (Swanton & Murphy, 1996). Pengendalian gulma merupakan bagian penting dari sistem pertanian yang berkelanjutan. Dengan menerapkan kombinasi metode mekanis, kimiawi, biologis, dan kultural, petani dapat mengelola gulma secara efektif tanpa merusak lingkungan.

8.2.9 Pemberian Zat Pengatur Tumbuh (ZPT)

Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) adalah senyawa organik yang berperan dalam mengatur, merangsang, atau menghambat pertumbuhan serta perkembangan tanaman. ZPT dapat berasal dari hormon alami dalam tanaman (fitohormon) atau dibuat secara sintesis untuk mendukung berbagai aspek pertumbuhan tanaman,

seperti perkecambahan, pembungaan, pembentukan buah, dan pemanjangan batang (Taiz & Zeiger, 2021).

Jenis-Jenis Zat Pengatur Tumbuh dan Fungsinya

1. Auksin

Berperan dalam pemanjangan sel, dominansi apikal, dan pembentukan akar. Contoh auksin alami adalah asam indol-3-asetat (IAA), sedangkan auksin sintetis seperti asam naftalenasetat (NAA) digunakan untuk merangsang perakaran (Davies, 2010).

2. Giberelin (GA)

Mempercepat perkecambahan, pemanjangan batang, serta pembentukan buah tanpa biji (*parthenocarpy*). Giberelin sering digunakan dalam industri hortikultura untuk meningkatkan ukuran buah dan mempercepat pertumbuhan tanaman (Phinney, 2010).

3. Sitokinin

Merangsang pembelahan sel, memperlambat penuaan daun, dan meningkatkan pertumbuhan tunas lateral. Zat ini sering digunakan untuk meningkatkan hasil panen dan memperpanjang umur pascapanen (Mok & Mok, 2001).

4. Asam Absisat (ABA)

Berfungsi dalam menghambat pertumbuhan, merangsang dormansi biji, dan mengatur respons tanaman terhadap cekaman lingkungan seperti kekeringan (Zeevaart & Creelman, 2010).

5. Etilen

Mengatur pematangan buah, pengguguran daun, dan respon terhadap stres. Etilen sering digunakan dalam industri pertanian untuk mempercepat pematangan buah seperti pisang dan tomat (Abeles et al., 2012).

Metode Pemberian ZPT

1. Penyemprotan Daun

ZPT diaplikasikan langsung ke daun agar mudah diserap dan segera bekerja dalam mengatur pertumbuhan tanaman.

2. Perendaman Benih atau Stek

Digunakan untuk meningkatkan perkecambahan atau merangsang perakaran pada stek tanaman.

3. Pemberian Melalui Media Tanam

ZPT dicampurkan dengan tanah atau air irigasi agar lebih merata dalam penyerapannya.

Penggunaan ZPT dalam pertanian memiliki peran penting dalam meningkatkan pertumbuhan, produksi, serta kualitas tanaman. Namun, aplikasinya harus dilakukan dengan dosis dan metode yang tepat untuk menghindari efek negatif terhadap tanaman dan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abeles, F. B., Morgan, P. W., & Saltveit, M. E. (2012). *Ethylene in Plant Biology*. Academic Press.
- Aditya, H. F., & Wijayanti, F. (2023). *Mengenal Karakteristik dan Jenis Tanah-Tanah Pertanian di Indonesia-Jejak Pustaka*. Jejak Pustaka.
- Apriliana, Y., & Setiawan, A. W. (2022). Pengaruh media tanam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). Dalam A. W. Setiawan & R. M. Jayanti (Ed.), *Prosiding Konser Karya Ilmiah Nasional 2022* (hlm. 45–53).
- Dewi, S. M., Lutfi, H. H., Dani, A., & Heny, A. (2024). Buku Referensi Pertanian Budidaya Dan Tanaman.
- Fitria, R., Sunardi, S., Abdullah, A., & Istikowati, W. T. (2023). Pengembangan Urban Permaculture di Kelompok Wanita Tani (KWT) Permata Bersemi Banjarbaru. *Jurnal Pengabdian ILUNG (Inovasi Lahan Basah Unggul)*, 3(2), 350-359.
- Tando, E. (2019). Pemanfaatan teknologi greenhouse dan hidroponik sebagai solusi menghadapi perubahan iklim dalam budidaya tanaman hortikultura. *Buana Sains*, 19(1), 91-102.
- Nuris Magfiratunnisa, Abdullah, S. H., & Priyati, A. (2024). Analysis of the physical properties of some planting media in the cultivation of collard plants (*Brassica juncea* L.) using a floating raft hydroponic system. *J-AGENT (Journal of Agricultural Engineering and Technology)*, 2(2), 173–181.
- Kaikatui, R. N., Nurfitri, N., & Corputty, R. (2023). Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Musamus Journal of Electro & Mechanical Engineering*, 5(02), 9-14.
- Hopkins, W. G., & Hüner, N. P. A. (2020). *Introduction to Plant Physiology*.
- Wiley.Li, Q., Kubota, C., & Kitaya, Y. (2017). "Effects of Light Quality on Plant Growth and Morphogenesis." *Horticulture Journal*, 86(1), 1-10.

- Taiz, L., & Zeiger, E. (2021). *Plant Physiology and Development*. Sinauer Associates.
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2017). *The Nature and Properties of Soils*. Pearson.
- Fageria, N. K. (2009). *The Use of Nutrients in Crop Plants*. CRC Press.
- Havlin, J. L., Tisdale, S. L., Beaton, J. D., & Nelson, W. L. (2014). *Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management*. Pearson.
- Marschner, P. (2012). *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press.
- Mengel, K., & Kirkby, E. A. (2012). *Principles of Plant Nutrition*. Springer.
- Agrios, G. N. (2005). *Plant Pathology* (5th ed.). Academic Press.
- Hopkins, W. G., & Hüner, N. P. A. (2020). *Introduction to Plant Physiology*. Wiley.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., & Geneve, R. L. (2018). *Hartmann and Kester's Plant Propagation: Principles and Practices*. Pearson.
- Lambers, H., Chapin, F. S., & Pons, T. L. (2008). *Plant Physiological Ecology*. Springer.
- Salisbury, F. B., & Ross, C. W. (2019). *Plant Physiology*. Cengage Learning.
- Charudattan, R. (2001). *Biological Control of Weeds by Means of Plant Pathogens: Significance for Integrated Weed Management in Modern Agro-Ecology*. *BioControl*, 46(2), 229-260
- Liebman, M., Mohler, C. L., & Staver, C. P. (2016). *Ecological Management of Agricultural Weeds*. Cambridge University Press.
- Radosevich, S. R., Holt, J. S., & Ghera, C. M. (2007). *Ecology of Weeds and Invasive Plants: Relationship to Agriculture and Natural Resource Management*. Wiley.
- Ross, M. A., & Childs, D. (2017). *Herbicide Mode of Action and Resistance*. Prentice Hall.
- Swanton, C. J., & Murphy, S. D. (1996). "Weed Science Beyond the Weeds: The Role of Integrated Weed Management (IWM) in Agroecosystem Health." *Weed Science*, 44(2), 437-445.

- Zimdahl, R. L. (2018). *Fundamentals of Weed Science*. Academic Press.
- Davies, P. J. (2010). *Plant Hormones: Biosynthesis, Signal Transduction, Action!* Springer.
- Mok, D. W., & Mok, M. C. (2001). *Cytokinins: Chemistry, Activity, and Function*. CRC Press.
- Phinney, B. O. (2010). *Gibberellins in Growth and Development*. Annual Review of Plant Physiology, 16(1), 359-388.
- Zeevaart, J. A., & Creelman, R. A. (2010). *Absciscic Acid and Its Role in Plant Growth and Development*. Annual Review of Plant Biology, 39(1), 439-473.

BAB 9

PENGENDALIAN HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN

Oleh Jefri Sembiring

9.1 Perlindungan tanaman

Tanaman merupakan kebutuhan pokok manusia selain pakaian dan tempat tinggal. Berburu dan mengumpulkan bahan makanan dari hutan adalah teknik memperoleh makanan yang dilaksanakan pada masa lalu. Saat ini perkembangan zaman mulai berkembang, luas lahan mulai menyempit seiring dengan peningkatan populasi manusia dan pembangunan infrastruktur, maka kebutuhan pangan meningkat setiap tahunnya. Untuk itu kegiatan budidaya pertanian harus dilakukan dengan tepat dan benar dengan harapan peningkatan produksi tanaman untuk memenuhi kebutuhan manusia (Syafei, 2020).

Tujuan menanam tanaman sangat bergantung pada tanaman yang dilindungi. Tanaman yang tidak kuat atau lemah diberi perlindungan untuk mencegah bahaya atau gangguan yang dapat mengganggu kehidupan normalnya. Tujuan tambahannya adalah mempertahankan hasil atau produksi tanaman yang berkualitas tinggi untuk meningkatkan pendapatan petani, atau kesejahteraan mereka. Oleh karena itu, perlindungan tanaman adalah segala upaya untuk melindungi tanaman dari ancaman atau gangguan yang dapat mengganggu atau mengganggu proses normalnya, mulai dari pra tanam hingga pasca panen. Beberapa sumber ancaman dan gangguan tanaman adalah organisme pengganggu tanaman (OPT), kondisi iklim/cuaca, kondisi tanah, sumber perairan serta teknik budidaya tanaman yang kurang benar (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 6 Tahun 1995).

Prinsip dalam perlindungan tanaman adalah mengurangi kerugian atau bahkan menghilangkan kerugian untuk mendapatkan keuntungan sebesar-besarnya. Perlindungan tanaman memainkan

peran penting dalam pembangunan pertanian karena tanaman merupakan bagian penting dari sistem produksi tanaman pangan dan hortikultura. Untuk mendukung keberhasilan program pengembangan tanaman pangan dan hortikultura, perlindungan tanaman harus membantu mempertahankan produktivitas dengan menekankan kehilangan hasil akibat serangan OPT dan meningkatkan kualitas hasil sehingga hasil menjadi lebih kompetitif dan lebih aman untuk dikonsumsi (Hidayat et al., 2016). Perlindungan tanaman harus dilakukan secara teratur agar produksi pangan tidak terganggu. Hal ini disebabkan oleh perubahan iklim, yang berdampak pada pola curah hujan dan suhu ekstrim, salinisasi lahan pertanian yang disebabkan oleh irigasi, dan kebutuhan umum untuk mempertahankan atau meningkatkan produktivitas produk pertanian. Perubahan iklim dapat menyebabkan peningkatan populasi hama atau meningkatkan patogen kelompok virus, jamur dan bakteri (Pertanian, 2015).

9.2 Pengendalian hama tanaman

Dalam arti luas, hama mencakup semua jenis gangguan terhadap manusia, tanaman, dan ternak; sebagian besar hewan yang dapat dianggap hama adalah serangga, moluska, tungau, tikus, burung, atau mamalia besar, dan memiliki ciri-ciri yang dapat bergerak atau bergerak cepat. Di sisi lain, tumbuhan memiliki sifat tidak dapat berpindah, memiliki klorofil, dan dinding selnya terbuat dari selulosa atau hidrokarbon. Tujuan pengendalian hama secara terpadu adalah untuk mengurangi populasi organisme pengganggu, menjaga produksi tanaman budidaya, dan menjaga keseimbangan ekosistem (Budiono, 2022). Ada beberapa teknik pengendalian hama (Suyuti, 2019) yaitu:

1. Pengendalian secara fisik

Pengendalian secara fisik melibatkan penggunaan alat fisik untuk mengendalikan hama. Salah satu teknik ini adalah menaikkan suhu melalui pembakaran, menurunkan suhu melalui penggenangan, solarisasi tanah, lampu perangkap, mengatur cahaya serta penggunaan suara (Sumayanti, 2023). Dengan kata lain, pengendalian fisik adalah upaya untuk mengendalikan hama dengan menggunakan atau mengubah

elemen lingkungan fisik sehingga dapat mengendalikan atau mengurangi populasi hama (Qisthi et al., 2021). Dalam perlindungan tanaman metode pengendalian fisik termasuk membatasi akses hama ke tanaman, mendorong lingkungan bertindak, atau secara langsung menyebabkan kerusakan atau kematian hama (Anonymous: 2001).



Gambar 9.1. Pengendalian secara fisik dan mekanik
Sumber. <https://mplk.politanikoe.ac.id/index.php/teknik-pengendalian-opt/pengendalian-opt-secara-fisik>

2. Pengendalian mekanis

Mengendalikan hama secara langsung dengan tangan atau alat dikenal sebagai pengendalian mekanis (Wigenasantana: 2001). Teknik mekanik seperti pengambilan dengan tangan (kelompok telur penggerek batang), groyokan (membunuh hama tikus dengan alat), memasang perangkap (menangkap hama dengan memasang perangkap di tempat yang sering dilewati hama), dan pengusiran. Kekurangan dan keuntungan pengendalian fisik dan mekanis adalah bahwa tidak mencemari lingkungan

dan dapat digunakan bersama dengan metode pengendalian lainnya. Namun, tidak dapat digunakan secara konsisten di area yang luas karena membutuhkan banyak waktu dan energi (Sopialena, 2023).

3. Pengendalian Secara Kultur Teknis

Pengendalian hama dengan bercocok tanam mencakup mengelola lingkungan di sekitar tanaman. Pengelolaan tanaman mencakup melakukan hal-hal untuk mencegah atau mencegah serangan hama. Tujuan dari pengelolaan tanaman adalah untuk mencegah populasi hama tumbuh melebihi ambang kendali (Indiati & Marwoto, 2017). Untuk memastikan bahwa hasilnya memuaskan saat menggunakan teknik ini, persiapan perlu dilakukan dengan mempertimbangkan aspek biologi dan ekologi hama, tanaman yang dibudidayakan, lingkungan pertanaman, dan praktik budidaya yang biasa digunakan.

Salah satu prinsip dalam pengelolaan hama adalah budidaya tanaman sehat. Ini adalah metode pengelolaan lingkungan tanaman untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman, membuat lingkungan tanaman menjadi kurang sesuai untuk perkembangan serangga hama, dan mendorong sistem pengendali hayati untuk bekerja lebih baik. Ini diharapkan akan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap hama dan penyakit. Untuk membuat rencana pengendalian hama, metode budidaya tanaman yang tepat dapat digunakan. Menurut Pedigo (1996), metode pengendalian hama secara budidaya dapat dibagi menjadi empat kategori berdasarkan tujuan yang akan dicapai: (1) mengurangi kesesuaian ekosistem; (2) mengganggu kontinuitas pasokan kebutuhan hidup hama; (3) mengalihkan populasi hama dari tanaman; dan (4) mengurangi dampak kerusakan tanaman (Kuswardani & Maimunah, 2013).

Teknik-teknik pengendalian kultur teknis.

a. Mengatur jarak tanam, waktu tanam dan panen

Iklim mikro di sekitar tanaman dipengaruhi oleh pengaturan jarak tanam. Jika jarak tanam rapat, lingkungan sekitar tanaman menjadi lembap, tetapi jika jarak tanam

terlalu renggang, lingkungan sekitar tanaman mudah kering karena tingkat evapotranspirasi yang tinggi (Matnawi, 2008). Jika jarak tanam rapat, hama akan lebih mudah berpindah-pindah. Sebaliknya, memperjarang jarak tanam membuat hama wereng batang padi kurang betah di lokasi, yang mengurangi perkembangbiakan dan daya serangnya. Untuk mengatur waktu tanam, juga dapat menanam lebih awal atau menunda penanaman untuk mencegah serangan dan migrasi hama yang lebih lama dan menghilangkan tanaman inang hama yang penting (Stansly dan Natwick 2010). Dengan mengatur waktu tanam tidak sesuai dengan pola perkembangan hama, bersama dengan sanitasi lahan, juga dapat dilakukan untuk mencegah serangan hama pada beberapa tanaman budidaya kerusakan yang disebabkan dapat dihindari (Hilje et al., 2001).

b. Penanaman varietas tahan

Tanaman yang tahan terhadap investasi hama atau penghambatan perkembangan hama karena dengan zat tertentu dapat mengurangi populasi, kerusakan yang disebabkan oleh hama, dan migrasi rutin hama ke tanaman lain (Stansly dan Natwick 2010). Kehilangan hasil hingga 80% dapat dikurangi dengan menanam varietas tahan (Inayati dan Marwoto 2013).

c. Penanaman tanaman penghalang atau perangkap atau penolak

Salah satu fungsi utama tanaman penghalang adalah mencegah hama masuk ke tanaman; juga dapat berfungsi sebagai pelindung alami terhadap vektor virus yang tidak tahan lama seperti aphid, yang dapat melindungi tanaman dari infeksi virus. Tanaman penghalang idealnya berfungsi dengan tanaman lain daripada hama target (Muliani et al., 2022) (Hooks dan Careres 2006). Untuk mengalihkan sasaran serangan hama, tanaman perangkap yang disukai hama ditanam di sekitar tanaman utama. Hama akan terkonsentrasi pada tanaman perangkap, mengurangi

serangan hama terhadap tanaman utama (Wardana et al., 2017).



Gambar 9.2. Tanaman Refugia
Sumber.

<https://pertanian.kulonprogotkab.go.id/detil/112/gerakan-tanam-refugia-sebagai-tanaman-pengendali-hama>



Gambar 9.3. Tanaman jagung dan gulma sangket
Sumber. <http://www.tepungmocaf.com/2015/06/potensi-tanaman-jagung-dan-gulma.html>

- d. Sistem pengairan yang teratur
Siklus hidup, perkembangbiakan, dan kemampuan bertahan hidup beberapa jenis hama dipengaruhi oleh ketersediaan air. Untuk mencegah pertumbuhan hama, jaga

air dengan baik dan teratur. Misalnya, hama uret atau hama putih padi (*Nymphula depunctalis* Guenee) dengan mengeringkan sawah selama 7–10 hari. Selain itu, ini dapat membunuh larva penggerek padi putih yang berdiapause di dalam tunggul tanaman padi.

e. Pengolahan Tanah

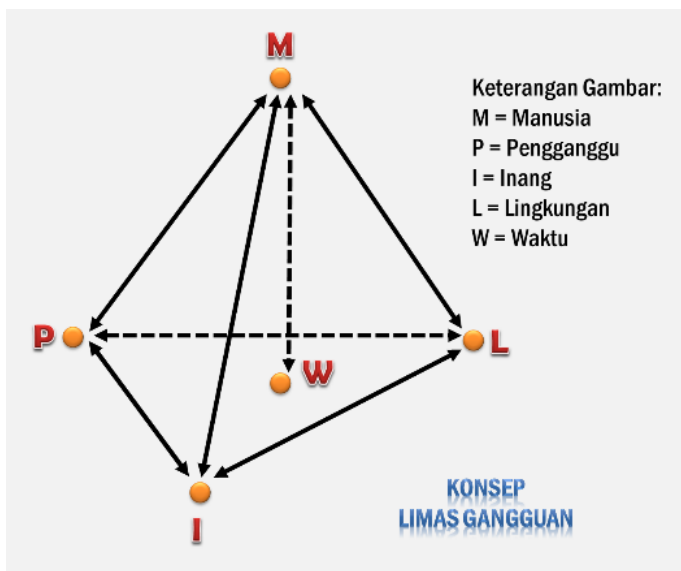
Struktur, tekstur, komposisi kimiawi, kelembapan, dan suhu tanah sangat mempengaruhi serangga, terutama yang menyelesaikan siklus hidupnya dalam tanah. Misalnya, belalang sexava dan belalang kayu bertelur di tanah dan sebagian atau sepenuhnya hidup di dalamnya (Roisatul Umiyah, 2022) (Ningrum & Retnosari, 2020).

f. Pergiliran tanam, pengaturan pola tanam dan sanitasi lahan

Menanam tanaman bukan inang untuk mengatur pola tanam dan penggiliran tanaman dapat mengurangi migrasi hama antar jenis tanaman, mengganggu kesinambungan penyediaan makanan, dan mengurangi populasi awal hama di suatu lokasi (Arsi et al., 2021) (Hilje et al. 2001, Ellsworth dan Carillo 2001). Karena hama biasanya memiliki kisaran makanan yang terbatas dan kemampuan migrasi yang terbatas, rotasi tanaman adalah metode terbaik untuk mengendalikan hama. Dalam teknik sanitasi, lahan dibersihkan dari sisa-sisa tanaman setelah panen, seperti singgang, tunggul, dan bagian tanaman lainnya (Roja et al., 2009). Pada umumnya sisa tanaman utama (sebelumnya) dapat berfungsi sebagai tempat berlindung beberapa jenis hama atau tempat tinggal sementara (Rafadhitapramesti, 2019). Salah satu cara untuk melakukan pembersihan adalah dengan menghancurkan sisa tanaman yang hidup, bagian tanaman yang diserang hama, sisa tanaman yang sudah mati dan tanaman lain yang dapat berfungsi sebagai inang pengganti (Rafadhitapramesti, 2019).

9.3 Pengendalian Penyakit Tanaman

Tujuan pengendalian penyakit tanaman adalah untuk memastikan produksi dan kualitas produk tanaman. Penyakit tanaman adalah gangguan pada sel dan jaringan tanaman yang tidak berfungsi normal karena patogen atau faktor lingkungan yang mengganggu (Agrios: 2005)(Supartha et al., 2018). Sebaliknya, penyakit tanaman didefinisikan sebagai sesuatu yang menyimpang dari keadaan normal, menunjukkan gejala yang dapat dilihat, terjadi karena interaksi yang berlangsung lama, dan menurunkan kualitas atau nilai ekonomis (Rahmat et al., 2005). Faktor biotik meliputi penyakit tanaman yang disebabkan oleh organisme pengganggu tanaman seperti virus, cendawan, bakteri, dan lainnya (Raupach et al., 2007). Pengendalian penyakit tumbuhan mencakup berbagai metode untuk melindungi atau mengurangi kerusakan tanaman, terutama dengan mengurangi populasi patogen, membuat tanaman tahan terhadap serangan patogen, dan mengubah lingkungan sehingga baik untuk tanaman tetapi buruk untuk patogen (Sutarman, 2017).



Gambar 9.4. Limas penyakit

Sumber: <https://mplk.politanikoe.ac.id/index.php/program-studi/28-manajemen-pertanian-lahan-kering/>

Konsep yang digunakan dalam pengendalian penyakit tanaman adalah sebagai berikut: 1) Prinsip pengendalian yang merupakan dasar untuk tindakan pengendalian; 2) Strategi pengendalian yang merupakan perencanaan dan manajemen upaya pengendalian; 3) Taktik pengendalian yang merupakan ilmu pengetahuan khusus yang digunakan untuk tujuan pengendalian; dan 4) Aplikasi pengendalian yang merupakan prosedur pengendalian yang dapat diterapkan di lapangan (Widnyana, 2023) (Qisthi et al., 2021). Dengan mempertimbangkan elemen seperti diagnosis penyakit, penyebab penyakit, mekanisme, epidemiologi, dan lain-lain, adalah mungkin untuk mengembangkan strategi pengendalian penyakit yang praktis dan efektif. Pengendalian penyakit tumbuhan didasarkan pada empat prinsip, yaitu: Eksklusi patogen, eradikasi patogen, dan perlindungan inang yang rentan, resistensi inang (Sutarman, 2017)

1. Eksklusi patogen

Tujuan eksklusi patogen adalah untuk mencegah patogen masuk ke area yang masih bebas patogen. Selama patogen dan inangnya tidak berinteraksi, penyakit tidak akan terjadi (Lena, 2020). Patogen yang menyebar melalui bahan tanaman berhasil dikendalikan menggunakan prinsip ini, tetapi patogen yang disebarkan oleh angin sulit dikendalikan. Oleh karena itu, pengetahuan tentang bagaimana patogen menyebar sangat penting untuk eksklusi.

Beberapa metode pengendalian dengan prinsip eksklusi:

1) Peraturan dan karantina

Karantina tumbuhan dilakukan untuk mencegah masuknya dan menyebarnya Organisme Pengganggu Tumbuhan Karantina (OPTK) ke negara atau wilayah yang belum terkontaminasi OPT. Peraturan karantina nasional dan internasional yang dibuat melalui perjanjian bilateral, multilateral, konvensi, dan kerja sama regional mencegah OPT menyebar ke negara atau wilayah yang belum terkontaminasi OPT. Karantina adalah pertahanan pertama untuk mencegah OPT asing masuk, yang dapat membahayakan manusia dan produk pertanian. Kualitas dilindungi oleh karantina melalui sertifikasi. Peraturan

karantina tumbuhan yang memadai di Indonesia termasuk PP Nomor 14 Tahun 2002 tentang Karantina Tumbuhan dan UU RI Nomor 16 Tahun 1992 tentang Karantina Hewan, Ikan, dan Tumbuhan. Peraturan karantina telah disesuaikan dengan peraturan dan persetujuan Konvensi Internasional Perlindungan Tumbuhan (IPPC). Impor dan ekspor barang harus memenuhi persyaratan yang ketat sesuai UU No. 16/1992. Salah satunya adalah bahwa produk harus memiliki Surat Kesehatan Tanaman dan Surat Kesehatan Hewan dari negara asal atau negara tujuan. Importir atau eksportir harus melaporkan ketika barang tiba untuk diperiksa oleh petugas karantina. Embargo penuh tanaman dan produknya, serta pemeriksaan dan perawatan bahan tanaman di negara pengimpor (misalnya, uji par-tumbuhan setelah masuk, perawatan dengan pestisida, atau penghancuran segera), pengawasan ketat terhadap bahan dan hasil tanaman yang dimasukkan, dan karantina di negara ketiga (di luar negara asal dan tujuan)(Anonim, 2022) (Tjahjono, 2019).

2) Mencegah patogen

Pembuatan bibit bebas patogen, harus menanamnya di tempat yang bebas atau terisolasi dari patogen serta di tempat di mana kondisi lingkungan tidak sesuai untuk patogen atau vektornya. Selain itu dengan menggunakan bibit bebas patogen dan memilih waktu yang tepat untuk menanamnya dapat meningkatkan kemungkinan bahwa tanaman akan terbebas dari serangan patogen. Ini menunjukkan bahwa program sertifikasi bibit dan benih yang berkualitas tinggi sangat penting (Qisthi et al., 2021)

2. Eradikasi

Tujuan dari eradikasi adalah untuk mengurangi jumlah patogen yang ada di daerah atau komponen tanaman. Tujuan ini dapat dicapai melalui berbagai metode, termasuk budidaya tanaman, fisik, kimiawi, dan hayati. Metode budidaya tanaman mencakup pemusnahan tanaman inang, pergiliran tanaman, sanitasi, perbaikan kondisi pertumbuhan tanaman, menciptakan kondisi

yang tidak menguntungkan bagi pertumbuhan pathogen, irigasi, dan sebagainya. Metode fisik mencakup penggunaan panas, pendinginan, radiasi, dan pembersihan tanah. Metode kimiawi menggunakan pestisida untuk merawat benih dan tanah, sedangkan metode hayati menggunakan tanaman perangkap dan bahan-bahan yang menguntungkan bagi mikroflora yang melawan patogen atau agen yang melawan patogen (Fatimah & Nuryaningsih, 2018).

a. Pergiliran tanaman dan tumpang sari

Pergilir tanaman dapat membantu mengendalikan penyakit jika patogen memiliki jenis inang yang sedikit. Ini karena patogen tidak dapat bertahan lama tanpa tanaman inang. Dikenal bahwa labu air (*Lagenaria siceraria*) yang ditanam bersama bawang daun (*Allium fistulosum*) memiliki tingkat gangguan penyakit layu fusarium (*Fusarium oxysporum*) yang lebih tinggi daripada tanaman campuran lainnya. Bakteri *Pseudomonas gladioli* yang tumbuh pada akar bawang daun diduga menjadi penyebabnya. Bawang daun juga telah dicoba untuk melawan penyakit layu fusarium pada strowbery dan tomat.(Wiyono, 2007).

b. Sanitasi

Sanitasi bertujuan untuk mengurangi jumlah inokulum di tanah, tanaman atau tempat penyimpanan. Hal ini juga bertujuan untuk mencegah patogen masuk ke dalam tanaman sehat atau produk pasca panen. Memangkas tanaman yang terinfeksi atau membakar tanaman yang ada gejala serangan patogen merupakan salah satu contoh sanitasi yang perlu dilakukan. Selain itu alat-alat yang digunakan pada tanaman sakit harus diberi perlakuan khusus dengan melakukan pencucian(Widnyana, 2023). Semua upaya untuk membuat lingkungan tidak ramah bagi patogen termasuk perawatan benih atau bibit, pengaturan jarak tanam, pengapuran, pengaturan drainase, dan penggenangan. Misalnya, dengan drainase yang baik, populasi dan aktivitas nematoda dan cendawan tanah

akan berkurang. Beberapa jenis tanah memiliki berbagai mikroorganisme yang melawan patogen. Tanah seperti ini disebut tanah supresif, sedangkan tanah kondusif mendorong perkembangan penyakit. Antagonisme dapat terjadi karena berbagai alasan, seperti pembuatan antibiotik yang memiliki kemampuan untuk menghancurkan patogen, persaingan di ruang atau makanan, atau secara langsung memarasit patogen(Irsan, 2015).

c. Sterilisasi tanah

Pada tempat persemaian penggunaan uap panas bisa digunakan untuk membersihkan tanah dari patogen. Bibit atau benih yang mengandung patogen juga bisa direndam dengan air panas atau bahan kimia. Sterilisasi bergantung pada jenis patogen dan bakteri dalam tubuh.

3. Proteksi Tanaman Rentan

Penggunaan fungisida dan teknik budidaya yang baik dapat digunakan untuk melindungi tanaman yang rentan terhadap penyakit. Fungisida yang dimaksud termasuk senyawa tembaga, belerang, senyawa organik yang mengandung klor (karbamat) atau belerang, kuinon, dan keton. Campuran bubur bordo yang terdiri dari sulfat tembaga, kapur tohor, dan air adalah fungisida pertama yang terkenal. Fungsi fungisida dalam melindungi tanaman dipengaruhi oleh banyak faktor. Hal ini mencakup daya lekat, stabilitas toksisitas, kemampuan menembus spora atau struktur cendawan, dan kemampuan menyebar dan melapisi permukaan tanaman. (Reza Vidyastanto, 2018). Untuk melindungi tanaman, fungisida harus diterapkan berulang kali agar bagian yang baru tumbuh juga tertutup. Penjarangan tanaman dan pengaturan jarak tanam yang lebih lebar atau luas dapat mengurangi kelembapan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan patogen(Sumardiyono, 2018)(Karina, 2018).

Pengendalian ini melibatkan penggunaan zat kimia dan dilakukan dengan menyemprotkan zat kimia ke area tumbuhan. Pengendalian biasanya digunakan oleh petani untuk mencegah penyakit. Pestisida kimia sangat efektif dalam mengendalikan

penyakit. Tidak ada gunanya menggunakan pestisida kimia jika tidak diikuti dengan penggunaan yang tepat dari segi dosis, waktu, sasaran, jenis, dan konsentrasi. Penggunaan pestisida kimia dalam pengendalian penyakit harus mempertimbangkan tingkat serangan, ambang ekonomi, dampak pada lingkungan, dan kesehatan manusia dan hewan karena kondisi ini sering menyebabkan peledakan populasi hama (Matnawi, 2008) (Roja et al., 2009).

Fungisida yang baik tidak merusak patogen sasaran, tidak meracuni manusia, ternak, ikan, hewan, atau tumbuhan, dan tidak merusak tanah atau lingkungan. Fungisida non-sistemik berfungsi di permukaan tanaman, sedangkan fungisida sistemik bekerja di dalam tubuh tanaman. Formulasi fungisida komersial biasanya terdiri dari WP (bubuk basah) atau bubuk yang dapat dibasahi, debu (dust), suspensi atau lumpur (slurries), dan EC (konsentrasi yang dapat diemulsikan) atau larutan pekat yang dapat diemulsikan. Untuk melapisi benih, fungisida kering harus dicampur dengan air (Tjahjono, 2019) (Chafisa, 2017). Fungisida dapat digunakan untuk benih, tanah, penyemprotan, dan penghembusan. Saat menggunakan fungisida pada tanah harus sangat remah dan lembap, sehingga bahan kimia mudah ditembus. Jika bahan fumigan seperti metil bromida digunakan, semua peralatan harus dibersihkan segera setelah digunakan. Tanah dapat ditanami setelah dua hingga empat minggu.

4. Resistensi Tanaman

Pemuliaan tanaman yang mencakup seleksi varietas tahan, dapat membantu tanaman mempertahankan resistensi atau ketahanan. Ketahanan morfologi, fungsional, atau biokimiawi adalah jenis ketahanan ini. Ketahanan morfologi seperti struktur tanaman mencegah patogen masuk, seperti kulit tebal buah atau umbi. Varietas gandum yang stomatanya membuka agak lambat pada pagi hari dan cepat menutup pada siang hari menunjukkan ketahanan fungsional terhadap penyakit karat karena tabung kecambah patogen sulit masuk melalui stomata (Efendi, 2018). Meskipun patogen dapat memasuki jaringan sel

tanaman, protoplasmanya akan melawan aktivitas patogen. Ketahanan tanaman dengan menggunakan enzim yang dapat menghancurkan patogen dan senyawa yang berbahaya bagi patogen, seperti fitoaleksin dan toksin, dikenal sebagai ketahanan biokimiawi (Ashar et al., 2024).

5. Pengendalian Penyakit Secara Biologis

a. *Antagonisme*

Antagonis telah digunakan untuk memerangi jamur akar putih *R. microporus* pada karet sejak tahun 1970-an. Jamur sporofit berkembang biak di sisa-sisa akar, tempat jamur akar putih bertahan. *Trichoderma* spp dan *Gliocladium* spp dapat digunakan untuk mengobati berbagai penyakit jamur bawah tanah yang ada di banyak negara di seluruh dunia. Patogen yang tidak virulen dari jenis yang sama juga dapat digunakan dalam pengendalian biologis. Untuk mengobati penyakit layu fusarium pada ubi jalar dan strowbery, jamur *F. oxysporum* digunakan yang tidak menyebabkan penyakit. (Muslim, 2019)

b. *Plant Growth-Promoting Rhizobacteria*

Meskipun jasad renik yang ada di rizosfer tidak secara langsung mempengaruhi patogen, jasad renik ini dapat digunakan untuk mengendalikan patogen. Jasad renik di Amerika yang disebut Plant Growth Promoting rhizobakteri dan mengendalikan beberapa jamur tanah (Jumadi et al., 2021) (Muslim, 2019).

c. *Proteksi Silang*

Proteksi silang, juga disebut preimunisasi, digunakan untuk mengendalikan penyakit virus secara biologis. Sementara strain virus yang lemah tidak dapat merusak tanaman, strain virus yang kuat akan merusak tanaman. Untuk menghasilkan strain yang dilemahkan, pemanasan in vitro (seperti virus mosaik tembakau, virus mosaik ketimun, dan virus mosaik semangka), pendinginan in vivo (seperti virus mosaik kedelai), dan penggunaan asam nitrit dapat digunakan. Proteksi silang ini telah diterapkan

oleh banyak negara, termasuk Taiwan dan Jepang (Sari M, 2023)(Rahardjo, 2015).

9.4 Pengendalian gulma

Gulma, yang juga disebut sebagai tumbuhan pengganggu, adalah kelompok tumbuhan yang terdiri dari berbagai taksa, dan mungkin telah muncul sejak manusia mengenal tanaman pertanian. Gulma telah memainkan peran penting dalam sejarah pertanian; gangguan gulma pada tanaman seringkali sangat parah, menyebabkan kerugian dan penurunan hasil panen(Rahardjo, 2015). Beberapa contoh gulma dalam sistem pertanian:

1. *Eleusine indica* L.

Gulma rumput belulang (*Eleusine indica* L.) adalah salah satu gulma yang dapat ditemukan hampir di semua tanaman yang dibudidaya. Rumput belulang adalah gulma yang tumbuh cepat dan memiliki biji agresif, sehingga mengganggu hasil tanaman seperti jagung, ubi jalar, dan tebu (Sonya et al., 2019). Penelitian telah menunjukkan bahwa bunga rumput belulang dapat muncul setiap tahun dan memiliki sekitar 140 biji, menunjukkan bahwa rumput belulang dapat tumbuh lebih cepat. Pertumbuhan rumput belulang dapat dilihat dari tandanya: daunnya bisa lebar 1 cm, rumputnya bisa panjang 10–15 cm, dan tingginya paling tinggi sekitar 60–80 cm(Bayyinah et al., 2023).



Gambar 9.5. Gulma rumput belulang (*Eleusine indica* L.)

Sumber.

<https://identify.plantnet.org/id/weeds/observations/1020661>

Ottochloa nodosa

Ottochloa nodosa memiliki banyak biji berukuran kecil sehingga mudah menyebar. Selain itu, ia dapat berkembang biak dengan stolon, yang membuatnya cepat menyebar di daerah pertanian(Saleh et al., 2020)(Umiyati & Kurniadie, 2018).



Gambar 9.6. *Ottochloa nodosa*

Sumber: <https://www.gbif.org/occurrence/3415928290>

Amaranthus

Lebih dari lima puluh spesies *Amaranthus* adalah tanaman tahunan atau tanaman tahunan berumur pendek yang disebut "bayam duri". Tanaman ini banyak tumbuh pada lahan pertanian yang subur terutama pada lahan pertanian hortikultura(Yuliana, 2021).



Gambar 9.7. Bayam duri

Sumber

https://en.wikipedia.org/wiki/Amaranth#/media/File:Amaranthus_tricolor0.

2. *Phyllanthus urinaria*

Di Amerika Serikat, meniran (*Phyllanthus urinaria*) dianggap sebagai spesies invasif karena berkembang biak dengan cepat dan dikontrol dengan berbagai cara, tetapi dari perspektif ekonomi, tanaman meniran diekstraksi untuk menjadi racun ikan (Anonim, 2024) (Setiawan et al., 2022).



Gambar 9.8. *Phyllanthus urinaria*

Sumber.

<https://identify.plantnet.org/id/prosea/species/Phyllanthus%20urinaria%20L>.

3. *Alternanthera sessilis*

Kremah, juga dikenal sebagai *Alternanthera sessilis*, adalah semak berbatang banyak yang dapat tumbuh secara merambat atau mengapung hingga tinggi satu meter. Bentuk akarnya bulat, masif, beruas-ruas, dan berwarna hijau-kekuningan, panjangnya mencapai ± 30 cm, dan warna akarnya putih-kecoklatan. Daunnya berwarna hijau, majemuk, berhadapan, dengan ujung dan pangkal runcing, dan panjangnya antara 1 hingga 15 cm. Tulang daun *Alternanthera sessilis* menyirip dan berbulu halus. Bunga berwarna putih atau kuning berbunga sepanjang tahun. Bunganya kecil, berbentuk bulir, dan ditemukan pada ketiak daun di ujung batang (Dwinata et al., 2014) (Suwitnyo et al., 2017).



Gambar 9.9. *Alternanthera sessilis*

Sumber.

<https://plantamor.com/species/info/alternanthera/sessilis#gs.c.tab=0>

4. *Physalis angulata* L.

Ciplukan (*Physalis angulata* L.) adalah tumbuhan herba yang tumbuh liar di lahan tropis dan subtropis. Di berbagai negara, tumbuhan ini digunakan sebagai obat tradisional. Di beberapa daerah di Indonesia tanaman ini digunakan sebagai sayuran (Ita Indriani et al., 2022) (Pujiasmanto et al., 2022).



Gambar 9.10. Ciplukan (*Physalis angulata* L.)

Sumber. <https://ccrcfarmasiugm.wordpress.com/wp-content/uploads/2008/05/ciplukan.jpg>

5. *Ageratum conyzoides*

Anggota suku Asteraceae, bandotan atau wedusan adalah gulma pertanian. Meskipun tanaman ini berasal dari Amerika tropis, terutama Brasil, telah lama menyebar di seluruh Nusantara. Bandotan memiliki bulu daun berwarna putih halus dan bisa mencapai satu meter tinggi. Bunga ini berwarna putih keunguan pucat dengan bentuk seperti bunga matahari dan memiliki diameter 5-8 mm, dengan bulu halus berwarna putih menutupi batang dan daunnya, yang mencapai panjang 7,5 cm. Buahnya mudah tersebar karena ringan dan mudah terhembus angin (Silalahi, 2019)(Prasad, 2011).



Gambar 9.11. *Ageratum conyzoides*

Sumber: <https://www.gbif.org/occurrence/4510305975>

Selain mengurangi hasil tanaman hortikultura, gulma juga berdampak pada hal-hal berikut: a) menurunkan kualitas hasil, seperti tercampurnya biji gulma saat tanaman berproduksi; b) gulma juga dapat mengeluarkan zat kimia yang disebut *allelopathy*, yang beracun bagi tanaman lain dan mengganggu pertumbuhan tanaman; c) mempersulit pekerjaan petani, seperti adanya duri pada gulma; dan d) menghambat atau merusak mesin petani(Susetyo, 2018)(Ulfa, 2019). Gulma adalah rumput yang tumbuh secara berdampingan dengan tanaman, mengganggu pertumbuhan, produksi, dan pertumbuhan tanaman, serta menghambat pertumbuhan, perkembangan, dan produktifitas tanaman(Palijama et al., 2018). Selain itu, gulma sangat kompetitif dengan tanaman

dalam pengambilan hara, air, ruang, karbon dioksida, dan cahaya, sehingga mengurangi produksi sebesar 28% dalam sistem budidaya tanaman. Oleh karena itu, kehadiran gulma di area pertanaman secara umum memiliki efek yang buruk. Gulma berfungsi sebagai tempat tinggal bagi beberapa jenis hama atau sebagai penghubung antara hama dan tanaman budidaya karena kemampuan untuk mengeluarkan bahan kimia yang menekan atau bahkan membunuh tumbuhan. Gulma, sebagai alelospoli, memonopoli air, unsur hara, karbon dioksida, oksigen, dan sinar matahari (Tanasale & Goo, 2023).

Petani biasanya menggunakan beberapa metode untuk mengendalikan gulma. Ini termasuk membuangnya secara manual atau mekanik (menggunakan alat), menggunakan serangga atau mikroorganisme untuk mengontrol gulma, dan menggunakan herbisida jika diperlukan. Dalam pengendalian gulma secara terpadu, hal-hal berikut harus diperhatikan:

a) Pemantauan menyeluruh terhadap semua faktor penting di ekosistem untuk menemukan masalah gulma; b) Penerapan metode pengendalian gulma yang tepat; c) Pengawasan pelaksanaan dan pemilihan bahan serta peralatan yang tepat; dan d) Pengelolaan gulma dalam jangka panjang yang memerlukan kombinasi berbagai metode pengendalian gulma untuk mencapai hasil terbaik (Cholid, 2018). Secara umum pengendalian gulma dapat dibagi dalam beberapa kategori, antara lain :

1. Preventif: Tidak menggunakan pupuk kandang yang belum matang, tidak mengangkut jerami dan rumput makanan ternak dari jarak jauh, tidak buang gulma di sisi sungai dan saluran pengairan, bersihkan ternak yang akan diangkut, dan hindari media tanam yang sudah digunakan. Tujuan pencegahan adalah untuk mencegah gulma, termasuk rhizome, biji, batang, dan bagian lain dari gulma, masuk ke lahan pertanian. Beberapa cara untuk mencegahnya termasuk menggunakan benih tanaman yang tidak terkontaminasi gulma, menggunakan pupuk kandang atau kompos yang telah matang, menjaga alat pertanian bersih,

- mencegah gulma masuk ke saluran pengairan, dan membakar gulma yang telah disiangkan(Susetyo, 2018).
2. Tujuan dari pengelolaan tanah adalah untuk meningkatkan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Pengolahan tanah melalui pembajakan, penggaruan, dan pelumpuran harus dilakukan untuk mengurangi jumlah gulma dan biji gulma yang ada dalam tanah. Mengolah tanah dengan alat seperti cangkul, garu, bajak, dan traktor adalah cara fisik untuk mengendalikan gulma. Siklus hidup gulma, penyebaran akar, usia dan ukuran infestasi, dan pembabatan. Pembabatan biasanya hanya efektif untuk mengendalikan gulma sekali setahun pada waktu gulma menjelang berbunga atau pada waktu daunnya tumbuh dengan hebat. Metode penggenangan juga membantu menghilangkan gulma selama 3 hingga 8 minggu dengan menggenangi 15 hingga 25 cm. Mulsa digunakan untuk mencegah cahaya matahari masuk ke gulma, mencegah fotosintesis, dan mencegah pertumbuhan baru. Ini adalah salah satu cara secara fisik untuk mengendalikan gulma. Mulsa dapat dibuat dengan jerami, pupuk hijau, sekam, serbuk gergaji, kertas, dan plastik (Cholid, 2018) (Kementerian Pertanian, 2011).
 3. Penyiangan dan pengendalian mekanis adalah teknologi yang paling lama dikenal petani. Alat pertanian sederhana seperti cangkul biasanya digunakan di lahan kering.
 4. Pergiliran tanaman adalah metode pengendalian gulma yang efektif yang memungkinkan tanaman inang yang dibudidayakan untuk menghentikan siklus hidup gulma yang merugikan. Dalam kasus hortikultura, teknik pergiliran tanaman cukup efektif untuk mengontrol gulma yang tahan genangan.
 5. Pengendalian gulma secara biologis belum banyak digunakan di ladang pertanian. Namun, telah digunakan dalam beberapa uji coba penelitian. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai metode pengendalian gulma yang lebih baik. Beberapa metode biologis yang digunakan untuk memerangi gulma pernah dicobakan, seperti: kumbang moncong *Cyrtophagus salviniae* untuk

memerangi gulma *Salvina molesta*; serangga kutu lilin (*Dactylopius opuntiae*) untuk memerangi gulma kaktus; dan bakteri *Xanthomonas campestris* untuk memerangi gulma rerumputan tahunan di pekarangan rumah, tanaman, dan lapangan (Fauzi, 2009) (Yayan Sumekar, Dedi Hidayat, Denny Kurniadie, 2021) (Tjirosemto, 2005).

6. Pengendalian Gulma secara kimiawi

Pertanian modern biasanya menggunakan herbisida untuk mengendalikan gulma secara kimiawi. Penggunaan herbisida menjadi sangat vital mengingat peran pentingnya dalam menjaga produktivitas tanaman yang sangat signifikan. Pemahaman yang benar dan komprehensif mengenai konsep dasar pengendalian gulma dengan herbisida juga menjadi faktor kunci yang sangat kritis dan sangat menentukan dalam memastikan keberhasilan pertanian secara keseluruhan. Keragaman dan adaptasi gulma yang cepat terhadap herbisida yang digunakan perlu menjadi pertimbangan pada saat aplikasi (Kurniawan, 2023) (Kurniawan, 2023), selain dampaknya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Dalam penggunaan herbisida, faktor-faktor seperti sifat kimia herbisida, jarak aplikasi, dan dosis yang diberikan harus diperhatikan dengan seksama. Herbisida yang digunakan harus terbukti ramah lingkungan, serta harus disesuaikan dengan kondisi tanah dan iklim lokal, serta tunduk pada regulasi dan pedoman yang ditetapkan oleh lembaga terkait (Tjirosemto, 2005) (Hayata et al., 2016).

Penggunaan herbisida dapat dikombinasikan dengan metode pengendalian mekanis, biologis, dan pencegahan sebagai bagian dari pendekatan yang holistik dan berkelanjutan. Dengan melakukan diversifikasi pengendalian, petani dapat mengurangi risiko resistensi dan meminimalkan penggunaan herbisida. Selain itu, penggunaan teknologi canggih seperti sensor dan penginderaan jauh juga dapat membantu dalam pemantauan serta pengendalian gulma yang lebih efisien (tepat waktu). Secara umum klasifikasi herbisida dilakukan berdasarkan berbagai kriteria yang meliputi cara kerja, spektrum, kegunaan, dan faktor-faktor lainnya. Dalam

melakukan klasifikasi yang kompleks ini, herbisida dapat dibedakan berdasarkan target yang ingin dituju serta jenis tanaman yang harus dilindungi (Febriana Sulistya Pratiwi., 2022).

Mekanisme kerja herbisida mencakup berbagai proses biokimia yang terjadi setelah herbisida diaplikasikan ke tanaman. Ada herbisida yang bekerja dengan mengganggu fotosintesis, pertumbuhan, atau perkembangan tanaman (Widiyaastuti, D A dan Kurniawan, 2019). Memahami mekanisme kerja herbisida membantu dalam menentukan kapan dan bagaimana herbisida harus diterapkan untuk mencapai efektivitas maksimal dalam pengendalian gulma (Aditiya, 2021). Pengetahuan yang mendalam tentang mekanisme kerja herbisida merupakan kunci dalam upaya pengendalian gulma secara kimiawi menggunakan herbisida.

Herbisida dapat bekerja dengan mengganggu enzim yang terlibat dalam proses fotosintesis. Enzim-enzim ini penting untuk mengubah energi matahari menjadi bahan organik yang digunakan oleh tanaman (Febriana Sulistya Pratiwi., 2022). Dengan menghambat aktivitas enzim-enzim ini, herbisida dapat menghentikan proses fotosintesis dan membuat tanaman mati. Selain itu, herbisida juga dapat merusak membran sel tanaman, yang mengganggu proses pertumbuhan dan perkembangannya. Inilah mengapa herbisida menjadi alat yang efektif dalam mengendalikan gulma. Untuk penggunaan herbisida yang efektif penting untuk memahami waktu dan cara aplikasi herbisida. Beberapa herbisida hanya efektif jika diaplikasikan pada tahap pertumbuhan tertentu. Misalnya, herbisida tertentu hanya efektif jika diterapkan ketika gulma masih muda dan tidak memiliki sistem akar yang kuat. Selain itu, sifat kimia herbisida juga mempengaruhi cara kerjanya. Ada herbisida yang bersifat kontak, artinya hanya efektif jika langsung bersentuhan dengan bagian tanaman yang ingin dikendalikan. Herbisida ini biasanya digunakan untuk gulma yang tumbuh secara individual (Sumekar et al., 2022). Sementara itu, ada juga herbisida yang sistemik yang berarti dapat diabsorpsi oleh seluruh tanaman dan mengganggu pertumbuhan keseluruhannya.

Herbisida ini lebih efektif untuk gulma yang tumbuh secara merayap dan menyebar di sekitar tanaman utama(Priyatno et al., 2019).

Teknik aplikasi herbisida yang benar sangat penting untuk memastikan efektivitas pengendalian gulma. Hal ini meliputi pemahaman yang mendalam tentang dosis yang tepat, waktu aplikasi yang sesuai dengan siklus pertumbuhan gulma, serta teknik aplikasi yang tidak hanya memastikan herbisida tersebar secara merata ke seluruh area yang terinfestasi gulma, tetapi juga mencegahnya tersebar ke tanaman lain atau bahkan ke lingkungan sekitar (Sembiring & Sebayang, 2019). Oleh karena itu, pemilihan peralatan aplikasi yang tepat juga berperan penting dalam kesuksesan penggunaan teknik aplikasi herbisida yang efektif. Pada dasarnya, pemahaman tentang dosis yang tepat merupakan kunci untuk mengendalikan pertumbuhan gulma. Dosis yang terlalu rendah tidak akan memberikan hasil yang memuaskan, sementara dosis yang terlalu tinggi dapat merusak tanaman yang diinginkan(Alkalah, 2016a). Dengan pemahaman yang mendalam tentang dosis yang tepat, aplikasi herbisida dapat dilakukan dengan akurat, sehingga lebih efektif dalam memberantas pertumbuhan gulma. Selain dosis yang tepat, waktu aplikasi juga merupakan faktor penting yang perlu diperhatikan. Setiap jenis herbisida memiliki periode optimal untuk aplikasi yang sesuai dengan siklus pertumbuhan gulma yang sedang dihadapi. Penerapan herbisida pada waktu yang tepat akan membantu memaksimalkan efisiensi kerja herbisida, karena saat itulah gulma sedang dalam tahap pertumbuhan yang paling rentan. Oleh karena itu, sebelum melakukan aplikasi herbisida, penting untuk mempelajari karakteristik gulma yang ingin dikendalikan, serta waktu aplikasi yang paling efektif untuk menghambat pertumbuhannya(Alkalah, 2016a).

Pemilihan herbisida yang tepat juga menjadi kunci penting dalam pengendalian gulma, karena setiap jenis gulma memiliki karakteristik yang berbeda-beda(Alkalah, 2016b). Dalam pemilihan herbisida, kita harus mempertimbangkan jenis gulma yang ingin dikendalikan sehingga herbisida yang digunakan dapat bekerja dengan optimal. Tingkat efektivitas yang optimal dalam penggunaan herbisida akan tercapai ketika kita mampu mengaplikasikan teknik

dan pengetahuan yang tepat sesuai dengan kebutuhan dan kondisi lapangan (Ulfa, 2019).

Beberapa faktor yang mempengaruhi efektivitas penggunaan herbisida meliputi kondisi cuaca, jenis tanaman, waktu aplikasi, dosis pemakaian, dan metode aplikasi. Selain itu, faktor-faktor lingkungan seperti pH tanah, kelembaban, dan tekstur tanah juga turut berperan dalam menentukan sejauh mana efektivitas pengendalian gulma dengan herbisida dapat dicapai (Palijama et al., 2018). Dalam hal kondisi cuaca, keberhasilan penggunaan herbisida dapat bervariasi tergantung pada keadaan atmosfer yang meliputi suhu udara, kelembaban udara, ketinggian tempat, serta curah hujan yang terjadi dalam kurun waktu tertentu. Suhu udara yang ideal, yang berkisar antara 20-30 derajat Celsius, memberikan kondisi optimal untuk efektivitas herbisida.

Penggunaan herbisida dapat memiliki dampak negatif yang sangat signifikan terhadap berbagai aspek lingkungan. Beberapa dampak yang mungkin muncul termasuk kontaminasi tanah serta air, penurunan keanekaragaman hayati, dan juga pencemaran lingkungan secara umum (Aisyah et al., 2020). Komponen aktif yang terkandung dalam herbisida seringkali memiliki sifat toksik yang berpotensi merugikan bagi organisme non-target yang ada di sekitarnya. Hal ini dapat menyebabkan gangguan pada ekosistem secara keseluruhan. Bukan hanya itu, zat-zat berbahaya dalam herbisida juga memiliki kemampuan untuk bertahan di lingkungan dalam jangka waktu yang sangat lama. Adanya zat-zat tersebut dapat memberikan dampak yang besar pada ekosistem yang ada (Anwar et al., 2019) (Sinambela, 2024).

DAFTAR PUSTAKA

- Aditiya, D. R. (2021). Herbisida : Risiko terhadap Lingkungan dan Efek Menguntungkan. *Saintekno! : Jurnal Sains Dan Teknologi*, 19(1), 6–10. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/saintekno!/article/view/28371>
- Aisyah, S., Hasjim, S., Prabawati, D., & Putri, H. (2020). Keefektifan Dosis Reduktan Herbisida terhadap Pengendalian Gulma serta Pengaruhnya pada Tanaman Padi Varietas Inpari 32 Effectiveness of Herbicide Reductant Doses on Weed Control and Its Effect on Rice Plants Inpari 32 Variety. *Jurnal Agrikultura*, 2022(3), 342–358.
- Alkalah, C. (2016a). Efikasi Herbisida Parakuat Diklorida Terhadap Pertumbuhan Gulma Dan Tanaman Serta Hasil Kedelai (*Glycine max L. Merr*). 19(5), 1–23.
- Alkalah, C. (2016b). Efikasi Herbisida Parakuat Diklorida Untuk Mengendalikan Pertumbuhan Gulma Pada Budidaya Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis. Jacq*). 19(5), 1–23.
- Anwar, R., Suzanna, E., Djatmiko, D., Dwi Andika, W. S., & Gartiwo, D. M. T. (2019). Efektifitas Herbisida Formulasi pada Gulma Air di Lahan Rawa Tadah Hujan, Rawa Payau dan Saluran Drainase. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 47(2), 210–216. <https://doi.org/10.24831/jai.v47i2.24136>
- Arsi, A., Ade, G., Sihite, P., Gustiar, F., Irmawati, I., Shk, S., Hamidson, H., Irsan, C., Suwandi, S., Pujiastuti, Y., Khodijah, K., Nurhayati, N., Umayah, A., Gunawan, B., Sukma, A. T., & Christian Bakkit, K. (2021). Pengaruh Tumpang Sari Cabai dengan Kubis terhadap Hama dan Penyakit Tanaman Cabai Di Desa Kerinjing Kota Pagar Alam. *Sustainable Urban Farming Guna Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat Di Era Pandemi*, 101113.
- Ashar, J. R., Farhanah, A., Firmansyah, F., Hamzah, P., Indriatama, W. M., Ismayanti, R., Friska, M., & Fitrahtunnisa, F. (2024). Pengantar Pemuliaan Tanaman. *Cv Widina Media Utama*.
- Bayyinah, L. N., Syarifah, R. N. K., Mutala'liah, M., & Wulansari, N. K. (2023). Identifikasi Keragaman Gulma Pada Lahan Budidaya Ubi Kayu Di Desa Tamansari, Karanglewas, Banyumas. *Agro Wiralodra*, 6(2), 61–68. <https://doi.org/10.31943/agrowiralodra.v6i2.102>

- Budiono. (2022). Pengendalian Opt Padi Lahan Rawa Dengan Konsep Pht. *Respository Pertanian*, 8–9.
- Chafisa, D. I. (2017). Efikasi Fungisida Metalakasil Terhadap Penyakit Bulai (*Peronosclerospora sorghi*) Pada Tanaman Jagung (*Zea mays L.*) Varietas NK 22 (F1) Dan Keturunan Pertama NK 22. 14(1), 55–64.
- Cholid, M. (2018). Pengendalian gulma terpadu pada kapas. *Jurnal Pertanian Presisi, February*, 1–13.
- Dwinata, Y. A., Widaryanto, E., & Sudiarso. (2014). Kompetisi gulma kremah (*Alternanthera sessilis*) dengan tanaman terung (*Solanum melongena L.*). *Jurnal Produksi Tanaman*, 2(1), 17–24.
- Efendi, E. (2018). Teknik Pemuliaan Tanaman Untuk Pertanian Berkelanjutan PT. Literasi Nusantara Abadi Grup
- Fatimah, & Nuryaningsih. (2018). Buku Ajar Buku Ajar Ilmu Hama Dan Penyakit Hutan . Penerbit: CV. AA. RIZKY
- Fauzi, M. T. (2009). Patogenisitas Jamur Karat (*Puccinia Philippinensis* Syd.), Pada Gulma Teki (*Cyperus Rotundus L.*). *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 9(2), 141–148. <https://doi.org/10.23960/j.hptt.29141-148>
- Febriana Sulistya Pratiwi. (2022). Upaya Penanggulangan Gulma Secara Kimiawi Dan Mekanik Terhadap Indeks Keanekaragaman Jenis Gulma Pada Fase Pertumbuhan Tanaman Tebu. *Tesis, 8.5.2017*, 2003–2005. <https://dataindonesia.id/sektor-riil/detail/angka-konsumsi-ikan-ri-naik-jadi-5648-kgkapita-pada-2022>
- Hayata, H., Meilin, A., & Rahayu, T. (2016). Uji Efektifitas Pengendalian Gulma Secara Kimiawi Dan Manual Pada Lahan Replanting Karet (*Hevea Brasiliensis* Muell.Arg.) Di Dusun Suka Damai Desa Pondok Meja Kabupaten Muaro Jambi. *Jurnal Media Pertanian*, 1(1), 36. <https://doi.org/10.33087/jagro.v1i1.14>
- Hidayat, S. H., Hidayat, P., Harahap, I. S., Nurhayati, E., Giyarto, & Guntoro, D. (2016). Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman. *Academia*, 1–492.
- Indiati, S. W., & Marwoto, M. (2017). Penerapan Pengendalian Hama Terpadu (Pht) Pada Tanaman Kedelai. *Buletin Palawija*, 15(2), 87. <https://doi.org/10.21082/bulpa.v15n2.2017.p87-100>
- Irsan, C. (2015). Pengendalian Hayati Hama Tumbuhan. Penerbit: Unsri Press
- Ita Indriani, Aluh Nikmatullah, & Uyek Malik Yakop. (2022). Aplikasi Pupuk Organik Pada Domestikasi Tanaman Ciplukan (*Physalis*

- angulata L.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek*, 1(2), 102–112. <https://doi.org/10.29303/jima.v1i2.1425>
- Jumadi, O., Junda, M., Caronge, M. W., & Syafruddin. (2021). Trichoderma dan pemanfaatan. In *Penerbit Jurusan Biologi FMIPA UNM*. [http://eprints.unm.ac.id/21426/1/1](http://eprints.unm.ac.id/21426/1/1.ISBN_Final). ISBN_Final.
- Karina, N. A. (2018). Pengendalian Penyakit Lanas (*Phytophthora Nicotianae*) Pada Tembakau Menggunakan Fungisida Berbahan Aktif Tembaga Oksi Sulfat.
- Kementerian Pertanian. (2011). Pengendalian Gulma penting pada Tanaman Kakao. *Repository.Pertanian.Go.Id*.
- Kuswardani, R. A., & Maimunah. (2013). Hama Tanaman Pertanian. *Universitas Medan Area*, 71.
- Lena, S. (2020). Dasar-Dasar Ilmu Penyakit Tumbuhan Part I. <https://Repository.Unmul.Ac.Id/Bitstream/Handle/123456789/53441/Buku%20ajar%20ipt%20part%20i-Sopialena.Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y>.
- Matnawi, H. (2008). *Perlindungan Tanaman*. Penerbit Deepublish
- Muliani, S., Kumalawati, Z., Nildayanti, N., & Arif, R. (2022). Pengenalan teknik refugia untuk mengendalikan hama tanaman pada kelompok tani di Desa Pitusunggu, Kabupaten Pangkep. *JatiRenov: Jurnal Aplikasi Teknologi Rekayasa Dan Inovasi*, 1(1), 20–27. <https://doi.org/10.51978/jatirenov.v1i1.384>
- Muslim, A. (2019). Pengendalian Hayati Patogen Tanaman Dengan Mikroorganisme Antagonis. *Unsri Press*, 230.
- Ningrum, L. W., & Retnosari, D. (2020). Monitoring Hama Dan Penyakit Tanaman Dalam Perlindungan Koleksi Tanaman Di Kebun Raya Purwodadi. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 7(2), 305–314. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2020.007.2.15>
- Palijama, W., Riry, J., & Wattimena, A. . (2018). Komunitas Gulma Pada Pertanaman Pala (*Myristica fragrans* H) Belum Menghasilkan Dan Menghasilkan Di Desa Hutumuri Kota Ambon. *Agrologia*, 1(2). <https://doi.org/10.30598/a.v1i2.289>
- Pertanian, K. (2015). Rencana Strategis 2020-2024 Balai Besar Peramalam OPT. *Rencana Strategis 2020-2024 Balai Besar Peramalam OPT*, 12–26.
- Priyatno, A. D., Saputra, D., Rachman, F. A., & Sitorus, R. J. (2019). Bahan aktif herbisida glifosat pada air dan pengaruhnyaterhadap kesehatan masyarakat. *Prosiding Seminar Nasional Hari Air Dunia 2019*, 82–88.

- Pujiasmanto, B., Theresia Sri Budiastuti, M., Rumia Manurung, I., & Desy Setyaningrum, dan. (2022). Potensi Media Tanam Ciplukan (*Physalis angulata*): Review. *Seminar Nasional Dalam Rangka Dies Natalis Ke-46 UNS Tahun 2022*, 6(1), p-ISSN.
- Qisthi, R. T., K., N., Khatima, H., Chamila, A., Hikmah, N., Sambopaillin, S., Ainun, Y. Z., Aksah, I., Paramita, L., & Setiawan, P. (2021). *Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman Pangan dan Hortikultura*.
- RafadhitaPramesti. (2019). Hubungan Pengetahuan Pengendalian Hama dengan Tindakan Petani dalam Pengelolaan Hama. 1–19.
- Rahardjo, I. B. dan Y. S. (2015). Proteksi Silang untuk Pengendalian Virus Mosaik Mentimun pada Krisan. *Jurnal Hortikultura*, 15(2), 82551.
- Reza Vidyastanto. (2018). Pengaruh Beberapa Bahan Aktif Fungisida Terhadap Intensitas Penyakit Karat Daun Putih Dan Terhadap Tingkat Kehijauan Daun Serta Hasil Panen Pada Tanaman Krisan. *Skripsi Universitas Brawijaya Fakultas Pertanian*, 66.
- Roisatul Umiyah. (2022). Keanekaragaman Serangga Tanah Pada Agroforestri Kopi Sederhana Dan Agroforestri Kopi Kompleks Di Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang. *Journal of Economic Perspectives*, 2(1), 1–4. /doi.org/10.1080/ 23322039 .2017
- Roja, A., Madya, P., Pengkajian, B., Pertanian, T., & Barat, S. (2009). Pengendalian Hama Dan Penyakit Secara Terpadu (Pht) Pada Padi Sawah. *Makalah disampaikan pada Pelatihan Spesifik Lokalita Kabupaten 50 Kota Sumatera Barat*. 7–18. <http://atmanroja.wordpress.com>
- Saleh, A., Dibisono, M. Y., & Gea, S. U. (2020). Keragaman Gulma Pada Tanaman Kelapa Sawit (*Elaies Guineensis* Jacq.) Belum Menghasilkan Dan Sudah Menghasilkan Di Kebun Rambutan Pt. Perkebunan Nusantara III. *Jurnal Agro Estate*, 4(1). <https://doi.org/10.47199/jae.v4i1.131>
- Sari M. (2023). Karakterisasi Biologi Dan Efektivitas Proteksi Silang Strain Lemah Terhadap Super Infeksi Strain Ganas *Pepper yellow leaf curl virus (PepYLCV)* Pada Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) . 18–38.
- Sembiring, D. S. P. S., & Sebayang, N. S. (2019). Uji Efikasi Dua Herbisida Pada Pengendalian Gulma Di Lahan Sederhana. *Jurnal Pertanian*, 10(2), 61–70.

- Setiawan, A. N., Sarjiyah, S., & Rahmi, N. (2022). The Diversity and Dominance of Weeds in Various Population Proportions of Intercropping Soybeans With Corn. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 22(2), 177–185. <https://doi.org/10.25181/jppt.v22i2.2165>
- Silalahi, M. (2019). Ageratum Conyzoides L. (Pemanfaatan Sebagai Obat Dan Bioaktivitasnya). *Jurnal Dinamika Pendidikan*, 11(3), 197. <https://doi.org/10.33541/jdp.v11i3.891>
- Sinambela, B. R. (2024). Dampak Penggunaan Pestisida Dalam Kegiatan Pertanian Terhadap Lingkungan Hidup Dan Kesehatan. *AGROTEK: Jurnal Ilmiah Ilmu Pertanian*, 8(1), 76–85. <https://doi.org/10.33096/agrotek.v8i1.478>
- Sonya, I. P., Purba, E., & Rahmawati, N. (2019). Pengendalian Rumput Belulang (*Eleusine indica* L.) dengan Berbagai Herbisida pada Tanaman Karet Belum Menghasilkan di Kebun Rambutan PTPN 3. *Jurnal Agroekoteknologi FB USU*, 15(1), 165–175.
- Sopialena. (2023). *Pengelolaan terpadu organisme pengganggu tumbuhan*.
- Sumardiyono, C. (2018). Ketahanan Jamur terhadap Fungisida di Indonesia. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 14(1), 15.
- Sumayanti, H. I. (2023). Teknik Pengendalian Hama Dan Penyakit Tanaman Cabai Merah Di Kecamatan Walantaka Kota Serang Provinsi Banten. *Jurnal Ilmu Pertanian Tirtayasa*, 5(1), 339–346. <https://doi.org/10.33512/jipt.v5i1.18246>
- Sumekar, Y., Widayat, D., Umiyati, U., & ... (2022). Teknik Aplikasi Herbisida Dan Cara Pembuatan Pupuk Organik Yang Baik Dan Benar Untuk Meningkatkan Produktivitas Pertanian. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2), 125–133. <https://doi.org/10.31949/jb.v3i2.2270>
- Supartha, i W., Kesumadewi, I., Susila, i W., Sarjana, dewa gede raka, & Suniti, ni W. (2018). Teknologi Pengelolaan Terpadu Hama dan Penyakit Tanaman Bawang Merah Di Kabupaten Gianyar. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. (Issue Mi).
- Susetyo, H. P. (2018). Mengendalikan Gulma pada Komoditas Hortikultura. *Direktorat Jendral Hortikultura Kementrian Pertanian*, 12.
- Sutarman. (2017). Dasar-Dasar Ilmu Penyakit Tanaman. *Umsida Press*, 115. http://eprints.umsida.ac.id/4208/1/Buku_DASAR-DASAR

ILMU PENYAKIT TANAMAN.pdf

- Suwitnyo, H., Widaryanto, E., Jurusan, H., Pertanian, B., & Pertanian, F. (2017). Kompetisi Gulma Kremah (*Alternanthera Sessilis*) Dengan Tanaman Kubis Bunga (*Brassica Oleraceae* Var. *Botrytis* L.) Pada Berbagai Tingkat Pemupukan Nitrogen. *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(2), 316–325.
- Suyuti, H. (2019). Pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan melalui Budidaya Tanaman Untuk Pertanian Masa Depan. <https://Repository.Unmul.Ac.Id/Bitstream/Handle/123456789/26157/3.Sopialena-Book%20Chapter.Pdf?Sequence=1&isAllowed=y>, 5–10.
- Syafei, A. F. R. (2020). Sejarah kebudayaan Indonesia. In *Berkah Prima*.
- Tanasale, V. L. . dan, & Goo, N. (2023). Inventarisasi Potensi Gulma di Bawah Tegakan Tanaman Pala (*Myristica fragrans*) Belum Menghasilkan di Negeri Allang Kecamatan Leihitu Barat Kabupaten Maluku Tengah. *Agrologia: Jurnal Ilmu Budidaya Tanaman*, 12(1), 88–98. <http://dx.doi.org/10.30598/ajibtv11i2>
- Tjahjono, B. (2019). Ilmu penyakit tumbuhan dan teknik pengidentifikasiannya di lapangan. *Jurna Pertanian*, 1(3), 1–7. <http://www.albayan.ae>
- Tjirosemito, S. (2005). *Pengendalian Gulma*. Seminar Nasional Pengembangan Jarak Pagar . Bogor . 2005
- Ulfa, S. W. (2019). Efektivitas Bioherbisida Dari Limbah Cair Pulp Kakao Dalam Pengendalian Berbagai Jenis Gulma Di Kebun Masyarakat Kecamatan Deli Tua Kabupaten Deli Serdang. In *BIOLINK (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan)* (Vol. 5, Issue 2). <https://doi.org/10.31289/biolink.v5i2.2007>
- Umiyati, U., & Kurniadie, D. (2018). Pengendalian Gulma Umum Dengan Herbisida Campuran (Amonium Glufosinat 150 G/L Dan Metil Metsulfuron 5 G/L) Pada Tanaman Kelapa Sawit TBM. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 26(1), 29–35. <https://doi.org/10.22302/iopri.jur.jpks.v26i1.59>
- Wardana, R., Erdiansyah, I., & Putri, S. U. (2017). Presistensi Hama (Pemanfaatan Tanaman Refugia Sebagai Sistem Pengendali Hama Padi) Pada Kelompok Tani Suren Jaya 01, Kecamatan Ledokombo. 233–237.
- Widiyaastuti, D A dan Kurniawan, A. (2019). Agrisains Jurnal Budidaya Tanaman Perkebunan Politeknik Hasnur. *Jurnal Budidaya*

Tanaman Perkebubab Politeknik Hasnur, 4(1), 1–8.

- Widnyana, I. K. (2023). *Pengantar Ilmu Penyakit Tanaman*.
<https://lppm.unmas.ac.id/unmas-press>
- Wiyono, S. (2007). Perubahan Iklim, Pemicu Ledakan Hama dan Penyakit Tanaman. *Keanekaragaman Hayati Ditengah Perubahan Iklim: Tantangan Masa Depan Indonesia*, 1–10.
- Yayan Sumekar, Dedi Hidayat, Denny Kurniadie, U. U. (2021). *Pendekatan-bilogis-dalam-pengelolaan-gulma.pdf*. Unpad Pres.
- Yuliana, D. (2021). Efektivitas Pemanfaatan Ekstrak Daun Lamtoro (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) Sebagai Bioherbisida Dalam Mengendalikan Gulma Bayam Duri (*Amaranthus spinosus* L.). In *Digital Repository Universitas Jember* (Issue September 2019).

BAB 10

PANEN DAN PASCA PANEN

Oleh Baso Daeng

Tahapan panen dan pasca panen yang dilakukan secara baik akan memberikan banyak manfaat. Hal ini berhubungan dengan keterkaitan yang erat antara proses panen-pasca panen dalam proses budidaya berbagai komoditi pertanian. Panen yang dilakukan pada waktu yang tepat dipastikan akan menghasilkan tanaman dengan tingkat kematangan yang optimal. Begitupun dengan proses pasca panen seperti sortasi dan pembersihan, diharapkan dapat mengurangi jumlah hasil panen rusak yang siap dikonsumsi.

Pemahaman yang baik terkait proses panen dan pasca panen, dapat meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi kerugian petani, serta dapat menghasilkan produk yang berkualitas bagi konsumen. Penanganan yang baik selama panen dan pasca panen dapat mengurangi kerusakan fisik akibat pemetikan atau pemanenan yang kasar. Sembiring dan Sipayung (2019) melaporkan bahwa enataan pasca panen yang baik seperti pengeringan, penyimpanan, dan distribusi yang terorganisir akan menghemat biaya operasional.

Banyak terjadi penurunan hasil panen, baik secara kuantitas maupun kualitas, sebagai akibat kesalahan panen yang sebenarnya dapat dihindari. Menurut Saragih dan Ginting (2015), dengan menerapkan penataan proses panen dan pasca panen yang baik, petani dan pelaku agribisnis dapat memperoleh hasil yang lebih optimal, mengurangi kerugian, serta berkontribusi pada keberlanjutan sektor pertanian

10.1 Panen

Panen merupakan salah satu tahapan terpenting dalam siklus pertanian yang menandai akhir dari proses budidaya tanaman dan awal dari distribusi hasil pertanian kepada konsumen. Tahap ini

memiliki peran krusial dalam menentukan kualitas, kuantitas, serta efisiensi hasil produksi pertanian.

Panen tidak hanya sekadar memetik hasil tanaman, tetapi juga mencakup berbagai teknik dan metode untuk memastikan kualitas produk tetap terjaga serta mengurangi kehilangan hasil (*post-harvest losses*). Oleh karena itu, pemahaman yang baik mengenai panen, teknik yang digunakan, serta tantangan yang dihadapi sangat penting untuk mendukung keberlanjutan sektor pertanian. Kobarsih dan Siswanto (2015) menyatakan bahwa pemanenan merupakan proses pemungutan hasil tanaman yang telah mencapai tingkat kematangan yang sesuai untuk konsumsi, penyimpanan, atau penjualan. Hariyadi *et al.* (2022) menambahkan bahwa panen adalah tahap akhir dari proses budidaya tanaman yang bertujuan mengumpulkan hasil tanaman pada tingkat kematangan optimal. Waktu dan metode panen sangat menentukan kualitas hasil, sehingga pemanenan harus dilakukan dengan teknik yang tepat agar menghindari kerusakan dan kehilangan hasil

Kriteria panen dapat dikatakan berbeda berdasarkan jenis komoditi yang akan dipanen. Komoditi biji-bijian seperti padi, jagung, gandum, kedelai, kacang tanah dan beberapa tanaman biji-bijian yang lain. Komoditi lainnya adalah tanaman ubi-ubian seperti ubikayu, ubijalar, kentang, dan lain-lainnya yang dipanen berupa umbi segar dari dalam tanah. Selanjutnya adalah komoditi tanaman sayur-sayuran yang dipanen dalam bentuk segar dari bagian tanaman diatas tanah, misalnya sawi, bayam, kubis, brokoli, dan berbagai tanaman sayuran yang lain.

Penentuan saat panen sering mengalami kesulitan bila masaknya biji tidak serempak dan panen dilakukan sekaligus dengan menggunakan mesin (Hodges *et al.*, 2011). Hal ini sering terjadi pada tanaman kacang-kacangan yang mempunyai sifat pertumbuhan "*indeterminate*". Penentuan saat panen pada tanaman seperti ini ditentukan pada saat kapan sebagian besar biji-biji yang ada udah masak.

Panen yang terlambat akan menyebabkan biji rontok di lapang, sebaliknya panen yang terlalu awal akan memperoleh berat kering biji yang belum maksimal. Pada tanaman kacang-kacangan saat panen yang tepat dapat dilihat bila batang dan polong

berwarna hitam dan kering dan semua daun-daunnya sudah menguning dan mati.

Hariyadi *et al.* (2022) menyatakan bahwa pemanenan pada tanaman ubi-ubian, seperti ubikayu dan ubijalar, penentuan saat panen yang tepat tidak dapat dilihat berdasarkan keadaan tanaman di atas tanah. Saat panen yang tepat terjadi pada saat kadar pati umbi mencapai maksimum. Lewat dari saat ini perkembangan umbi masih terjadi karena bagian tanaman di atas tanah masih aktif berfotosintesis, namun kadar pati menurun yang diikuti oleh naiknya berat umbi segar dan kadar serat meningkat sehingga kualitas umbi menurun.

Penentuan waktu panen yang tepat sangat penting untuk memastikan kualitas dan kuantitas hasil. Waktu panen produk pertanian dapat ditentukan dengan berbagai cara, antara lain :

1. Visual/penampakan, dengan melihat warna kulit, ukuran, masih adanya sisa tangkai putik, perubahan bagian tanaman (adanya dedaunan tua di bagian luar yang kering dan penuhnya buah).
2. Fisik: mudahnya buah terlepas dari tangkai/adanya tanda merekah, ketegaran dan berat jenis.
3. Kimia dengan melakukan pengukuran/analisis kandungan zat atau senyawa yang ada dalam komoditas, seperti kadar air, kadar pigmen antosianin, kadar pektin, kadar gula, kadar asam, dan lain-lain.
4. Perhitungan jumlah hari setelah bunga mekar dalam hubungannya dengan tanggal berbunga dan unit panas.
5. Metoda fisiologis dengan pengukuran pola respirasi (perbandingan antara CO₂ dan O₂).

Beberapa faktor yang mempengaruhi waktu panen antara lain jenis tanaman, kondisi iklim, dan tujuan penggunaan produk. Aisy (2024) menyatakan bahwa setiap tanaman memiliki periode pertumbuhan dan kematangan yang berbeda. Misalnya, varietas padi tertentu memiliki waktu panen antara 90 hingga 150 hari setelah tanam, tergantung pada jenisnya. Menurut Surya (2024), Kondisi cuaca, seperti curah hujan dan suhu, mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan waktu panen. Musim tanam yang tepat

akan berdampak pada kualitas hasil panen. Anon (2024) menambahkan bahwa tanda-tanda fisik seperti perubahan warna, ukuran, dan tekstur buah atau biji menunjukkan tingkat kematangan dan kesiapan untuk dipanen.

Menurut Suryana (2020), beberapa metode yang digunakan untuk menentukan waktu panen yang tepat meliputi :

1. Pengamatan Visual : Melihat perubahan warna kulit, ukuran, dan kondisi fisik lainnya untuk menilai kematangan. Misalnya, pada padi, 90-95% malai yang menguning menandakan siap panen.
2. Pengukuran Kadar Air : Mengukur kadar air dalam biji atau buah untuk memastikan tingkat kematangan yang optimal. Pada padi, kadar air gabah yang ideal untuk panen adalah 22-26%.
3. Perhitungan Umur Tanaman : Menentukan waktu panen berdasarkan umur tanaman sejak tanam atau berbunga. Sebagai contoh, padi biasanya dipanen 30-35 hari setelah berbunga merata atau 135-145 hari setelah tanam



Gambar 10.1. Kegiatan Panen Manual
(Sumber : antaranews.com)

Metode panen dapat dilakukan secara manual atau mekanis, tergantung pada jenis tanaman dan skala produksi. Selain itu, prakiraan hasil panen dilakukan untuk memperkirakan jumlah

produksi yang akan diperoleh. Metode manual melibatkan pengumpulan hasil tanaman secara langsung dengan tangan atau menggunakan alat sederhana seperti sabit atau gunting.

Pemanenan manual cocok dipraktekkan untuk tanaman-tanaman yang mudah rusak, serta cocok juga dipraktekkan pada lahan dengan akses terbatas. Beberapa jenis komoditi buah-buahan, sayuran, dan bunga yang memerlukan penanganan hati-hati untuk mencegah kerusakan. Lahan dengan akses terbatas dimaksudkan dengan areal yang sulit dijangkau oleh mesin atau memiliki topografi yang tidak rata.

Pemanenan secara mekanis yaitu penggunaan mesin panen meningkatkan efisiensi dan kecepatan panen. Metode ini biasanya diterapkan pada jenis tanaman sereal seperti padi, gandum, dan jagung, yang ditanam dalam skala besar. Selain itu, pemanenan secara mekanis kebanyakan dipraktekkan pada lahan yang luas, dimana penggunaan tenaga manusia tidak efisien.



Gambar 10.2. Pemanenan Secara Mekanis
(Sumber : antaranews.com)

Selain pemanenan secara manual dan mekanis, terdapat metode pemanenan lainnya yang penerapannya disesuaikan dengan kebutuhan. Menurut Elfianis (2023), pemanenan selektif dilakukan pada tanaman yang menghasilkan hasil panen dalam periode yang berbeda, seperti berbagai jenis sayuran, pemanenan selektif dilakukan dengan memilih hanya bagian tanaman yang siap dipanen. Pemanenan dengan pengupasan dilakukan pada beberapa

buah atau biji seperti kacang tanah atau kopi memerlukan pengupasan dari lapisan luar yang tidak dapat dimakan. Pemanenan dengan penyiangan dilakukan untuk jenis tanaman padi atau gandum.

Pemanenan berkala adalah metode yang melibatkan pemetikan hasil tanaman dalam interval waktu yang teratur, bukan sekaligus pada satu waktu. Teknik ini diterapkan pada tanaman hortikultura seperti sayuran, buah-buahan, dan bunga, yang memerlukan perhatian khusus agar dapat menghasilkan produk berkualitas (Hariyadi *et al.* 2022). Selanjutnya ditambahkan bahwa sistem rotasi pemanenan adalah metode yang dirancang untuk mengoptimalkan hasil panen dan menjaga kelestarian lahan pertanian. Dalam praktiknya, sistem ini melibatkan perencanaan matang terkait jadwal panen, jenis tanaman, dan teknik budidaya yang digunakan.

Tahapan panen melibatkan beberapa tahapan yang harus diikuti dengan hati-hati untuk memastikan hasil pertanian yang optimal. Tahapan panen dapat bervariasi tergantung pada jenis tanaman, lingkungan, dan skala produksi. Menurut Elfianis (2023), tahapan-tahapan yang umum dilakukan proses panen, diantaranya :

1. Penentuan Waktu Panen

Tahapan awal adalah penentuan waktu yang tepat untuk panen. Ini melibatkan pengamatan tanda-tanda kematangan pada tanaman, seperti perubahan warna, ukuran, dan tekstur. Keputusan ini penting untuk memastikan hasil panen berkualitas.

2. Persiapan Alat dan Peralatan

Sebelum memulai panen, petani perlu mempersiapkan alat dan peralatan yang diperlukan, tergantung pada jenis tanaman yang akan dipanen. Ini termasuk pisau, gunting, keranjang, atau peralatan mekanis seperti mesin panen.

3. Pemilihan Metode Panen

Pilihan metode panen tergantung pada jenis tanaman dan skala produksi. Beberapa tanaman mungkin memerlukan pemotongan, penyiangan, atau pencabutan, sementara yang lain mungkin memerlukan proses pemisahan atau penyaringan.

4. Proses Panen

Proses panen melibatkan tindakan pengambilan hasil pertanian dari tanaman atau tempat tumbuhnya. Ini bisa dilakukan secara manual dengan tangan atau menggunakan alat bantu seperti pisau atau gunting. Pada skala besar, mesin panen digunakan.

5. Pengumpulan Hasil

Hasil panen dikumpulkan dalam keranjang, wadah, atau kontainer lainnya. Hasil ini harus dijaga agar tidak rusak atau terkontaminasi selama pengumpulan.

6. Pemisahan dan Sortasi

Setelah dikumpulkan, hasil pertanian bisa saja perlu di-pemisah dan disortasi. Ini bisa berarti memisahkan bagian yang tidak dapat dimakan atau mengelompokkan hasil berdasarkan ukuran atau kualitas.

7. Pengolahan Pascapanen

Pada tahap ini, beberapa tanaman mungkin memerlukan pengolahan lebih lanjut seperti pembersihan, pemotongan, atau pengemasan sebelum dijual atau dikonsumsi.

8. Penyimpanan dan Distribusi

Hasil panen yang telah diproses perlu disimpan dengan benar untuk menjaga kualitasnya. Penyimpanan yang baik membantu menghindari kerugian hasil pertanian. Hasil panen juga bisa didistribusikan ke pasar, pengepul, atau pabrik pengolahan.

9. Pemanfaatan dan Konsumsi

Hasil panen akhirnya digunakan untuk tujuan konsumsi manusia atau pemanfaatan lainnya, seperti bahan baku industri.

Teknologi dan inovasi telah membawa perubahan besar dalam sektor pertanian, meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi kehilangan hasil, serta mendukung keberlanjutan lingkungan. Teknologi dan inovasi dalam pertanian modern menawarkan solusi untuk meningkatkan efisiensi panen dan mengurangi kehilangan hasil. Namun, keberlanjutan pertanian juga harus didukung oleh kebijakan yang berpihak pada petani serta sistem distribusi yang adil.

10.2 Pasca Panen

Setelah panen, penanganan pasca panen menjadi krusial untuk mempertahankan kualitas produk dan mengurangi kehilangan hasil. Tahapan pasca panen meliputi pembersihan, sortasi, penyimpanan, dan pengemasan. Menurut Sheahan and Barret (2017), penanganan yang tepat selama tahap ini dapat memperpanjang umur simpan produk dan menjaga nilai gizinya. Faktor-faktor prapanen, seperti kondisi iklim dan teknik budidaya, juga mempengaruhi mutu dan fisiologi hasil pasca panen.

Pascapanen hasil pertanian adalah semua kegiatan yang dilakukan sejak proses pemanenan produk pertanian hingga produk sampai ke tangan konsumen. Pemanenan merupakan aktivitas akhir dari budi daya tanaman, tapi merupakan awal dari pekerjaan pascapanen (pascapanen primer). Saat panen perlu ditentukan dengan tepat untuk memperoleh bahan baku dengan tingkat kematangan yang optimal. Mutu hasil pertanian yang baik dapat diperoleh bila pemanenan dilakukan pada tingkat maturitas yang tepat.

Penanganan pasca panen merupakan serangkaian proses yang dilakukan setelah tanaman dipanen, bertujuan untuk mempertahankan kualitas, kuantitas, dan nilai gizi produk pertanian hingga mencapai konsumen. Tahapan pascapanen sangat penting dalam memastikan bahwa hasil panen tetap berkualitas, berkelanjutan, dan tidak mengalami kerugian yang tidak perlu. Pascapanen memiliki peran yang signifikan dalam menjaga kualitas hasil pertanian dan mencegah kerugian yang dapat terjadi setelah panen. Menurut Elfianis (2023), beberapa aspek yang terkait dengan tahapan pascapanen:

1. Pembersihan dan Pemisahan

Setelah panen, hasil pertanian mungkin memerlukan pembersihan untuk menghilangkan kotoran, daun kering, atau bagian yang tidak dapat dimakan. Hasil juga bisa dipisahkan berdasarkan ukuran, kualitas, atau tingkat kematangan.

2. Pengolahan Awal

Beberapa hasil pertanian perlu mengalami pengolahan awal segera setelah panen. Ini mungkin melibatkan pemotongan,

- pembersihan lanjutan, atau pengupasan untuk mempersiapkan hasil pertanian menjadi bentuk yang lebih siap konsumsi.
3. Pengemasan
Hasil panen yang telah diproses perlu dikemas dengan benar untuk melindungi dari kerusakan fisik dan kontaminasi. Pengemasan yang tepat juga membantu mempertahankan kualitas hasil dan memperpanjang umur simpannya.
 4. Penyimpanan
Hasil pertanian yang telah diproses perlu disimpan dalam kondisi yang sesuai agar tetap segar dan berkualitas. Penyimpanan dapat dilakukan di gudang, kulkas, atau ruang yang terkendali suhu dan kelembaban.
 5. Pengolahan Lanjutan
Beberapa hasil pertanian memerlukan pengolahan lanjutan seperti pengeringan, penggilingan, atau fermentasi sebelum dapat dikonsumsi atau dijual. Ini membantu meningkatkan nilai tambah produk.
 6. Pengawetan
Penggunaan metode pengawetan seperti pengeringan, pengalengan, atau pembekuan dapat membantu mempertahankan kualitas hasil pertanian dalam jangka waktu yang lebih lama.
 7. Distribusi
Hasil pertanian yang telah diproses dan dikemas perlu didistribusikan ke pasar, supermarket, atau tempat penjualan lainnya. Distribusi yang efisien penting untuk menjaga suplai makanan yang stabil.
 8. Pengurangan Limbah Makanan
Pascapanen juga melibatkan upaya untuk mengurangi limbah makanan dengan memanfaatkan sisa-sisa hasil pertanian yang tidak layak dijual atau dikonsumsi menjadi produk lain seperti kompos atau pakan ternak.
 9. Pengolahan Nilai Tambah
Pada tahap pascapanen, ada peluang untuk mengubah hasil pertanian menjadi produk dengan nilai tambah lebih tinggi, seperti produk olahan atau makanan siap saji.

10. Manajemen Rantai Dingin

Pascapanen juga terkait dengan manajemen rantai dingin, yaitu memastikan bahwa hasil pertanian yang mudah rusak seperti buah-buahan dan sayuran tetap dalam suhu yang tepat selama proses distribusi.

Penanganan pasca panen yang baik akan memberikan dampak positif terhadap nilai jual produk di pasaran. Penanganan ini akan memberikan jaminan kualitas yang sesuai standar komoditas tersebut. Kualitas yang baik akan terlihat dari kondisi produk tersebut, misalnya dalam hal kesegaran produk tersebut juga jaminan keamanan dalam hal konsumsi (Elfianis, 2023).



Gambar 10.3. Kegiatan Sortir Hasil Panen
(Sumber : istockphoto.com)

Panen dan manajemen pasca panen memainkan peran penting dalam rantai nilai pertanian. Teknik yang tepat membantu menjaga kualitas produk, mengurangi kerugian, dan meningkatkan pengembalian ekonomi bagi petani. Berinvestasi dalam infrastruktur dan teknologi pasca panen yang lebih baik dapat secara signifikan meningkatkan keberlanjutan dan keamanan pangan di seluruh dunia (Gustavsson *et al.*, 2011). Darwis (2018) menyatakan bahwa secara umum, tanaman yang dirawat dengan lebih intensif cenderung lebih mudah untuk dipanen. Perawatan yang baik selama masa pertumbuhan akan menghasilkan tanaman yang lebih sehat, seragam, dan siap panen dengan kondisi optimal.

Namun, perawatan yang terlalu berlebihan juga bisa meningkatkan biaya produksi, sehingga perlu disesuaikan dengan kebutuhan spesifik tanaman dan tujuan pertanian.

Penanganan yang tepat dapat mengurangi kehilangan hasil, mempertahankan kualitas produk, dan meningkatkan pendapatan petani. Sebaliknya, penanganan yang kurang tepat dapat menyebabkan kerugian yang signifikan. Hasil penelitian Molenaar (2020) menunjukkan bahwa tingkat kehilangan hasil pada panen dan pasca panen produk-produk pertanian secara nasional masih tinggi, yaitu di atas 20%. Kerugian ini berdampak langsung pada pendapatan petani, menurunkan kesejahteraan mereka, dan mengancam ketahanan pangan nasional. Patiung (2015) menyatakan bahwa untuk meminimalisir terjadinya salah kelola tahapan panen maupun pasca panen, petani perlu diperkuat dengan penerapan inovasi dan teknologi tepat guna, penyuluhan dan pendampingan, serta peningkatan infrastruktur pertanian.

Manajemen pascapanen yang baik juga dapat meningkatkan efisiensi pemasaran, yang pada gilirannya meningkatkan profitabilitas petani (Tambing *et al.*, 2020). Produk dengan kualitas tinggi memiliki nilai jual yang lebih baik, sehingga meningkatkan pendapatan petani. Dengan demikian, penerapan manajemen panen dan pascapanen yang tepat sangat penting untuk meningkatkan produktivitas, kualitas, dan kesejahteraan petani.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiputra, R. 2020. Evaluasi penanganan pasca panen yang baik pada jagung untuk mengurangi kerusakan biji. *Jurnal Agronomi Indonesia*, Vol. 48 (1) : 45-53
- Aisy A. 2024. Menentukan Waktu Terbaik Panen Padi untuk Hasil Maksimal. <http://bisnis.id>
- Anonimous. 2024. Info Teknologi : Tips Pemanenan yang Tepat. Pusat Perpustakaan dan Literasi Pertanian. Kementerian Pertanian Republik Indonesia
- Darwis, V. 2018. Potensi kehilangan hasil panen dan pasca panen jagung di Kabupaten Lampung Selatan. *Journal of Food System and Agribusiness*, Vol. 2 (1) :55-67
- Elfianis R. 2021. Cara Penanganan Pasca Panen yang Baik. <http://agrotek.id>
- Elfianis R. 2023. Pengertian Panen : Tahapan, Metode, Pasca Panen dan Inovasinya. <http://agrotek.id>
- Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., van Otterdijk, R., & Meybeck, A. 2011. Global food losses and food waste: Extent, causes and prevention. *FAO Report*
- Hariyadi, B. W. *et al.* 2022. Dasar-Dasar Agronomi. Penerbit Uwais Inspirasi Indonesia. Ponorogo
- Hodges, R.J., Buzby, J.C., Bennett, B. 2011. Postharvest losses and waste in developed and less developed countries: Opportunities to improve resource use. *Journal of Agricultural Science*, 149 (S1), 37-45
- Kobarsih dan Siswanto, M. 2015. Penanganan susut panen dan pasca panen padi kaitannya dengan anomali iklim di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta. *Planta Tropika: Journal of Agro Science*, Vol. 3 (2) : 100-106
- Lobell, D. B., *et al.* 2008. *Prioritizing Climate Change Adaptation Needs for Food Security in 2030*. *Science*, 319(5863), 607-610
- Molenaar R. 2020. Panen dan Pasca Panen Padi, Jagung, dan Kedelai. *Jurnal Eugenia*, vol. 26 (1) : 17-28
- Patiung M. 2015. Strategi Mengurangi Kerugian Pasca Panen Melalui Pengembangan Teknologi di Kabupaten Tuban. *Jurnal UKSW* vol. 15 (2) : 93-103

- Saragih, B., dan Ginting, E. 2015. Manajemen pemanenan dan penanganan pasca panen kelapa sawit untuk meningkatkan kualitas minyak. *Bul. Agrohorti*, vol. 3 (2) : 101-110
- Sembiring, H., dan Sipayung, R. 2019. Pengelolaan panen dan pascapanen kopi Arabika di Kabupaten Simalungun. *Bul. Agrohorti*, vol. 7 (3) : 343-350
- Sheahan, M., and Barrett, C.B. 2017. Review: Food loss and waste in Sub-Saharan Africa. *Food Policy*, 70, 1-12
- Surya T. 2024. Mengetahui Waktu Panen Padi yang Tepat. <http://tambahpinter.com>
- Suryana. 2020. Panen Tanaman Padi Tepat Waktu dan Penanganan Pasca Panen. <http://cybex.id>
- Tambling E., Busaeri S. R., Saida. 2020. Sistem Penanganan Pascapanen dan Efisiensi Pemasaran Usahatani Kentang (*Solanum tuberosum* L.) di Kelurahan Pattapang Kecamatan Tinggimoncong Kabupaten Gowa. *Jurnal Wiratani* vol. 3 (1) : 94-110
- Wolfert, S., et al. (2017). *Big Data in Smart Farming—A Review*. *Agricultural Systems*, 153, 69-80

BAB 11

PANGAN DAN KEBUTUHAN MANUSIA

Oleh Asrul Sipahutar

11.1 Pendahuluan

Pangan merupakan salah satu yang tidak bisa di lepaskan dari kebutuhan manusia karena merupakan faktor kelangsungan hidup seperti pertumbuhan dan perkembangan manusia. Pangan merupakan kebutuhan pokok manusia yang tidak dapat ditinggalkan dalam kehidupan sehari-hari. Pengertian tentang pangan sebagaimana diatur dalam Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan adalah segala sesuatu yang berasal dari produk pertanian, perkebunan, kehutanan, perikanan, peternakan, perairan baik yang diolah maupun tidak diolah yang diperuntukkan sebagai makanan atau minuman bagi konsumsi manusia, termasuk bahan tambahan pangan, bahan baku pangan dan bahan lainnya yang digunakan dalam proses penyiapan, pengolahan, dan/atau pembuatan makanan atau minuman.

Kebutuhan manusia merupakan kebutuhan yang mendasar yang wajib terpenuhi oleh setiap manusia seperti kebutuhan *primer* sedangkan keinginan lebih cenderung kepada kebutuhan *sekunder* dan *tersier*. Menurut Rochmawan (2008:4) Kebutuhan manusia banyak dan beraneka ragam, bahkan tidak hanya beraneka ragam tetapi bertambah terus tidak ada habisnya sejalan dengan perkembangan peradaban dan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Satu kebutuhan telah Anda penuhi, tentu akan datang lagi kebutuhan yang lainnya. Kebutuhan manusia terhadap barang dan jasa yang harus dipenuhi, dan jika tidak dipenuhi akan berpengaruh terhadap keberlangsungan hidupnya atau bisa menimbulkan dampak negatif contohnya minum obat bagi orang yang sakit, makan nasi bagi orang yang lapar. Hal ini disebut sebagai kebutuhan karena apabila tidak dipenuhi maka bisa menimbulkan dampak negatif seperti sakitnya bertambah parah atau kondisi tubuh yang tidak nyaman akibat rasa lapar.

11.2 Faktor Pembatas Pangan

Pangan tidak semata-mata berkaitan dengan pemenuhan kebutuhan dasar manusia. Pada skala makro, pangan berkaitan dengan situasi nasional suatu negara. Menurut Adie (2010), suatu negara tidak mampu mewujudkan tujuan nasionalnya, dan selalu diwarnai dengan konflik sosial dikarenakan negara tersebut tidak memiliki ketahanan pangan nasional. Hasil penelitian FAO tahun 2000 membuktikan, bahwa suatu negara-bangsa dengan jumlah penduduk lebih dari 100 juta orang, tidak mungkin atau sulit untuk menjadi maju dan makmur, bila kebutuhan pangannya bergantung pada impor. Satu penyebab ambruknya bekas negara adidaya Uni Soviet ditengarai karena pemenuhan kebutuhan pangannya bergantung pada pasokan dari negara-negara NATO. Kejadian di Uni Soviet tersebut dapat terjadi di negara manapun, termasuk Indonesia apabila negara tidak mampu memenuhi kebutuhan pangan bagi warga negaranya.

11.2.1 Lahan Pertanian

Indonesia adalah salah satu negara agraris, berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) pertanian merupakan sektor lapangan pekerjaan masih mendominasi sebesar 27,33%, dibandingkan sektor perdagangan (18,81%) dan industri pengolahan (14,96%). Lahan Pertanian memiliki peran dan fungsi strategis bagi masyarakat yang bercorak agraris dimana sebagian besar masyarakatnya menggantungkan hidup pada sektor pertanian. Namun saat ini banyak terjadi alih fungsi lahan pertanian menjadi lahan non pertanian misalkan alih fungsi lahan pertanian menjadi lahan pemukiman atau bangunan seiring bertambahnya penduduk di setiap didaerah. Selain Pembangunan pemukiman terdapat pula pembangunan fasilitas-fasilitas publik lainnya guna memenuhi kebutuhan penduduk serta sebagai faktor pendukung perekonomian. Alih fungsi lahan pertanian menjadi lahan non pertanian hampir terjadi di setiap daerah (Nawangwulan, 2013). Lahan merupakan sumber daya alam yang bersifat langka karena jumlahnya tidak bertambah, tetapi kebutuhan terhadap lahan selalu meningkat.

11.2.2 Inflasi Pangan

Fluktuasi harga komoditas pangan terjadi secara cepat, Adanya ketidakseimbangan antara permintaan dan penawaran pangan memerlukan suatu kebijakan stabilisasi harga pangan. Bank Indonesia mengemukakan bahwa inflasi adalah kenaikan harga barang dan jasa secara umum, yang tinggi akan menjadi beban oleh banyak pihak. Ekonom aliran Keynesian berpendapat bahwa inflasi adalah suatu gejala moneter. Dalam kajian yang dipelopori Friedman dan dilanjutkan oleh berbagai kajian selanjutnya telah dapat menguji bahwa dalam jangka panjang terdapat keterkaitan yang erat antara inflasi dan jumlah uang yang beredar (Suseno, et al., 2009). Menurunnya daya beli suatu mata uang akan berdampak menurun kepada kemampuan daya beli masyarakat untuk kebutuhan sehari-hari. Selain itu laju inflasi yang tidak stabil juga menyulitkan perencanaan bagi dunia usaha, tidak mendorong masyarakat untuk menabung, dan berbagai dampak negatif lain yang tidak kondusif bagi perekonomian secara keseluruhan. Menurut Santoso (2011), perubahan harga pada komoditas bahan pangan merupakan penyumbang terbesar laju inflasi di Indonesia, dengan jumlah penduduk yang cukup besar, permintaan bahan pangan pun semakin meningkat namun terkadang penawaran bahan pangan belum cukup memenuhi permintaan yang ada. Hal tersebut dapat meningkatkan harga bahan pangan yang akhirnya mendorong laju inflasi.

Negatifnya pengaruh inflasi panganterhadap pengeluaran konsumsi pangan diIndonesia disebabkan semakin meningkatnya inflasi pangan menyebabkan tingkat konsumsi pangan di Indonesia akan turun, hal ini terjadi karena kenaikan inflasi pangan akan mendorong harga bahan pokok pangan juga akan naik. Hal ini sesuai dengan teori Keynes (dalam Brilint,2008:52) masyarakat ingin hidup di luar batas kemampuan perekonomiannya. Keadaan dimana permintaan masyarakat akan barang-barang selalu melebihi jumlah barang-barang yang tersedia sehingga timbul apa yang disebut dengan inflationary gap (celah inflasi). Selain itu Guritno (dalam Khairani,2008:82) menyatakan bahwa inflasi mempunyai hubungan yang kuat dengan konsumsi, Dimana jika harga barang dan jasa naik, dan terjadinya inflasi akan

menyebabkan turunnya nilai riil dari pendapatan sehingga melemahkan daya beli masyarakat, terutama dalam produksi dalam negeri, sehingga berdampak turunnya daya beli masyarakat.

11.2.3 Jumlah Penduduk

Jumlah penduduk adalah salah satu indikator penting dalam suatu Negara. Para ahli ekonomi klasik yang di pelopori Adam Smith bahkan menganggap bahwa jumlah penduduk merupakan input yang potensial yang dapat digunakan sebagai faktor produksi untuk meningkatkan produksi suatu rumah tangga perusahaan. Semakin banyak penduduk maka semakin banyak pula tenaga kerja yang dapat digunakan. Namun ahli ekonomi lain yaitu Robert Malthus menanggapi bahwa pada kondisi awal jumlah penduduk memang dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi namun pada suatu keadaan optimum pertambahan penduduk tidak akan menaikkan pertumbuhan ekonomi malahan dapat menurunkannya.

Positifnya pengaruh jumlah penduduk terhadap pengeluaran konsumsi pangan di Indonesia disebabkan karena semakin meningkat jumlah penduduk maka pengeluaran atas konsumsi pangan juga meningkat. Menurut Thomas Robert Malthus (dalam Todaro, 2003:307) bahwa penduduk cenderung meningkat secara deret ukur sedangkan penyediaan kebutuhan hidup riil dapat meningkat secara deret hitung. Artinya Pertumbuhan penduduk jauh lebih cepat dari pertumbuhan penyediaan kebutuhan hidup riil. Hal ini kemudian menciptakan suatu kegoncangan dan kepincangan antara jumlah penduduk dan kemampuan untuk menyediakan kebutuhan hidup seperti bahan pangan. kecenderungan umum penduduk suatu negara untuk tumbuh menurut deret ukur yaitu dua-kali lipat setiap 30-40 tahun. Sementara itu pada saat yang sama, karena hasil yang menurun dari faktor produksi tanah, persediaan pangan hanya tumbuh menurut deret hitung. Oleh karena pertumbuhan persediaan pangan tidak bisa mengimbangi pertumbuhan penduduk yang sangat cepat dan tinggi, maka pendapatan perkapita (dalam masyarakat tani didefinisikan sebagai produksi pangan perkapita) akan cenderung turun menjadi sangat rendah, yang

menyebabkan jumlah penduduk tidak pernah stabil, atau hanya sedikit diatas tingkat subsiten. Menurut (Mudrajad Kuncoro,1997), jumlah penduduk dalam pembangunan ekonomi suatu daerah merupakan permasalahan mendasar. Karena pertumbuhan penduduk yang tidak terkendali dapat mengakibatkan tidak tercapainya tujuan pembangunan ekonomi yaitu kesejahteraan rakyat serta menekan angka kemiskinan. Penduduk (pertumbuhan penduduk yang pesat) dapat menghantarkan dan mendorong pengurasan sumberdaya, kekurangan tabungan, kerusakan lingkungan, kehancuran ekologis, yang kemudian dapat memunculkan masalah-masalah sosial, seperti kemiskinan, keterbelakangan dan kelaparan.

11.2.4 Pendapatan Nasional

Pendapatan nasional merupakan ukuran keberhasilan pencapaian perekonomian suatu negara. Dimana dalam hal ini diukur dengan tingginya pendapatan suatu negara maka akan terlihat dari tingkat kemakmuran dan kesejahteraan rakyatnya. Tingkat pertumbuhan ekonomi negara juga dapat dilihat dari jumlah pendapatan nasionalnya. Serta adanya usaha-usaha pembangunan ekonomi yang dilakukan oleh setiap negara dilakukan untuk meningkatkan dan menstabilkan pendapatan nasional. Negatifnya pengaruh pendapatan nasional terhadap pengeluaran konsumsi pangan di Indonesia disebabkan karena meningkatnya pendapatan tidak membuat masyarakat Indonesia mengkonsumsi pangan secara berlebihan, karna masih banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang lainnya yang dapat digunakan oleh Masyarakat untuk memenuhi kebutuhan lainnya. Dalam teorinya Duessenberry (dalam Khairani, 2009:33) mengemukakan bahwa persentase dari konsumsi dan pendapatan akan cenderung kecil pada saat perekonomian baik, dan cenderung tinggi pada saat ekonomi buruk. Ketika terjadi perubahan pada penghasilan, maka konsumsi tidak langsung meningkat, karena terjadi pengaruh konsumsi periode yang lalu yang lebihkecil. Dan sebaliknya, ketika pendapatan turun, maka konsumsi tidak akan turun secara tajam karena terbiasa dengan hidup senang.

Sektor pertanian merupakan salah satu sektor yang menjadi pusat perhatian dalam pembangunan nasional, khususnya yang berhubungan dengan pengelolaan dan pemanfaatan hasil strategis terutama yang menyangkut komoditas pangan. Pengelolaan dan pemanfaatan hasil-hasil produk pertanian ini diharapkan dapat dilakukan secara lebih terencana dengan pemanfaatan yang optimum serta dapat dinikmati oleh seluruh penduduk Indonesia. (Isbah et al., 2016). Apalagi kita ketahui bahwa penduduk Indonesia sebagian besar adalah petani. Dimana dalam hal ini dapat diketahui juga bahwa sektor pertanian merupakan salah satu penyumbang terbesar dalam pendapatan Negara. Berdasarkan Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian 2022, diketahui bahwa dari tahun 2018 sampai 2021, lapangan usaha pertanian secara luas (termasuk kehutanan dan perikanan) menduduki peringkat kedua setelah sektor industri pengolahan dengan rata-rata kontribusi sebesar 13,22% terhadap PDB Indonesia. Berdasarkan penjelasan tersebut diketahui bahwa sektor pertanian memiliki andil terhadap laju pertumbuhan pendapatan negara.

Adapun beberapa hal yang dapat mempengaruhi pendapatan nasional. Seperti dalam Modul Ekonomi Kementrian Pendidikan tahun 2019 dijelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi Pendapatan Nasional antara lain: a. Keseluruhan Permintaan dan Penawaran (Aggregate Demand and Supply) Keseluruhan Permintaan (Aggregate Demand) adalah keseluruhan permintaan masyarakat terhadap barang maupun jasa pada tingkat harga tertentu. Sedangkan Keseluruhan Penawaran (Aggregate Supply) adalah keseluruhan penawaran barang maupun jasa yang ditawarkan oleh produsen pada tingkat harga tertentu. Kedua hal tersebut dapat meningkatkan pendapatan nasional. b. Investasi Investasi mempunyai dampak besar terhadap pertambahan pendapatan nasional. Peningkatan investasi dalam negeri akan meningkatkan produksi nasional. Kondisi ini mempengaruhi tingkat pendapatan nasional selama periode tertentu. c. Konsumsi dan tabungan Konsumsi adalah bagian pendapatan masyarakat yang digunakan untuk membeli barang dan jasa sebagai pemenuhan kebutuhan hidup manusia. Tabungan merupakan pendapatan masyarakat yang tidak dibelanjakan untuk

kebutuhan konsumsi. Naiknya konsumsi dan tabungan masyarakat dapat meningkatkan pendapatan nasional.

11.3 Antisipasi Pangan, Strategi, Dan Kebijakan Ke Depan

Indonesia mempunyai keanekaragaman ekosistem yang merupakan tantangan sekaligus potensi. Program-program umumnya dan pembangunan pertanian khususnya harus diarahkan untuk mempertahankan potensi sumberdaya pertanian tanah dan air, dan untuk mengubah tantangan menjadi peluang dengan menetapkan kawasan pengembangan komoditas unggulan sesuai dengan kesesuaian agroekosistem. Sebab itu, program-program pembangunan ekonomi dan pertanian yang berorientasi ke suatu rezim pemerintahan harus tidak lagi diutamakan. Artinya, harus ada kesinambungan antara rezim satu ke yang lainnya. Keterpaduan pengelolaan sumberdaya alam umumnya dan sumberdaya pertanian khususnya adalah syarat mutlak agar seluruh kegiatan pembangunan berlangsung secara harmonis dan sinergis. Untuk mengantisipasi pangan, staretegi dan kebijakan dapat kita lakukan seperti:

1. Ketahanan pangan yang berkelanjutan adalah wujud nyata dari kemandirian pangan; upaya untuk mewujudkan kemandirian pangan adalah proses jangka panjang. Peluang untuk mencapai kemandirian pangan cukup besar, karena sumberdaya alam yang berupa lahan sawah tadah hujan, lahan rawa lebak, lahan pasang-surut dan lahan kering masih cukup luas kalau kegunaannya ditata secara proporsional dan dikelola dengan baik dan mempertimbangkan kemandirian pangan.
2. Iklim muson dengan pola dan intensitas curah hujan yang sulit diprediksi adalah faktor penghambat dari keberhasilan program intensifikasi pertanian secara berkelanjutan; topografi yang berbukit dan bergunung dengan jenis tanah yang peka erosi rawan terhadap ancaman bahaya longsor dan degradasi kesuburan tanah kalau dikelola tanpa perhatian terhadap konservasi tanah dan air. Masalah dan kendala dapat diubah menjadi peluang melalui pewilayahan

komoditas. *Integrated natural resource management* adalah implikasi dari pendekatan ekoregional dalam pembangunan pertanian. Pewilayahan komoditas supaya dimasukkan ke dalam program adaptasi untuk mengantisipasi perubahan iklim global.

3. Kenaikan jumlah penduduk dan alih fungsi lahan pertanian produktif menyebabkan ketidakseimbangan antara *supply* dan *demand* dan ketergantungan terhadap pangan impor akan semakin besar. Maka, *family planning* perlu digalakkan lagi; dan alih fungsi lahan harus diatasi antara lain melalui *reformasi agraria*, agar ada proporsi yang ideal antara lahan untuk tanaman pangan dan lahan untuk sektor/sub-sektor lain, terutama sub-sektor perkebunan.
4. UU Pangan mengisyaratkan terbentuknya Badan Ketahanan Nasional yang nondepartemental; Badan baru ini supaya merumuskan politik pertanian yang komprehensif.
5. Ketahanan pangan dan kemandirian pangan adalah tanggung jawab lintas kementerian karena tidak hanya menyangkut teknologi pertanian, tetapi juga kependudukan dan pengelolaan sumberdaya alam dan penataan tataguna lahan pertanian, perkebunan, dan kehutan yang proporsional.
6. Paham *ekosentris* dan *antroposentris* dalam pembangunan pertanian tidak dapat bergerak secara terpisah karena masing-masing mempunyai keunggulan dan kekurangannya; paham *eko-antroposentris* adalah jalan tengahnya; teknologi PTT pada padi adalah wujud dari implementasi paham eko-antroposentris.
7. Karena teknologi PTT adalah implikasi dari pendekatan *eko-antroposentris* dan teknologi SRI di Indonesia telah jauh menyimpang dari teknologi SRI di Madagaskar, maka teknologi SRI seyogyanya dilebur dengan teknologi PTT; petani dibebaskan untuk memilih teknologi mana yang lebih menguntungkan, tetapi tetap pada koridor P2BN.

11.4 Kebutuhan Manusia

Manusia pada dasarnya adalah makhluk sosial. Dalam kehidupan tradisional, kecenderungan manusia hidup secara sosial terlihat dari aktivitas kesehariannya yang membutuhkan interaksi dengan manusia lainnya seperti dalam pemenuhan kebutuhan dasar. Mereka berusaha mencari koneksitas dengan manusia lainnya dalam pencarian kebutuhan tersebut walaupun mereka berbeda lingkungan dan tidak saling mengenal, proses tersebutlah yang kemudian membentuk komunitas-komunitas yang merupakan kelompok sosial dari beberapa organisme yang berbagi lingkungan yang umumnya memiliki ketertarikan yang sama. Kebutuhan-kebutuhan tersebut yang mendorong manusia memanfaatkan perkembangan yang ada beserta potensi-potensinya dengan melibatkan berbagai penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi, tidak hanya berdasar fungsi fisik semata akan tetapi hingga ranah psikologis manusia. Perkembangan teknologi informasi seperti internet kemudian menjadikan kebutuhan-kebutuhan manusia seperti kebutuhan sosial semakin mudah didapatkan

Perkembangan teknologi terutama Internet memberikan dampak yang besar terhadap budaya masyarakat dalam beraktivitas, pertumbuhan media ini memberikan pengaruh terhadap budaya masyarakat dalam berinteraksi dan berkomunikasi. Dengan berbagai perkembangan media internet seperti *social media*, *blog*, *microblog*, *web-communities*, *portal* dan sebagainya, masyarakat dapat dengan mudah berinteraksi secara *online* atau langsung pada saat yang sama tanpa ada batasan geografis, ruang maupun waktu, mereka dapat berbagi apapun secara “*real-time*”, terlebih dengan perkembangan *gadget* yang makin memudahkan masyarakat untuk saling terkoneksi. Interaksi antar individu di dunia maya dapat dikatakan sebagai proses merepresentasikan diri melalui medium media digital internet, bukan presentasi fisik. Kemudahan koneksi yang terus berkembang merubah budaya beraktivitas sosial seperti kemudahan dalam berbagi terhadap berbagai permasalahan yang ada disekitar mereka dan membuka peran aktif anggotanya untuk membangun solusi atau sebuah tujuan bersama.

11.4.1 Kesejahteraan Sosial dan HAM

1. Pangan sebagai Unsur Kesejahteraan Sosial

Pangan dan kesejahteraan sosial merupakan dua konsep yang tidak dapat dipisahkan. Mengetahui keterhubungan antara keduanya, dapat dicermati dari pengertian kesejahteraan sosial. Menurut Adi (2005), kesejahteraan sosial dapat didefinisikan atau diberikan pengertian sebagai kondisi, sebagai kegiatan, sebagai ilmu, dan sebagai bagian dari pembangunan. Pada artikel ini hanya dikemukakan definisi dan pengertian kesejahteraan sosial. Kemudian menurut Midgley yang dikutip oleh Adi (2005) mendefinisikan kesejahteraan sosial sebagai kondisi kehidupan manusia yang tercipta ketika berbagai permasalahan sosial dapat dikelola dengan baik, ketika kebutuhan manusia dapat dipenuhi dan ketika kesempatan sosial dapat dimaksimalkan. Selanjutnya, Suharto (2005), memberikan pengertian bahwa kesejahteraan sosial sebagai kondisi sejahtera, yaitu suatu keadaan terpenuhinya segala bentuk kebutuhan hidup, khususnya yang bersifat mendasar, seperti makanan, pakaian, perumahan, pendidikan, dan perawatan Kesehatan.

Kesejahteraan sosial sebagai kondisi terdapat di dalam Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2009 tentang Kesejahteraan Sosial. Di dalam undang-undang tersebut, kesejahteraan sosial didefinisikan sebagai kondisi terpenuhinya kebutuhan material, spiritual, dan sosial warga negara agar dapat hidup layak dan mampu mengembangkan diri, sehingga dapat melaksanakan fungsi sosialnya. Ada tiga jenis kebutuhan yang memerlukan pemenuhan di dalam pengertian kesejahteraan sosial tersebut, yaitu kebutuhan material, spiritual, dan sosial. Ketiga jenis kebutuhan tersebut dapat diurai menjadi kebutuhan pangan, menempati rumah layak huni, rasa aman, nyaman dan mendapatkan perlindungan, terakses dengan pelayanan kesehatan, akses terhadap pendidikan, informasi, sarana transportasi umum dan kegiatan usaha ekonomi serta memperoleh kesempatan untuk mengembangkan diri dalam berbagai kegiatan dan hubungan sosial kemasyarakatan.

Berdasarkan pengertian kesejahteraan sosial, maka “pangan” merupakan satu unsur di dalam konsep kesejahteraan sosial. Pangan tersebut merupakan kebutuhan primer, kebutuhan fisik, dan kebutuhan yang sangat dasar, karena berkaitan erat dan menentukan kelangsungan hidup setiap manusia. Oleh karena itu, jika kebutuhan pangan ini tidak segera dipenuhi, maka akan melahirkan permasalahan kesejahteraan sosial. Unsur pangan di dalam konsep kesejahteraan sosial diperkuat oleh Fahrudin (2013), bahwa tujuan penyelenggaraan kesejahteraan sosial adalah:

- a. Mencapai kehidupan yang sejahtera dalam arti tercapainya standar kehidupan kelompok, seperti sandang, perumahan, pangan, kesehatan dan relasi-relasi sosial yang harmonis dengan lingkungannya.
- b. Mencapai penyesuaian diri yang baik khususnya dengan masyarakat di lingkungannya, misalnya dengan menggali sumber-sumber, meningkatkan dan mengembangkan taraf hidup yang memuaskan.

Berdasarkan kajian teoritis tentang kesejahteraan sosial, maka pangan merupakan salah satu unsur dalam konsep kesejahteraan. Oleh karena itu, ketahanan pangan nasional dapat digunakan sebagai salah satu indikator dalam mengukur kemakmuran warga negara.

2. Pemenuhan Pangan sebagai HAM

Di dalam Undang-Undang Nomor 39 Tahun 1999 tentang Hak Asasi Manusia (HAM), pada Pasal 11 ditegaskan, bahwa setiap orang berhak atas pemenuhan kebutuhan dasarnya untuk tumbuh dan berkembang secara layak. Bahwa Negara berkewajiban mewujudkan ketersediaan, keterjangkauan dan pemenuhan konsumsi pangan yang cukup, aman, bermutu, dan bergizi seimbang, baik tingkat nasional maupun daerah hingga perseorangan secara merata di seluruh wilayah NKRI sepanjang waktu dengan memanfaatkan sumber daya, kelembagaan dan budaya local Berdasarkan undang-undang tersebut, terdapat beberapa pokok pikiran terkait dengan pangan dan

HAM yang perlu digarisbawahi untuk mendapatkan perhatian, yaitu:

- a. Pangan sebagai kebutuhan dasar. Kebutuhan dasar di dalam Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2012 tentang Penanganan Fakir Miskin didefinisikan sebagai kebutuhan pangan, sandang, perumahan, kesehatan, pendidikan, pekerjaan, dan/atau pelayanan sosial. Sebagaimana diuraikan sebelumnya, bahwa kebutuhan dasar merupakan kebutuhan yang memerlukan pemenuhan segera, karena berkaitan langsung dengan kelangsungan hidup, pertumbuhan dan perkembangan manusia. Hal ini dapat dimaknai, apabila seseorang tidak terpenuhi kebutuhan dasarnya, maka seseorang itu tidak akan mampu mempertahankan kelangsungan hidupnya.
- b. Pemenuhan pangan sebagai hak asasi manusia. Hak asasi manusia adalah seperangkat hak yang melekat pada hakikatnya dan keberadaan manusia sebagai makhluk Tuhan YME dan merupakan anugerah-Nya yang wajib dijunjung tinggi, dan dihormati oleh negara, hukum, Pemerintah, dan setiap orang demi kehormatan serta perlindungan dan martabat manusia. Berdasarkan pengertian tersebut, bahwa pangan berkaitan dengan harkat dan martabat warga negara yang wajib mendapatkan penghormatan dan perlindungan dari Negara dan pemerintah. Hal ini dapat ditegaskan, bahwa ketika warga negara tidak mampu memenuhi kebutuhan pangan karena kemiskinannya, maka seseorang itu tidak memiliki harkat dan martabat sebagai manusia. Oleh karena itu menjadi tugas negara dan pemerintah untuk memastikan bahwa setiap warga negara memperoleh kebutuhan pangan yang cukup untuk kelangsungan hidupnya, dan memperoleh harkat dan martabatnya.
- c. Pangan dalam rangka SDM berkualitas. Pangan berkaitan langsung dengan kelangsungan hidup, pertumbuhan, dan perkembangan manusia. Meskipun

demikian, kecukupan pangan tidak semata-mata pada kuantitasnya, lebih penting dari itu adalah kualitas dari pangan yang dikonsumsi. Pangan atau makanan yang berkualitas merupakan pangan dengan gizi yang seimbang. Makanan ini tentu dapat mempengaruhi kondisi fisik dan kecerdasan manusia. Sebagaimana dikemukakan oleh Juffrie dan Suryawan (2013), bahwa makanan yang dikonsumsi akan mempengaruhi kerja otak dan perilaku manusia.

- d. Pangan yang cukup, aman, bermutu, dan bergizi seimbang. Sebagaimana diuraikan sebelumnya, bahwa pangan atau makanan berkaitan dengan kualitas SDM. Oleh karena itu, manusia harus mengonsumsi makanan yang cukup secara kuantitas, tidak mengandung zat-zat berbahaya (pengawet, pewarna), bermutu, dan masih dalam keadaan segar, dan memiliki kandungan gizi seimbang sesuai dengan kebutuhan manusia. Berkaitan dengan pangan yang cukup, aman, bermutu dan bergizi seimbang ini diatur secara tegas di dalam Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan, dan Peraturan Pemerintah RI Nomor 28 Tahun 2004 tentang Keamanan, Mutu, dan Gizi Pangan.
- e. Pangan berbasis sumber daya, kelembagaan dan budaya lokal. Pangan lokal adalah makanan yang dikonsumsi oleh masyarakat setempat sesuai dengan potensi dan kearifan lokal. Kemudian, di dalam Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009, pemerintah Indonesia menegaskan pentingnya pangan berbasis sumber daya lokal sebagai strategi percepatan penganekaragaman konsumsi pangan. Hal ini berdasar realitas pada masyarakat Indonesia yang memiliki berbagai jenis bahan pangan yang aman, bermutu dan mengandung gizi seimbang. Jenis-jenis bahan pangan dimaksud antara lain ketela pohon (kasbi), garut (patat sagu, marus, sagu belanda), sorgum, sukun, jagung, sagu, kentang, ubi jalar dan talas.

3. Kebijakan Pangan

Pangan tidak semata-mata sebagai kebutuhan dasar manusia. Tetapi, pangan sebagai hak asasi manusia yang wajib dihormati dan dilindungi oleh negara dan pemerintah sebagaimana diatur dalam undang-undang tentang pangan. Hal ini dapat ditafsirkan, bahwa negara dan pemerintah bertanggung jawab untuk menyediakan pangan yang cukup bagi penduduk Indonesia, terutama bagi rumah tangga miskin. Tanggung jawab negara dan pemerintah untuk mewujudkan kesejahteraan sosial, menghormati dan melindungi hak asasi manusia, sesungguhnya secara tegas diamanatkan di dalam Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945. Di dalam pembukaan dan pasal-pasal lainnya dengan tegas dan jelas memuat kewajiban negara dalam mengelola sumber daya untuk kesejahteraan bagi seluruh rakyat. Hal itu memberikan gambaran, bahwa Indonesia menganut konsep negara kesejahteraan (*welfare-state*) yang bertanggung jawab untuk mewujudkan kesejahteraan sosial dan melindungi hak asasi manusia bagi warga negaranya.

Berkaitan dengan konsep negara kesejahteraan, Wilensky dan Lebeaux (Soetarso, 1980), memberikan pengertian, bahwa negara kesejahteraan sebagai standar minimum yang dilindungi oleh negara yang menyangkut penghasilan, kesehatan, perumahan dan pendidikan bagi setiap warga negara, dan standar minimum ini diberikan sebagai hak politik. Kemudian menurut Sunaryo, et.all (2008), pengertian singkat dari *welfare-state* pada konteks Indonesia adalah serangkaian kebijakan publik dan kegiatan negara dalam mengintegrasikan kebijakan ekonomi dan kebijakan sosial demi sebuah pencapaian kemakmuran. Lebih lanjut dikemukakan, bahwa kontekstualisasi negara kesejahteraan hanyalah bermakna jika figur kemiskinan mengalami perubahan.

Mewujudkan ketahanan pangan, pemerintah telah menetapkan strategi nasional yang meliputi:

1. Perbaikan gizi masyarakat, terutama pada ibu pra-hamil, ibu hamil, dan anak melalui peningkatan ketersediaan dan

jangkauan pelayanan kesehatan berkelanjutan difokuskan pada intervensi gizi efektif pada ibu pra-hamil, ibu hamil, bayi, dan anak baduta;

2. Peningkatan aksesibilitas pangan yang beragam melalui peningkatan ketersediaan dan aksesibilitas pangan yang difokuskan pada keluarga rawan pangan dan miskin;
3. Peningkatan pengawasan mutu dan keamanan pangan melalui peningkatan pengawasan keamanan pangan yang difokuskan pada makanan/jajanan yang memenuhi syarat dan Produk Industri Rumah Tangga (PIRT) tersertifikasi;
4. Peningkatan Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS) melalui peningkatan pemberdayaan masyarakat dan peran pimpinan formal serta non formal, terutama dalam perubahan perilaku atau budaya konsumsi pangan yang difokuskan pada penganekaragaman konsumsi pangan berbasis sumber daya lokal, perilaku hidup bersih dan sehat, serta merevitalisasi posyandu; dan
5. Penguatan kelembagaan pangan dan gizi melalui penguatan kelembagaan pangan dan gizi di tingkat nasional, provinsi, dan kabupaten dan kota yang mempunyai kewenangan merumuskan kebijakan dan program bidang pangan dan gizi, termasuk sumber daya serta penelitian dan pengembangan (Bappenas, 2010).

DAFTAR PUSTAKA

- Adie. (2010). Dampak Krisis Pangan bagi Indonesia. <http://adie-wongindonesia.blogspot.com/2010/02/dampak-krisispangan-bagi-indonesia.html>/diunduh tgl 29 Juni 2014.
- Adi, Isbandi Rukminto. (2005). Ilmu Kesejahteraan Sosial dan Pekerjaan Sosial: Pengantar pada Pengertian dan Beberapa Pokok Bahaan. Jakarta: UI Press
- Briliant Vanda. 2008. Faktor-faktor yang mempengaruhi Pengeluaran Konsumsi Masyarakat di Indonesia (Skripsi). Yogyakarta: UII.
- Fahrudin, Adi. (2013). Pengantar Kesejahteraan Sosial. Bandung: Refika Aditama.
- Isbah, Ufira & Iyan, Rit Yani. 2016. Analisis Peran Sektor Pertanian Dalam Perekonomian Dan Kesempatan Kerja Di Provinsi Riau. Jurnal Sosial Ekonomi Pembangunan Tahun VII No.19
- Khairani. 2009. Analisis Determinas Konsumsi Masyarakat di Indonesia (Skripsi) . Universitas Sumatera Utara.
- Mudrajad Kuncoro, 1997, Ekonomi Pembangunan, Teori, Masalah, dan Kebijakan, Edisi Ketiga, Penerbit UPP AMP YKPN, Yogyakarta.
- Nawangwulan, N. H., Sudarsono, B., & Sasmito, B. (2013). Analisis pengaruh perubahan lahan pertanian terhadap hasil produksi tanaman pangan di Kabupaten Pati tahun 2001–2011. *Jurnal Geodesi Undip*, 2(2).
- Rochmawan, Laksono Tri. (2008). Pengantar Ekonomi Mikro. Semarang: Anindya.
- Santoso, T. 2011. Aplikasi Model GARCH pada Data Inflasi Bahan Makanan Indonesia. Jurnal Organisasi dan Manajemen, Vol. 7, Nomor 1, hlm: 38-52.
- Soetarso. (1980). Kesejahteraan Sosial. Pelayanan Sosial dan Kabijaksanaan Sosial. Bandung: Sekolah Tinggi Kesejahteraan Sosial.
- Sunaryo, dkk. (2008). Negara Kesejahteraan dan Globalisasi: Pengembangan Kebijakan dan Perbandingan Pengalaman. Jakarta: Pusat Studi Insam dan Kenegaraan - Universitas Paramadina.

- Suharto, Edi. (2005). Analisis Kebijakan Publik: Panduan Praktis Mengkaji Permasalahan dan Kebijakan Sosial. Bandung: Alfabeta
- Suseno dan Siti Aisyah. 2009. Inflasi. Seri Kebangsentralan. Pusat Pendidikan dan Studi Kebangsentralan (PPSK) Bank Indonesia, Jakarta.
- Todaro, Michel, P. Stephen C. Smith. 2003. Pembangunan Ekonomi di Dunia Ketiga. Jakarta: Erlangga
- Juffrie. M dan Suryawan A. (2013). Pengaruh Makanan terhadap Kecerdasan Manuisa. <http://anwarsaya.blogspot.com/2013/11/pengaruh-makananterhadap-kecerdasan.html>. diakses 28 Maret 2015.

BAB 12

SISTEM PERTANIAN TERPADU

Oleh Rasmita Adelina

12.1 Pendahuluan

Nurcholis & Supangkat (2011) berpendapat, pengertian sistem pertanian terpadu adalah suatu upaya pengelolaan tersistem yang mengkolaborasikan beberapa unsur pertanian, antara lain mencakup tanaman budidaya, ternak dan jenis ikan dalam suatu kegiatan yang terintegrasi secara utuh. Berdasarkan teori Nurhidayati et., al. (2008) definisi sistem pertanian terpadu adalah suatu sistem yang merupakan kolaborasi aktivitas bidang peternakan dengan teknologi sederhana, budi daya perairan, hortikultura, agroindustri dan segala aktivitas pertanian lainnya. Salah satu asas dalam penyelenggaraan perlindungan lahan pertanian pangan berkelanjutan adalah terwujudnya keterpaduan tersebut. Hal ini tertulis dalam UU 41 Tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan. Menurut Nurcholis dan Supangkat (2011), pada sistem pertanian terpadu ini akan berdampak positif secara signifikan dan kriteria pembangunan pertanian berkelanjutan tercapai dengan berdasarkan pertanian organik dengan mengembangkan atau berbasis potensi sumber daya komoditi lokal.

Pengenalan sistem usahatani pertanian terpadu adalah berdasarkan hasil penelitian dan kajian yang selanjutnya secara bertahap menyebabkan munculnya pola tanam, pola usahatani hingga muncul istilah sistem usahatani. Sistem usahatani terpadu tanaman dan ternak merupakan salah satu dari sekian teknologi yang saat ini banyak dikembangkan dalam rangka keberlanjutan sistem produksi dan peningkatan pendapatan petani. Definisi yang lain diperoleh bahwa sistem pertanian terpadu merupakan suatu sistem pengelolaan tanaman, hewan ternak dan ikan dengan lingkungannya untuk menghasilkan suatu produk yang optimal dan sifatnya cenderung tertutup terhadap masukan luar (Preston,

2000). Pertanian terpadu atau pertanian campuran (*mix farming*) adalah suatu kegiatan pertanian yang mendukung pertanian berkelanjutan dengan melibatkan tanaman dan hewan dalam suatu lahan yang sama. Adapun tujuan utama dari kegiatan sistem pertanian terpadu adalah mengurangi input eksternal karena adanya saling dukung dan hubungan sinergitas antara satu komponen dengan komponen lainnya. Beberapa keuntungan lain dari penerapan sistem pertanian terpadu adalah efisiensi, efektifitas dan tercapainya peningkatan produktivitas lahan secara signifikan, menghasilkan diversifikasi produk, memperbaiki kesuburan tanah, memperbaiki sifat fisik tanah, serta mengurangi gulma, hama dan penyakit (Schroder and Munch, 2008).

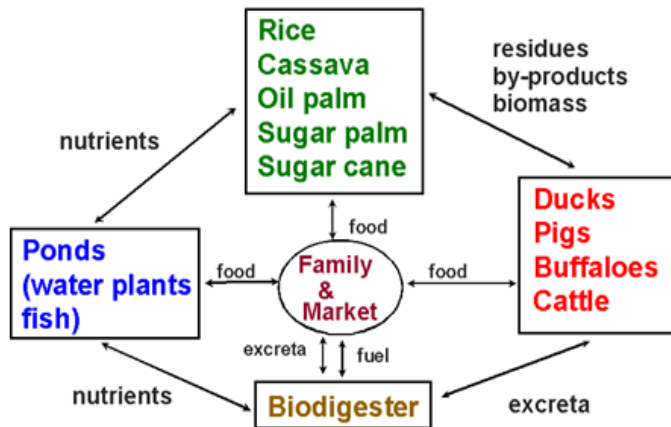
Pertanian terpadu mengurangi resiko kegagalan panen, karena ketergantungan pada suatu komoditi dapat dihindari dan hemat ongkos produksi. Sistem pertanian terpadu tanaman dan ternak adalah suatu sistem pertanian yang dicirikan oleh keterkaitan yang erat antara komponen tanaman dan ternak dalam suatu kegiatan usaha tani atau dalam suatu wilayah. Berdasarkan dari hal tersebut di atas sudah banyak program peningkatan pendapatan petani peternak mengacu pada program integrasi tanaman dan ternak (Hamdani, 2008). Salah satu sistem usaha tani yang mendukung pembangunan pertanian di wilayah pedesaan adalah sistem integrasi tanaman ternak. Ciri utama dari pengintegrasian tanaman dengan ternak adalah adanya keterkaitan yang saling menguntungkan antara tanaman dengan ternak. Keterkaitan tersebut terlihat dari pembagian lahan yang saling terpadu dan pemanfaatan limbah dari masing masing komponen. Saling keterkaitan berbagai komponen sistem integrasi merupakan faktor pemicu dalam mendorong pertumbuhan pendapatan masyarakat tani dan pertumbuhan ekonomi wilayah yang berkelanjutan (Kariyasa, et, al., 2005). Contoh pertanian terpadu dapat kita lihat seperti gambar berikut dan skema berikut di bawah ini.



Gambar 12.1. Beberapa Contoh Sistem Pertanian Terpadu

Keterangan: 1. Bangunan Pengolah Pakan, 2. Pengembangan Tanaman Pangan Jagung, 3. Kegiatan Perikanan, 4. Intensifikasi Perkebunan

The integrated farming system



Gambar 12.2. Model Umum Sistem Pertanian Terpadu
(Sumber : Preston, 2000)



Gambar 12.3. Model Sistem Pertanian Terpadu
(Sumber www.pandufarm.id)

Menurut Bagas, *et. al.* (2004) dalam (Husas, 2021) komponen yang terintegrasi dalam sistem pertanian terpadu adalah:

1. Manusia

Sebagai makhluk hidup memerlukan energi sebagai motor kehidupannya. Dengan integrated farming system manusia tidak hanya mendapatkan keuntungan finansial tetapi juga pangan sebagai kebutuhan primer dan energi panas serta listrik.

2. Peternakan

Memainkan peran sebagai sumber energi dan penggerak ekonomi dalam integrated farming system. Sumber energi berasal dari daging, susu, telur serta organ tubuh lainnya, bahkan kotoran hewan. Sedangkan fungsi penggerak ekonomi berasal dari hasil penjualan ternak, telur, susu dan hasil sampingan ternak (bulu dan kotoran).

3. Tanaman

Syarat tanaman yang dapat diusahakan adalah bernilai ekonomi dan dapat menyediakan pakan untuk peternakan.

4. Perikanan

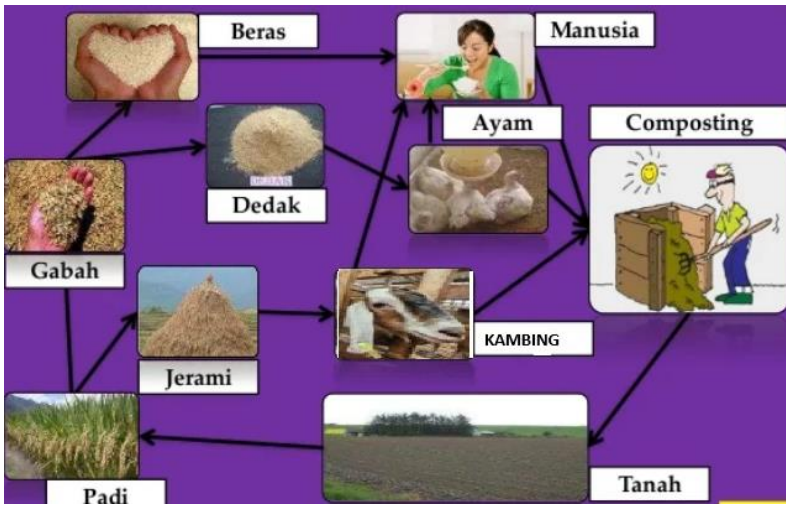
Ikan yang digunakan untuk *integrated farming system* adalah ikan air tawar yang dapat beradaptasi dengan lingkungan air yang keruh, tidak membutuhkan perawatan ekstra, mampu memanfaatkan nutrisi yang ada dan memiliki nilai ekonomi. Sistem pertanian terpadu merupakan sebuah metode menciptakan ekosistem buatan. Pertanian tanaman, peternakan dan perikanan diolah sedemikian rupa agar bisa terintegrasi satu dengan lainnya. Diharapkan sistem ini dapat menambah penghasilan petani dari segi ekonomi, di samping tidak merusak lingkungan sebagai lahan pertanian.

12.2 Beberapa Model Sistem Pertanian Terpadu

Perkembangan IPTEK khususnya di bidang pertanian dalam arti luas dan berbagai permasalahan lingkungan yang timbul melahirkan beberapa trend konsep dan model di era modern ini yang sekaligus menjadi prospek dan peluang bagi berkembangnya sistem pertanian terpadu. Bila ditinjau dari ketersediaan sumberdaya lahan dan ternak maka peluang pengembangan sistem pertanian terpadu di Indonesia secara umum adalah cukup besar. Berikut diuraikan potensi pengembangan sistem pertanian terpadu di daerah tersebut.

1. Tanaman Pangan dan Ternak

Banyak Lokasi wilayah desa yang sangat cocok di kembangkan program pertanian terpadu seperti tanaman pangan (jagung dan padi sawah). Dimana sisa tanaman pangan bisa menjadi pakan ternak dan kotoran ternak kambing bisa di jadikan sumber bahan organik seperti kompos atau pupuk kandang, Pertanian terpadu tanaman pangan dengan ternak kambing adalah sistem pertanian yang menggabungkan kedua komoditas tersebut pada satu wilayah yang sama. Dalam sistem ini, keberadaan tanaman dan ternak saling membutuhkan, manfaat dari pertanian terpadu tanaman pangan dengan ternak kambing adalah meningkatkan produktivitas tanaman, Meningkatkan produksi kambing, Meningkatkan kualitas tanah, Meningkatkan hasil yang berkualitas, Memperbaiki efisiensi penggunaan lahan.



Gambar 12.4. Model Sistem Pertanian Terpadu Padi Sawah Ternak Kambing dan Ayam

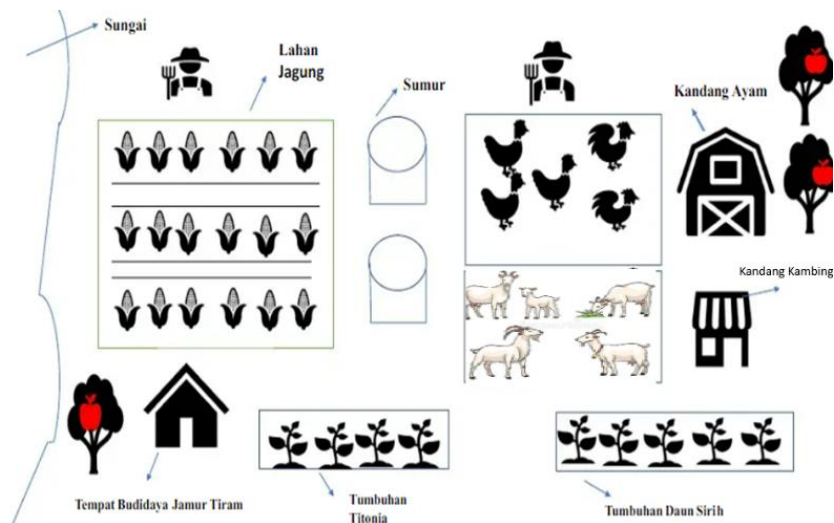
Untuk meningkatkan kesejahteraan petani melalui peningkatan pengembangan usaha pertanian telah banyak dilakukan oleh pemerintah (Wiyatna et al., 2012). Namun, untuk peningkatan produksi dan produktivitas maupun kualitasnya harus ditunjang dengan sarana dan prasarana yang mendukung (Siregar Gustina, 2012). Penggabungan beberapa jenis usaha komoditas dalam suatu area tertentu merupakan suatu peluang yang dapat meningkatkan pendapatan (Suresti & Wati, 2012).

Diharapkan adanya integrasi usaha tani tanaman pangan dan perkebunan, dapat meningkatkan pendapatan petani (Nuhung, 2015). Bagaimanapun juga, petani dapat meningkatkan produksi hasil tanaman pangan dan ternak kambing baik melalui intensifikasi, ekstensifikasi, dan/atau integrasi. Menurut (Basuni et al., 2010) bahwa, produksi tanaman pangan yang dihasilkan dapat dipengaruhi oleh luasnya lahan dan cara usaha budidaya pertanian yang baik. (Dwi Retno Lukiwati et al., 2016) menyatakan bahwa meningkatnya produksi pertanian dapat dipengaruhi oleh kondisi alam yang mendukung, perbaikan lahan pengawasan

dan pengendalian hama penyakit. Luas lahan pertanian berpengaruh terhadap produksi pertanian tanaman pangan padi, jagung dan tanaman pangan lainnya.

2. Model Sistem Pertanian Terpadu Tanaman Jagung dan Ternak

Tanaman jagung setelah produk utamanya dipanen, hasil ikutannya berupa daun, batang dan tongkol sebelum atau sesudah melalui proses pengolahan dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan pakan ternak alternatif. Jumlah produk ikutan jagung dapat dari satuan luas tanaman jagung antara 2,5-3,4ton bahan kering per hektar yang mampu menyediakan bahan baku sumber serat/pengganti hijauan untuk satu satuan ternak (bobot hidup setara 250 kg dengan konsumsi pakan kering 3 % bobot hidup) bdalam setahun (Sariubang et al., 2013). Produk ikutan tanaman jagung sebelum digunakan sebagai bahan baku pakan dapat diolah menjadi silase baik dengan atau tanpa proses fermentasi dan amoniasi (L Siswati & Nizar, 2012). Pemberian dalam bentuk segar atau sudah diolah disarankan sebaiknya dipotong-potong atau dicacah terlebih dahulu agar lebih memudahkan ternak untuk mengkonsumsi (Suwarto et al., 2020). Agar ternak lebih menyukai dapat ditambahkan molases atau air garam. Kotoran ternak yang telah diproses dapat digunakan sebagai sumber energi (biogas) dan pupuk organik yang dapat digunakan untuk memperbaiki bstruktur tanah pada lahan tanaman jagung (Ansari et al., 2014; Munandar et al., 2015; Haryati & Karsidi, 2016; Mahmood et al., 2017; D. R. Lukiwati et al., 2019).



Gambar 12.5. Model Sistem Pertanian Terpadu Jagung dengan Ternak Kmbing dan Ayam

3. Sistem Integrasi Tanaman-Ternak-Ikan (SITTI)

Berdasarkan kondisi lapangan Desa sarogodung kecamatan sipirok bahwa air sangat melimpah di irigasi sederhana lahan pertaniannya, perlu di lakukan p rtanian terpadu sistem yang mengintegrasikan tanaman, ternak, dan ikan dalam satu kesatuan yang saling berkaitan. SITTI memiliki beberapa manfaat, di antaranya: Meningkatkan pendapatan petani, Menjaga kelestarian lingkungan, Meningkatkan kualitas tanah, Meningkatkan hasil yang berkualitas, Memperbaiki efisiensi penggunaan lahan. Dalam SITTI, limbah dari satu subsektor dimanfaatkan untuk subsektor lainnya. Misalnya, limbah tanaman digunakan sebagai pakan ternak, sedangkan limbah ternak digunakan sebagai pupuk organik atau bioenergy (biogas). Alih fungsi lahan pertanian menjadi lahan non pertanian seperti pemukiman menjadi salah satu permasalahan utama di bidang pertanian. Di sisi lain, peningkatan jumlah penduduk akan berdampak pada meningkatnya kebutuhan akan bahan hasil pertanian. Model sistem pertanian yang efektif dan efisien diperlukan untuk peningkatan produktivitas pertanian.



(a)



(b)

Gambar 12.6. (a) & (b) Model Sistem Pertanian Terpadu Tanaman-Ternak Ayam-Ikan (Sumber aktual.com)

Usahatani tanaman, ternak, maupun perikanan menghasilkan berbagai jenis limbah yang dapat mencemari lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Oleh karena itu, pengelolaan limbah pertanian perlu dilakukan dalam rangka mengurangi pencemaran lingkungan sekaligus meminimalisir input energi dari luar sistem sehingga meningkatkan efisiensi usahatani dan ketahanan pangan suatu wilayah. Salah satu cara untuk menerapkan konsep ini pada suatu usahatani adalah menerapkan Sistem Integrasi Tanaman-Ternak-Ikan (SITTI) (Atria et.al, 2017). Hasil penelitian Saputra

(2018) menemukan bahwa model SITTI memiliki nilai rasio output/input yang lebih tinggi dibanding pertanian non SITTI. Model SITTI adalah sangat menguntungkan.

12.3 Implementasi Sistem Pertanian Terpadu

Pencapaian maksimal dari implementasi SPT disuatu daerah atau wilayah adalah tujuan dari pengembangan sebuah model SPT yang dibangun. SPT sebagai sebuah Ekosistem alami dianggap sebagai kondisi lingkungan ideal yang didalamnya terdapat banyak sekali komponen yang saling interaksi dalam suatu keseimbangan yang dinamis berkelanjutan dari waktu ke waktu Haryanta, et., al., (2018). Hal-hal terkait pemilihan keterpaduan yang baik dan benar dalam integrasi sangat menentukan pencapaian tujuan implementasi SPT. Prinsip keterpaduan dalam pertanian terpadu yang harus diperhatikan (Dethan et.al., 2024), yaitu:

1. Agroekosistem yang berkeanekaragaman tinggi yang memberi jaminan yang lebih tinggi bagi petani secara berkelanjutan
2. Diperlukan keanekaragaman fungsional yang dapat dicapai dengan mengkombinasikan spesies tanaman dan hewan yang memiliki sifat saling melengkapi dan berhubungan dalam interaksi sinergetik dan positif, dan bukan hanya kestabilan yang dapat diperbaiki, namun juga produktivitas sistem pertanian dengan input yang lebih rendah
3. Dalam menerapkan pertanian berkelanjutan diperlukan dukungan sumberdaya manusia, pengetahuan dan teknologi, permodalan, hubungan produk dan konsumen, serta masalah keseimbangan misi pertanian dalam pembangunan
4. Pemanfaatan keanekaragaman fungsional sampai pada tingkat yang maksimal yang menghasilkan sistem pertanian yang kompleks dan penataan lahan miring yakni pembuatan terasering dan pekerjaan fisik lainnya sangat diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansari, M. A., et.al. 2014. Integrated Farming System: An Ideal Approach For Developing More Economically And Environmentally Sustainable Farming Systems For The Eastern Himalayan Region. *Indian Journal Of Agricultural Sciences*. Vol: 84 (3): 356–362.
- Atria, P., L. Sutiarto, S. Rahayoe. 2017. Analisis Usahatani Perikanan dalam Sistem Integrasi Tanaman-Ternak-Ikan (SITTI). Skripsi. Jurusan Teknik Pertanian UGM, Yogyakarta.
- Basuni, R, Muladno, Kusmana, C., & Suryahadi. (2010). Model Sistem Integrasi Padi-Sapi Potong Di Lahan Sawah (Model On The Crop Livestock System In The Paddy Field). *Forum Pascasarjana*, Vol. 33 (3) :177–190.
- Damanik, S, et. Al.,. 2010. Kesuburan Tanah dan Pemupukan. Universitas Sumatera Utara.
- Dethan, J.J.S. et. al., 2024. Sistem Pertanian Terpadu. Penerbit CV Tahta Media Group
- Dzikrillah GF, Anwar S, Sutjahjo SH. 2017. Analisis keberlanjutan usaha tani padi sawah di Kecamatan Soreang Kabupaten Bandung. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (JPSL)*. [internet]. [diunduh 2018 Desember 15]. 7 (2). Tersedia pada: <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jpsl/article/download/13805/12898>.
- Dwiratna, N.P. S., A.Widyasanti, dan D.M. Rahmah. 2016. Pemanfaatan Lahan Pekarangan Dengan Menerapkan Konsep Kawasan Rumah Pangan Lestari. *Jurnal Aplikasi Ipteks untuk Masyarakat* 5(1):19-22. <https://doi.org/10.24198/dharmakarya.v5i1.8873>
- Giller, K, M.H. Beare, P. Lavelle, A.M.N. Izac, and M.J. Swift. 1997. Agricultural Intensification, Soil Biodiversity and Agroecosystem Function. *Applied Soil Ecology* 6(1): 3-16.
- Haryanta, D., et., al. 2018. Sistem Pertanian Terpadu. Penerbit UWKS Press. Surabaya.
- Kariyasa, I.K, Pasandaran, E. 2005. Struktur Usaha Dan Pendapatan Integrasi Tanaman Ternak Berbasis Agroekosistem.

- Integrasi Tanaman – Ternak Di Indonesia. Badan Litbang pertanian. Departemen Pertanian.
- Kusnadi, U. 2007. Inovasi Teknologi Peternakan dalam Sistem Integrasi Tanaman dan Ternak (SITT) untuk Menunjang Swasembada Daging Tahun 2010. Orasi Pengukuhan Profesor. Riset Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Lukiwati, Dwi Retno, Adi, B., Pertanian, J., & Peternakan, F. (2016). Peningkatan Produksi Jagung Manis Dan Jerami Dalam Sistem Integrasi Tanaman Pangan Dan Peternakan Sapi Brangus. *Jurnal Ilmu Ternak*, Vol. 16 (2):89–94.
- Matson., P.A., W.J. Parton, A.G. Power, and M.J.Swift. 1997. Agricultural Intensification and Ecosystem Properties. *Science* 277:504-509.
- McCoy, J. dan Jhonston, K. (2001). The Application of Geographic Information System to the Coral Reef of Southern. Centre for Remote Imaging, Sensing and Processing (CRISP). Paper presented at the 2nd Asian Conference Remote Sensing. Singapore.
- Nurcholis M, Supangkat G. 2011. Pengembangan integrated farming system untuk pengendalian alih fungsi lahan pertanian. Prosiding Seminar Nasional Budidaya Pertanian. Urgensi dan Strategi. [internet]. [diunduh 2018 Des 19]. 71-74. Tersedia pada:<http://repository.unib.ac.id/121/1/7-NURCHOLIS%20UPN.pdf>.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2009. UndangUndang Republik Indonesia Tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan. Jakarta (ID): Sekretariat Negara.
- Preston, T.R. 2000. Livestock Production from Local Resources in an Integrated Farming System; a Sustainable Alternative for the Benefit of Smallscale Farmers and the Environment. Workshop-seminar "Making better use of local feed resources" SAREC-UAF, January, 2000.
- Sariubang, M., Qomariyah, N., & Nurhayu, A. (2013). Sistem Usahatani Terpadu Jagung Dan Sapi Di Kabupaten Takalar Provinsi Sulawesi Selatan. Hal. 978–979.

- Siswati, L. 2012. Pola Pertanian Terpadu Ternak Dan Tanaman Hortikultura Di Kota Pekanbaru. *Jurnal Peternakan*, Vol. 9(2): 75-8.
- Schroder, J.P., Munch, J.C.. 2008. *Balancing Environmental and SocioEconomic Demands*. Elsevier B.V.
- Suwarto, S., & Prihantoro, I. 2020. Study Of Sustainable Corn Development Through The Integration With Cow In Tuban, East Java. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, Vol. 25(2): 232-238.
- Talakua, S.M. and R.M. Osok. 2019. Development of a land degradation assessment model based on field indicators assessment and prediction methods in Wai Sari, Sub-Watershed Kairatu District, Western Seram Regency, Maluku Province, Indonesia. *Science Nature* 2(1): 66-70.

BIODATA PENULIS



Dr. Silvia Permata Sari, SP., MP.

Dosen Program Studi Agroteknologi, Departemen Agronomi
Fakultas Pertanian, Universitas Andalas

Dr. Silvia Permata Sari, SP., MP. lahir di Kota Padang, Sumatera Barat pada tanggal 21 Mei 1986 sebagai anak pertama dari 5 bersaudara dari Bapak Syofyan Tanjung dan Ibu Kasmawati, S.Pd. Penulis lulus pendidikan SD Negeri 30 Cengkeh tahun 1998, SLTP Negeri 11 Padang tahun 2001, dan SMA Negeri 4 Padang tahun 2004. Pendidikan Sarjana (S1) ditempuh di Fakultas Pertanian Universitas Andalas tahun 2004 dan lulus tahun 2008 dengan predikat lulusan terbaik. Penulis mendapatkan beasiswa *Fast Track* Magister (S2) di Universitas Andalas tahun 2008 dan lulus dengan predikat Cumlaude (Dengan Pujian) tahun 2010. Lulus pendidikan Magister, penulis lulus PNS sebagai dosen Fakultas Pertanian, Universitas Andalas pada tahun 2010. Pada tahun 2012, penulis mewakili Indonesia dalam kegiatan pengembangan Gandum Tropis ke Slovakia, Eropa Timur. Tahun 2013-2018, penulis mendapatkan beasiswa Pendidikan Pascasarjana Dalam Negeri dari Kemeristek Dikti untuk pendidikan Doktor (S3) pada Program Studi Entomologi di Institut Pertanian Bogor (IPB) dengan IPK 3,76. Kemudian tahun 2018, penulis kembali menempuh pendidikan Doktor pada program studi Ilmu Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas dan lulus pada tahun 2022 dengan IPK 3,97 pada usia 36 tahun. Penulis juga aktif mengikuti berbagai kegiatan,

mulai dari mengajar perkuliahan, penelitian, pengabdian kepada masyarakat, mengikuti seminar nasional dan internasional, menulis jurnal nasional dan internasional terindeks Scopus, Chief editor di jurnal nasional, reviewer jurnal nasional dan jurnal internasional, serta menulis buku dan artikel di media massa nasional maupun internasional.

BIODATA PENULIS



Rini Suryani, S.P., M.P.

Dosen Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian, Sains dan Teknologi
Universitas Panca Bhakti

Penulis lahir di Kota Pontianak pada tanggal 27 September 1983. Penulis merupakan dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Panca Bhakti. Penulis telah menempuh pendidikan Sarjana (S1) pada Fakultas Pertanian Jurusan Budidaya Pertanian, Program Studi Agronomi Universitas Tanjungpura, lulus tahun 2006. Kemudian melanjutkan pendidikan Magister (S2) di Program Studi Agroteknologi Universitas Tanjungpura dan lulus tahun 2016. Hingga kini telah melakukan penelitian terkait pupuk organik dan pemanfaatan limbah pertanian dan mikroorganisme lokal bagi lahan suboptimal. Penulis telah menulis buku diantaranya : Sistem Pertanian Terpadu Tanaman dan Ternak dan Biokompos Kunci Pengelolaan Lahan Suboptimal serta Pupuk dan Pemupukkan.

BIODATA PENULIS



Priyadi, S.P., M.Si.

Dosen Program Studi Teknologi Produksi Tanaman Pangan
Jurusan Budidaya Tanaman Pangan, Politeknik Negeri Lampung

Penulis Lahir di Bandar Lampung, 14 Oktober 1988. Merupakan lulusan sarjana di Program Studi Agroteknologi, Universitas Lampung tahun 2011. Pada tahun 2015 penulis menyelesaikan Magister Sains di Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Setelah menyelesaikan program magister sains penulis menjadi dosen tetap yayasan di program studi Agroteknologi, STIPER Dharma Wacana, Kota Metro, Lampung. Saat ini menjadi dosen tetap di program studi Sarjana Terapan Teknologi Produksi Tanaman Pangan, Jurusan Budidaya Tanaman Pangan, Politeknik Negeri Lampung sejak 2021 hingga sekarang. Penulis menekuni bidang Ilmu Tanah dan Lingkungan yang berfokus pada upaya dalam interaksi kompleks aspek budidaya tanaman pangan dengan memanfaatkan potensi limbah bidang pertanian untuk meningkatkan kesuburan tanah yang berorientasi pada sistem pertanian berkelanjutan.

BIODATA PENULIS



Dr. Masluki, S.P.,M.P.

Dosen Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian, Universitas Cokroaminoto Palopo

Penulis lahir di Salujambu tanggal 07 Oktober 1983. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Cokroaminoto Palopo. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Agronomi dan melanjutkan S2 pada Jurusan Sistem-sistem Pertanian Universitas Hasanuddin serta S3 pada Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB University. Penulis menekuni bidang pertanian.

BIODATA PENULIS



Rizky Rahmadi, S.P., M.P.

Dosen Program Studi Teknologi Produksi Tanaman Pangan
Politeknik Negeri Lampung

Penulis dilahirkan di Tanjungkarang, 17 Januari 1997. Pendidikan SD, SMP, dan SMA diselesaikan di Bandar Lampung. Pada tahun 2014 melanjutkan studi pada Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung dan lulus sebagai Sarjana Pertanian (S.P.) pada tahun 2018. Pada tahun 2020 lulus sebagai Magister Pertanian (M.P.) di Program Studi Pascasarjana Magister Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Penulis sejak 1 April 2022 sampai sekarang tercatat sebagai Dosen Tetap Program Studi Teknologi Produksi Tanaman Pangan Jurusan Budidaya Tanaman Pangan Politeknik Negeri Lampung. Semenjak menjadi mahasiswa, penulis telah banyak berkecimpung dalam dunia penelitian bidang pertanian. Hal ini ditandai dengan publikasi nasional maupun internasional hasil penelitian di bidang pertanian. Selain menjadi Dosen, penulis juga aktif menjadi Asesor Kompetensi Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP) sejak Agustus 2023. Penulis aktif dalam perkembangan pertanian berkelanjutan seperti pertanian organik, ditandai dengan publikasi karya ilmiah dan sertifikat kompetensi dari BNSP bidang pertanian organik yang dimiliki. Penulis juga aktif dalam organisasi keilmuan seperti Himpunan Ilmu Gulma Indonesia (HIGI) dan Ikatan Ilmuwan Indonesia Internasional (I4).

BIODATA PENULIS



Didi Carsidi, S.TP., M.P.

Dosen Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Wiralodra

Penulis lahir di Indramayu tanggal 17 Maret 1987. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Wiralodra. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknologi Pertanian Program Studi Teknik Pertanian (2005-2010) dan melanjutkan S2 pada Magister Agronomi Universitas Jenderal Soedirman (2018-2020). Penulis menekuni bidang pertanian (Agroteknologi) serta sudah menulis buku referensi (book chapter) dengan judul Fisiologi dan Teknologi Pasca Panen, Dasar-dasar Ilmu Tanah, Budidaya Tanaman, Kesuburan dan Pemupukan Tanah, Fisiologi Tumbuhan; Mekanisme dan Regulasi Pertumbuhan (Penerbit Get Press Indonesia/ PT. Global Esekutif Teknologi) dan buku Ajar dengan Judul Agroklimatologi (Penerbit K-Media). Nomer WA: 082129962903 dan Email: didi@unwir.ac.id.

BIODATA PENULIS

Trisday Yiin Parari, SP., M.Si

Dosen Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Papua

Penulis lahir di Toraja tanggal 01 Mei 1997. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Papua. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Agroteknologi di Universitas Kristen Indonesia Toraja dan melanjutkan S2 pada Jurusan yang sama yakni Agroteknologi di Universitas Hasanuddin. Penulis menekuni bidang Menulis Agroteknologi, Agronomi dan Pemuliaan Tanaman Konvensional.

BIODATA PENULIS



Mutmainnah, S.P.,M.Si.

Dosen Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Cokroaminoto Palopo

Penulis lahir di Maros, tanggal 15 Juli 1990. Penulis menyelesaikan Pendidikan S1 tahun 2012 pada Jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Univeristas Hasanuddin kemudian menyelesaikan S2 tahun 2015 pada jurusan dan kampus yang sama. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Cokroaminoto Palopo sejak tahun 2015 sampai sekarang. Berbagai karya ilmiah telah dihasilkan oleh penulis berupa artikel maupun jurnal penelitian. Selain itu, penulis juga aktif dalam kegiatan penelitian dan pengabdian masyarakat dan mendapatkan pendanaan dari Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi.

BIODATA PENULIS



Dr. Jefri Sembiring., SP, MSi

Dosen Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Musamus

Penulis lahir di Tigapanah Kabupaten Karo Sumatra Utara tanggal 18 Oktober 1983. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Musamus. Menyelesaikan Pendidikan S3 Bidang Entomologi pada Tahun 2016. Penulis menekuni bidang entomologi khususnya yang berkaitan dengan ekologi.

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. Penulis adalah anak pertama (4 bersaudara) dari pasangan Sudirman (*Alm*) dan Subriah (*Almh*). Saat ini penulis telah dikaruniai 2 anak perempuan dan memiliki istri bernama Amelia T. Motto.

Penulis menyelesaikan pendidikan S1 Agronomi pada tahun 2001 di Fakultas Pertanian Universitas Cenderawasih, dan 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.

Penulis juga berkontribusi pada beberapa karya buku cetak dan aktif dalam penulisan artikel jurnal ilmiah. Selain itu, penulis juga dalam beberapa kesempatan terlibat sebagai narasumber pada beberapa kegiatan yang relevan dengan bidang ilmu pertanian. Penulis juga merupakan pemegang beberapa sertifikat kompetensi pada bidang pertanian, tanaman, dan lingkungan. Saat ini penulis ditugaskan sebagai Koordinator Program Studi Budidaya Tanaman Pangan Fakultas Pertanian Universitas Papua.

BIODATA PENULIS



Asrul Sipahutar, S.P., M.Si.

Mahasiswa Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Graha Nusantara Padangsidempuan

Penulis dilahirkan pada tanggal 14 Oktober 1994 di Janjimauli Kec. Tantom Angkola Kab.Tapanuli Selatan Sumatera Utara, sebagai anak ke-3 dari lima bersaudara. Nama ayah Amiruddin Sipahutar (almrhm.) dan ibu Tuni Harahap (almrhmh.). Penulis menamatkan SD tahun 2006, SMP tahun 2009, SMK tahun 2012 di Tantom Angkola. Penulis meraih gelar Sarjana Pertanian dengan jalur beasiswa Peningkatan Prestasi Akademik (PPA) Jurusan Agroteknologi Fakultas tahun 2016 dengan predikat *cumlaude*. Sejak tahun 2022 sampai dengan tahun 2024, penulis mengikuti studi pendidikan Program Magister (S2) melalui jalur Beasiswa Yayasan Dharma Bakti Pendidikan Indonesia (YADPI) di Program Studi Agroteknologi Universitas Graha Nusantara Padangsidempuan. Penulis telah menikah dengan Elvina Sari Siregar Am.Keb pada tahun 2021, dikaruniakan Allah SWT dua orang anak yaitu Avin Al Faaz Sipahutar dan Abizar Affandra Sipahutar. Penulis pernah menjadi Karyawan Bank Syariah Indonesi ex Bank Syariah Mandiri tahun 2017 – 2022.

BIODATA PENULIS



Dr. Rasmita Adelina, S.P, M.Si

Dosen Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian & Pascasarjana Universitas Graha Nusantara Padangsidimpuan

Penulis lahir di Padangsidimpuan tanggal 30 Desember 1971. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi Program Magister Pascasarjana dan Sarjana Fakultas Pertanian, Universitas Graha Nusantara Padangsidimpuan. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Budidaya Pertanian dan melanjutkan S2 Jurusan Agronomi di Institut Pertanian Bogor (IPB University), melanjutkan pendidikan Doktorat di Jurusan Ilmu Pertanian Universitas Andalas Padang. Penulis juga sudah menulis pada berbagai media jurnal internasional maupun bereputasi terindeks/scopus, serta jurnal nasional terindeks sinta 1 sampai 6 dan ber-ISSN. Penulis juga sudah menulis buku referensi dan buku ajar sebagai penulis tunggal maupun kolaborasi. Selain sebagai akademisi penulis juga aktif pada berbagai forum ilmiah, kegiatan penyuluhan, diklat dan bimtek terutama di bidang pertanian /agronomi dan secara khusus di bidang teknologi produksi sebagai narasumber maupun tutor.