

BUDIDAYA TANAMAN

**Basuki, Murdaningsih, Yanto Yulianto, Nurul Chairiyah,
Vega Kartika Sari, Didi Carsidi, Sulis Dyah Candra, Indra Permana,
Fadil Rohman, Josina Irene Brigetha Hutubessy,
Silvia Permata Sari, Kristono Yohanes Fowo,
Viza Yelisanti Putri, Oria Alit Farisi, Dwi Ari Cahyani**



ISBN 978-623-198-571-2



9 786231 985712

BUDIDAYA TANAMAN

**Basuki
Murdaningsih
Yanto Yulianto
Nurul Chairiyah
Vega Kartika Sari
Didi Carsidi
Sulis Dyah Candra
Indra Permana
Fadil Rohman
Josina Irene Brigetha Hutubessy
Silvia Permata Sari
Kristono Yohanes Fowo
Viza Yelisanti Putri
Oria Alit Farisi
Dwi Ari Cahyani**



GET PRESS INDONESIA

BUDIDAYA TANAMAN

Penulis :

Basuki
Murdaningsih
Yanto Yulianto
Nurul Chairiyah
Vega Kartika Sari
Didi Carsidi
Sulis Dyah Candra
Indra Permana
Fadil Rohman
Josina Irene Brigetha Hutubessy
Silvia Permata Sari
Kristono Yohanes Fowo
Viza Yelisanti Putri
Oria Alit Farisi
Dwi Ari Cahyani

ISBN : 978-623-198-571-2

Editor : Dr. Neila Sulung, S.Pd., Ns., M.Kes.

Penyunting : Tri Putri Wahyuni, S.Pd

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

Penerbit : GET PRESS INDONESIA

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :

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

Cetakan pertama, 8 Agustus 2023

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 Budidaya Tanaman ini.

Buku Ini Membahas Konsep budidaya tanaman, Dasar-dasar bercocok tanam, Pengolahan tanah, Peranan iklim dalam pertanian, Bibit dan benih, Kebutuhan tanaman akan unsur hara, Dinamika nitrogen, fosfor dan kalium di dalam tanah, Klasifikasi dan macam pupuk, Waktu dan cara pemupukan, Perbanyakan tanaman, Cara budidaya tanaman pangan, Cara budidaya tanaman sayuran, Hama tanaman pangan dan cara pengendaliannya, Panen Tanaman Tomat, Pasca panen.

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, 8 Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xiv
BAB 1 KONSEP BUDIDAYA TANAMAN	1
1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Pengertian Budidaya Tanaman	2
1.3 Manfaat Budidaya Tanaman	4
1.4 Macam-Macam Budidaya Tanaman	9
1.4.1 Budidaya Tanaman Pangan.....	9
1.4.2 Budidaya Tanaman Perkebunan.....	11
DAFTAR PUSTAKA.....	13
BAB 2 DASAR-DASAR BERCOCOK TANAM	15
2.1 Pendahuluan.....	15
2.2 Pengolahan Tanah.....	17
2.3 Penanaman.....	21
2.4 Pemeliharaan	23
2.5 Panen dan Pasca Panen.....	25
DAFTAR PUSTAKA.....	27
BAB 3 PENGOLAHAN TANAH	31
3.1 Pendahuluan.....	31
3.2 Teknik Pengolahan Tanah.....	32
3.2.1 Minimum Tillage (Olah Tanah Minimum).....	32
3.2.2 Maximum Tillage	33
3.2.3 No Tillage	34
3.3 Alat Mekanisasi Pengolahan Tanah	34
3.3.1 Pengolahan Tanah Pertama (Primary Tillage)	34
3.3.2 Pengolahan Tanah Kedua (Secondary Tillage)	39
3.4 Pola Pengolahan Tanah.....	43
DAFTAR PUSTAKA.....	50

BAB 4 PERANAN IKLIM DALAM PERTANIAN	51
4.1 Pendahuluan.....	51
4.2 Iklim dan Budidaya Pertanian.....	52
4.3 Dampak Perubahan Iklim terhadap Pertanian	56
4.3.1 Perubahan Produktivitas Pertanian.....	57
4.3.2 Dampak Terhadap Sumberdaya Tanah dan Air	60
4.3.3 Dampak terhadap Aktivitas Gulma, Hama dan Penyakit Tanaman.....	62
DAFTAR PUSTAKA.....	69
BAB 5 BIBIT DAN BENIH.....	75
5.1 Pendahuluan.....	75
5.2 Bibit	76
5.2.1 Pemilihan Bibit	80
5.2.2 Faktor yang Mempengaruhi Keberhasilan Penyediaan Bibit.....	81
5.3 Benih	84
5.3.1 Struktur Benih.....	84
5.3.2 Penanaman dengan Benih	84
5.3.3 Benih Bermutu Bersertifikat	85
5.3.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Mutu Benih.....	89
5.4 Perlakuan Benih	90
5.5 Keuntungan Penggunaan Bibit dan Benih Berkualitas....	91
DAFTAR PUSTAKA.....	93
BAB 6 KEBUTUHAN TANAMAN AKAN UNSUR HARA	97
6.1 Pendahuluan.....	97
6.2 Hara Tanaman	97
6.2.1 Unsur Hara Esensial Tanaman	98
6.2.2 Unsur-unsur Hara Lain yang Bermanfaat.....	104
6.3 Hukum Minimum Liebig.....	104
6.4 Penyerapan dan Pengangkutan Unsur Hara.....	106
6.4.1 Intersepsi akar tanaman	106
6.4.2 Aliran Massa larutan.....	106
6.4.3 Difusi	107

6.5 Pengaruh pH terhadap Ketersediaan Unsur Hara.....	108
6.6 Kekahatan Hara pada Tanaman	109
DAFTAR PUSTAKA.....	111
BAB 7 DINAMIKA NITROGEN, FOSFOR DAN KALIUM DI DALAM TANAH	113
7.1 Nitrogen, Fosfor dan Kalium sebagai Sumber Unsur Hara dalam Budidaya Pertanian	113
7.1.1 Pendahuluan	113
7.1.2 Aspek Produksi, Konsumsi dan Harga Pupuk N, P dan K.....	117
7.1.3 Penggunaan Pupuk Berlebihan dan Dampak Lingkungan.....	120
7.2 Kebutuhan Tanaman dan Dinamika Nitrogen di Dalam Tanah.....	123
7.2.1 Bentuk dan Proses Siklus Nitrogen.....	126
7.2.2 Bentuk Nitrogen Dalam Tanah.....	130
7.2.3 Kehilangan dan Kelebihan Nitrogen	132
7.3 Kebutuhan Tanaman dan Dinamika Fosfor di Dalam Tanah	133
7.3.1 Bentuk dan Proses Siklus Fosfor	133
7.3.2 Kehilangan dan Masalah dalam Aplikasi Fosfor.....	136
7.4 Kebutuhan Tanaman dan Dinamika Kalium di Dalam Tanah	139
7.4.1 Bentuk dan Proses Siklus Kalium	139
7.4.2 Permasalahan dalam Aplikasi dan Rekomendasi Kalium.....	142
DAFTAR PUSTAKA.....	146
BAB 8 KLASIFIKASI DAN MACAM PUPUK	153
8.1 Pendahuluan.....	153
8.2 Pupuk Berdasarkan Asal Pembuatan.....	154
8.2.1 Pupuk Alam.....	156
8.2.2 Pupuk Buatan/ Anorganik.....	163
8.3 Berdasarkan Bentuk dan Cara Aplikasi	169

8.4 Berdasarkan Kadar Unsur Hara	170
8.5 Berdasarkan Kelarutan	171
8.6 Pupuk Lepas Lambat (<i>Slow Release Fertilizer</i>)	171
DAFTAR PUSTAKA.....	173
BAB 9 WAKTU DAN CARA PEMUPUKAN	177
9.1 Pendahuluan.....	177
9.2 Waktu Pemupukan	178
9.2.1 Pemupukan Sebelum Pengolahan Tanah	178
9.2.2 Pemupukan Dasar.....	179
9.2.3 Pemupukan Susulan	181
9.3 Cara Pemupukan Bentuk Padat.....	182
9.3.1 Sebar	182
9.3.2 Penempatan.....	183
9.4 Cara Pemupukan Bentuk Cair/Larutan	184
9.4.1 Larutan Starter	184
9.4.2 Pupuk Daun (<i>Foliar Application</i>).....	185
9.4.3 Fertigasi	185
9.4.4 Injeksi Ke Dalam Tanah.....	186
DAFTAR PUSTAKA.....	187
BAB 10 PERBANYAKAN TANAMAN	189
10.1 Pendahuluan.....	189
10.2 Perbanyak Tanaman Secara Seksual	190
10.3 Perbanyak Secara Aseksual.....	192
10.4 Perbanyak Tanaman Kultur Jaringan.....	198
DAFTAR PUSTAKA.....	199
BAB 11 CARA BUDIDAYA TANAMAN PANGAN	201
11.1 Pendahuluan.....	201
11.2 Tanaman Padi (<i>Oryza sativa L.</i>)	202
11.2.1 Persemaian	203
11.2.2 Pengolahan Lahan.....	204
11.2.3 Penanaman	205
11.2.4 Penyulaman.....	205
11.2.5 Pemupukan.....	206

11.2.6	Penyiangan.....	206
11.2.7	Pengairan	207
11.2.8	Pengendalian Hama dan Penyakit.....	207
11.2.9	Panen dan Pascapanen.....	208
11.3	Tanaman Jagung (<i>Zea Mays L.</i>).....	209
11.3.1	Penyiapan Benih.....	209
11.3.2	Pengolahan Lahan.....	210
11.3.3	Pembuatan Bedengan.....	211
11.3.4	Penanaman	212
11.3.5	Penyiangan.....	212
11.3.6	Pembumbunan	213
11.3.7	Pemupukan.....	213
11.3.8	Pengairan	215
11.3.9	Pengendalian Hama dan Peyakit.....	215
11.3.10	Panen dan Pascapanen.....	216
11.4	Tanaman Kedelai (<i>Glycine Max L.</i>)	216
11.4.1	Pemilihan Benih	219
11.4.2	Persiapan Lahan.....	220
11.4.3	Penanaman	220
11.4.4	Pengairan	220
11.4.5	Penyiangan.....	221
11.4.6	Pemupukan.....	221
11.4.7	Pengendalian Hama dan Penyakit.....	221
11.4.8	Panen.....	222
11.5	Tanaman Ubi Kayu (<i>Ipomoea Batatas</i>)	222
11.5.1	Pembibitan	222
11.5.2	Pengolahan Lahan.....	223
11.5.3	Pembuatan Bedengan.....	224
11.5.4	Pengapuran.....	224
11.5.5	Penanaman	224
11.5.6	Penyulaman.....	225
11.5.7	Penyiangan dan Pembumbunan	225
11.5.8	Perempelan dan Pemangkasan.....	225

11.5.9 Pemupukan.....	226
11.5.10 Pengairan	226
11.5.11 Pengendalian Hama dan Penyakit.....	226
11.5.12 Panen dan Pascapanen.....	227
DAFTAR PUSTAKA.....	228
BAB 12 CARA BUDIDAYA TANAMAN SAYURAN	231
12.1 Pendahuluan.....	231
12.2 Budidaya Tanaman Sayur Daun (Bayam)	232
12.3 Budidaya Tanaman Sayuran Bunga (Kembang Kol).....	234
12.4 Budidaya Tanaman Sayuran Buah (Tomat).....	238
12.5 Budidaya Tanaman Sayuran Umbi (Kentang)	241
12.6 Budidaya Tanaman Sayuran Polong dan Biji (Kacang)	244
DAFTAR PUSTAKA.....	248
BAB 13 HAMA TANAMAN PANGAN DAN CARA PENGENDALIANNYA.....	251
13.1 Pendahuluan.....	251
13.2 Tanaman Padi (<i>Oryza sativa L.</i>)	252
13.3 Jagung (<i>Zea mays L.</i>).....	258
13.4 Kedelai (<i>Glycine max L.</i>).....	261
13.5 Kacang Tanah (<i>Arachis hypogaeae L.</i>)	263
13.6 Kacang Hijau (<i>Vigna radiata L.</i>).....	265
13.7 Singkong (<i>Manihot utilissima</i>).....	268
DAFTAR PUSTAKA.....	270
BAB 14 PANEN TANAMAN TOMAT YANG TEPAT	273
14.1 Pendahuluan.....	273
14.2 MORFOLOGI TANAMAN TOMAT	274
14.3 Panen Tanaman Tomat	275
14.3.1 Penentuan.....	275
14.3.2 Cara Panen Tomat.....	281
14.3.3 Pemeraman tomat	286
14.3.4 Grading dan Sortasi Tomat.....	288
14.3.5 Pembersihan	292
14.3.6 Pengemasan	297

14.4 Penutup	306
DAFTAR PUSTAKA.....	307
BAB 15 PASCA PANEN	311
15.1 Pendahuluan.....	311
15.2 Tahapan Pasca Panen.....	312
15.2.1 Pembersihan	313
15.2.2 Sortasi Dan Gradding	315
15.2.3 Pengeringan.....	316
15.2.4 Pendinginan.....	320
15.2.5 Pengemasan	321
15.2.6 Penyimpanan.....	322
DAFTAR PUSTAKA.....	324
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Proyeksi pertumbuhan jumlah penduduk	1
Gambar 1.2. Rata-rata dan konsumsi beras (kiri) dan Jagung (kanan) tahun 2017	2
Gambar 1.3. Rata-rata dan konsumsi beras (kiri) dan Jagung (kanan) tahun 2017	2
Gambar 1.4. kurma, tanaman polong-polongan, dan gandum.....	4
Gambar 1.5. Panen Padi.....	4
Gambar 1.6. Budidaya tanaman tebu membuka lapangan pekerjaan masyarakat sekitar. (a) proses tanam, (b) Pemupukan, (c) tebang, (d) muat tebu ke armada angkut....	7
Gambar 1.7. Tanaman Jeruk Semboro (atas), Tanaman Apel Malang (bawah)	8
Gambar 1.8. Proses Fotositesis.....	9
Gambar 1.9. Proses Budidaya tanaman padi.....	10
Gambar 1.10. Fase pertumbuhan tanaman padi.....	11
Gambar 1.11. Kesesuaian tipe varietas dengan bulan tanam	12
Gambar 1.12. Kesesuaian varietas dengan tipologi lahan	12
Gambar 3.1. Pengolahan tanah minimum	33
Gambar 3.2. Pengolahan tanah maximum	33
Gambar 3.3. Pengolahan tanah no tillage	34
Gambar 3.4. Bajak Singkal	35
Gambar 3.5. Hasil Pengolahan Tanah dengan Bajak Singkal.	36
Gambar 3.6. Bajak Piring.....	36
Gambar 3.7. Bajak Rotari.....	37
Gambar 3.8. Bajak <i>Chisel</i>	38
Gambar 3.9. Bajak <i>Subsoil</i> (Bawah Tanah)	38

Gambar 3.10. Bajak Raksasa (<i>Giant Plow</i>)	39
Gambar 3.11. Garu (<i>Harrow</i>)	41
Gambar 3.12. Pengolahan tanah dengan Garu.	41
Gambar 3.13. <i>Land Rollers</i>	43
Gambar 3.14. Pengolahan Tanah Pola Tengah.....	44
Gambar 3.15. Alur pada Tepi Lahan.....	44
Gambar 3.16. Pengolahan Tanah Pola Tepi	45
Gambar 3.17. Alur Mati	45
Gambar 3.18. Pola Keliling Tengah	46
Gambar 3.19. Pola Keliling Tepi.....	47
Gambar 3.20. Pola Bolak Balik Rapat.....	47
Gambar 3.21. Pola Spiral.....	48
Gambar 3.22. Pola Lompat Kijang	49
Gambar 4.1. Kegiatan Pertanian di Negara Tropis	51
Gambar 4.2. Dampak Kekeringan pada Lahan Budidaya Pertanian.....	53
Gambar 4.3. Banjir yang Menggenangi Lahan Budidaya Pertanian.....	54
Gambar 4.4. Embun Beku yang Melapisi Tanaman Hortikultura di Dieng.....	55
Gambar 4.5. Aktivitas Penyerbukan oleh Serangga	59
Gambar 4.6. Dampak Serangan Hama dan Penyakit pada Tanaman Cabai.....	63
Gambar 5.1. Ilustrasi teknik perbanyakan kaktus dan sukulen (a)Rhizome/rimpang, (b)umbi lapis/ bulbs, (c)stolon, (d)kuncup adventif daun, (e)umbi batang	76
Gambar 5.2. Ilustrasi teknik perbanyakan kaktus dan sukulen dengan stek dan pemisahan anakan	79
Gambar 5.3. Ilustrasi teknik grafting pada Adenium	79
Gambar 5.4. Representasi kultur jaringan pisang	80

Gambar 5.5. Berbagai warna label dan label pada bibit jeruk	83
Gambar 5.6. Label warna benih	86
Gambar 5.7. Label Benih Penjenis	87
Gambar 5.8. Benih Dasar	88
Gambar 5.9. Benih Pokok.....	88
Gambar 5.10. Benih Sebar	89
Gambar 6.1. Unsur Hara Penyusun Tanaman.....	98
Gambar 6.2. Hasil Tanaman Ditentukan oleh Jumlah K (Kalium).....	105
Gambar 6.3. Proses Penyerapan Unsur Hara.....	108
Gambar 6.4. Pengaruh pH terhadap Ketersediaan Hara.....	109
Gambar 6.5. Gejala Kekahatan Hara pada Tanaman.....	110
Gambar 7.1. Kapasitas produksi PT Pupuk Indonesia 2023.....	117
Gambar 7.2. Tren Konsumsi Global per Jenis Pupuk N, P dan K.....	117
Gambar 7.3. Harga Pupuk Internasional	118
Gambar 7.4. Konsep Kesuburan pada Lapisan Tanah/ Pedosfer	121
Gambar 7.5. Siklus Nitrogen.....	128
Gambar 7.6 Siklus Fosfor	135
Gambar 7.7. Kadar pH Tanah Mempengaruhi Ketersediaan P	137
Gambar 7.8. Siklus Kalium.....	140
Gambar 8.1. Klasifikasi pupuk berdasarkan asal pembuatannya.....	155
Gambar 8.2. Pupuk kompos matang (siap diaplikasikan).....	157
Gambar 8.3. Pengaplikasian pupuk kandang ayam sebagai pupuk dasar dalm budidaya kentang	160

Gambar 8.4. Penanaman kacang tanah sebagai tanaman rotasi sekaligus pupuk hijau	161
Gambar 8.5. Pupuk Kascing atau vermikompos hasil pengolahan limbah peternakan sapi	162
Gambar 8.6. Pupuk UZAAKH berbentuk granul	172
Gambar 9.1. Tampilan samping dan belakang dari sistem nosel semprot yang digunakan untuk injeksi pupuk cair	186
Gambar 10.1. Skema Beberapa Teknik Perbanyakan Tanaman	190
Gambar 10.2. Persemaian biji/benih	192
Gambar 10.3. Tahap pola pertumbuhan taka asal umbi empu. (1) pertumbuhan tunas, (2) pertumbuhan stolon, (3) pembentukan umbi, (4) pertumbuhan tajuk tanaman	194
Gambar 10.4. Stek	195
Gambar 10.5. Langkah-langkah mencangkok pada tanaman manga	196
Gambar 10.6. Tahapan Okulasi	197
Gambar 12.1. Tray Semai	234
Gambar 14.1. Warna buah tomat Tora IPB pada umur yang berbeda	280
Gambar 14.2. Teknik memetik tomat (1)	283
Gambar 14.3. Teknik memetik tomat (2)	283
Gambar 14.4. Buah tomat terlepas dari pohonnya.....	284
Gambar 14.5. Teknik panen menggunakan cincin pisau	285
Gambar 14.6. Teknik panen menggunakan gunting	g285
Gambar 14.7. Tingkat kematangan buah tomat	286
Gambar 14.8. Mesin roller grading	291
Gambar 14.9. Mesin TEP – 5	292
Gambar 14.10. Pembersihan tomat (1)	292

Gambar 14.11. Pembersihan tomat.....293

Gambar 14.12. Pengemasan buah tomat.....297

Gambar 14.13. Buah tomat yang dikemas dengan
plastik potiyetilen.....301

Gambar 15.1. Pengeringan Menggunakan Sinar
Matahari.....318

Gambar 15.2. Pengering Tipe Rak.....320

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Pengaruh Pemberian Pupuk NPK terhadap jumlah buah tanaman tomat.....	5
Tabel 1.2. Pengaruh Pemberian Pupuk NPK terhadap bobot buah tanaman tomat.....	6
Tabel 1.3. Pengaruh Pemberian Pupuk NPK terhadap kadar gula buah tanaman tomat.....	6
Tabel 5.1. Rata-rata efisiensi usahatani padi sawah MT September-Desember 2014.....	91
Tabel 6.1. Hara esensial, konsentrasi dan fungsinya pada tanaman	100
Tabel 6.2. Unsur hara tersedia untuk tanaman dan sumbernya.....	103
Tabel 6.3. Hara esensial dan bentuk ionik tersedia untuk tanaman.....	103
Tabel 7.1. Macam Komoditas Pupuk dan Kandungan Nutrisinya	115
Tabel 7.2. Mobilitas nutrisi N, P, dan K dalam tanaman, bentuk adsorpsi dan mekanisme dominan mobilisasi dari tanah ke akar.	123
Tabel 7.3. Bentuk dan Proses Utama yang Terjadi dalam Siklus Nitrogen di Ekosistem Terestrial	126
Tabel 8.1. Kelebihan dan kekurangan pupuk alam	156
Tabel 8.2. Kandungan unsur hara pada beberapa jenis kotoran hewan.....	159
Tabel 8.3. Kelebihan dan kekurangan penggunaan pupuk buatan.....	164
Tabel 8.4. Jenis pupuk majemuk beserta karakteristik yang dimiliki	167

Tabel 9.1. Tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun dan bobot kering tanaman kubis pada beberapa dosis dan waktu pemberian pupuk kandang ayam..... 179

Tabel 9.2. Umur berbunga, umur panen, bobot buah dan jumlah buah tanaman cabai pada beberapa jenis pupuk dasar 180

Tabel 9.3. Pemupukan susulan unsur N, P dan K beberapa komoditas tanaman..... 181

Tabel 14.1. Komposisi likopen dan β -karoten pada berbagai tingkat kematangan buah tomat..... 280

Tabel 14.2. Spesifikasi persyaratan mutu..... 289

Tabel 15.1 Kriteria Sortasi Beberapa Jenis Sayuran..... 316

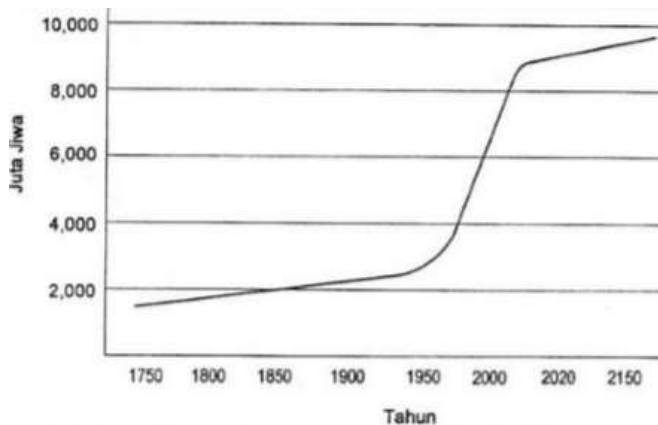
BAB 1

KONSEP BUDIDAYA TANAMAN

Oleh Basuki

1.1 Pendahuluan

Makhluk hidup tumbuh dan berkembang membutuhkan asupan makanan untuk menunjang kebutuhan hidup. Saat tahun 1990 sebelum revolusi hijau dalam mendapatkan makanan terutama hijau berupa sayur dan buah mudah didapatkan karena potensi tanaman yang dapat dimanfaatkan mudah didapatkan. Didukung dengan areal lahan yang luas dan belum terdegradasi oleh baik dari segi kesuburan, kualitas lahan dan kesehatan (Wardani *et al.*, 2019). Sejak dicanangkan revolusi hijau yang dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya meningkatnya jumlah penduduk yang berdampak pada meningkatnya kebutuhan akan bahan pangan meningkat.



Gambar 1.1. Proyeksi pertumbuhan jumlah penduduk

Gambar 1.1., menunjukkan bahwa jumlah penduduk meningkat dan diproyeksikan tahun 2150 meningkat secara optimum sampai 10.000 juta jiwa. Peningkatan jumlah penduduk secara langsung meningkatkan kebutuhan terutama bahan pangan. Tahun 2017 kebutuhan beras dan jagung fluktuatif di berbagai wilayah di Indonesia dan terdapat wilayah yang nilainya diatas rata-rata yang mengharuskan untuk pemenuhan bahan pangan secara optimal (Gambar 1.2.).



Gambar 1.2. Rata-rata dan konsumsi beras (kiri) dan Jagung (kanan) tahun 2017



Gambar 1.3. Rata-rata dan konsumsi beras (kiri) dan Jagung (kanan) tahun 2017

1.2 Pengertian Budidaya Tanaman

Berkebangnya peradaban manusia sangat berkorelasi dengan inovasi teknologi budidaya tanaman mulai dari teknik sederhana sampai menggunakan teknologi yang tinggi untuk

tujuan tertentu(Risma, 2015). Peradaban manusia dapat dilihat dari kegiatan pertanian terutama dalam proses budidaya tanaman. Para ilmuwan mengklaim bahwa peradaban yang melakukan budidaya pertanian dan berkembang dimulai dari dataran lembah euftrat dan trigris timur tengah . Bukti yang ditunjukkan ditemukan adanya komoditas yang dibudidayakan seperti kurma, tanaman polong-polongan, dan gandum. Budidaya tanaman merupakan usaha yang dilakukan manusia untuk menghasilkan hasil produk. Proses budidaya tanaman memerlukan teknik agar berhasil sehingga istilah teknik budidaya pertanian sangat penting untuk menghasilkan hasil berupa bahan pangan dan produk lain yang memanfaatkan bahan dari tanaman.



Gambar 1.4. kurma, tanaman polong-polongan, dan gandum

Ruang lingkup budidaya tanaman sangat luas meliputi budidaya tanaman perkebunan, budidaya tanaman pangan, budidaya tanaman buah, budidaya tanaman hortikultura. Ciri dari budidaya pertanian terbagi atas 2 yaitu kegiatan yang dilakukan

dalam cangkupan yang luas (pengelolaan tanah, proses tanam, pemeliharaan, panen, dan paska panen), dan memiliki resiko yang tinggi karena melibatkan makhluk hidup (tanaman) yang diusahakan dan dirawat dengan baik untuk menghasilkan produk yang diinginkan(Basuki *et al.*, 2022).

1.3 Manfaat Budidaya Tanaman

Budidaya tanaman memiliki manfaat yang banyak bagi kehidupan manusia. Adapun manfaat budidaya tanaman sebagai berikut:

1. Keuntungan dari segi ekonomi, dimana budidaya tanaman dapat memberikan ladang pekerjaan yang dapat memebrikan keuntungan bagi pemilik. Sebagai contoh petani yang mengelola lahan sawah dalam luasan 1 hektar dapat menghasilkan produk gabah sebesar 7-8 juta dalam 1 kali musim panen. Dimana biaya produksi yang digunakan rata-rata 12,67 juta dan dijual hasil panen non Jerami sebesar 19,67 juta (Kominfo Jatim).



Gambar 1.5. Panen Padi

2. Mendapatkan kualitas hasil tanaman yang maksimal. Tanaman yang ditanam tergantung perawatan dari pengelola sehingga kualitas akan didapatkan. Contoh lahan yang ditanami tanaman tomat, dimana lahan miskin unsur hara bilamana pengelola mengelola dengan pemupukan yang seimbang dan tercukupi dengan berprinsip 5 tepat maka akan mendapatkan kualitas produk tomat yang optimal. 5 tepat pemberian pupuk diantaranya tepat jenis, tepat dosis, tepat waktu, tepat cara, tepat sasaran. 5 tetap ini harus digunakan sebagai dasar dalam pengelolaan semua budidaya tanaman sehingga kehilangan hasil panen dapat ditekan seminim mungkin.

Tabel 1.1. Pengaruh Pemberian Pupuk NPK terhadap jumlah buah tanaman tomat

Perlakuan	H1	H2	H3	Rata-Rata
P0	21,4	19,0	24,7	21,0
P1	20,7	23,0	28,7	24,2
P2	16,0	27,0	18,7	20,6
Rata-rata	19,4	22,4	24,0	

Keterangan: H1, H2 dan H3 adalah dosis pupuk hayati mikotricho berturut-turut 10 g, 30 g, dan 50 g tanaman-1. P0, P1 dan P2 adalah pengurangan dosis pupuk N-P-K dari anjuran berturut-turut sebesar 0%, 25% dan 50%. (Rokhminarsi, et al, 2020).

Tabel 1.2. Pengaruh Pemberian Pupuk NPK terhadap bobot buah tanaman tomat

Perlakuan	H1	H2	H3	Rata-Rata
P0	263,7	547,2	251,4	354,1
P1	124,2	189,7	462,8	258,9
P2	90,5	463,0	157,8	237,1
Rata-rata	159,5	400,0	290,7	

Keterangan: H1, H2 dan H3 adalah dosis pupuk hayati mikotricho berturut-turut 10 g, 30 g, dan 50 g tanaman-1. P0, P1 dan P2 adalah pengurangan dosis pupuk N-P-K dari anjuran berturut-turut sebesar 0%, 25% dan 50%. (Rokhminarsi, et al, 2020).

Tabel 1.3. Pengaruh Pemberian Pupuk NPK terhadap kadar gula buah tanaman tomat

Perlakuan	H1	H2	H3	Rata-Rata
P0	5,67	5,00	6,07	5,58
P1	5,00	5,00	4,27	4,76
P2	5,40	4,57	5,73	5,27
Rata-rata	5,35	4,88	5,35	

Keterangan: H1, H2 dan H3 adalah dosis pupuk hayati mikotricho berturut-turut 10 g, 30 g, dan 50 g tanaman-1. P0, P1 dan P2 adalah pengurangan dosis pupuk N-P-K dari anjuran berturut-turut sebesar 0%, 25% dan 50%. (Rokhminarsi, et al, 2020).

3. Membuka lapangan pekerjaan dimana dalam system budidaya tanaman tidak terlepas dari pekerjaan yang membutuhkan tenaga untuk proses pekerjaan. Sebagai

contoh dalam proses tanam padi, proses panen membutuhkan tenaga manusia untuk dapat menyelesaikan tepat waktu, walaupun sekarang sudah ada tenaga mesin yang mengurangi tenaga manusia dalam proses budidaya tanaman.



Gambar 1.6. Budidaya tanaman tebu membuka lapangan pekerjaan masyarakat sekitar. (a) proses tanam, (b) Pemupukan, (c) tebang, (d) muat tebu ke armada angkut.

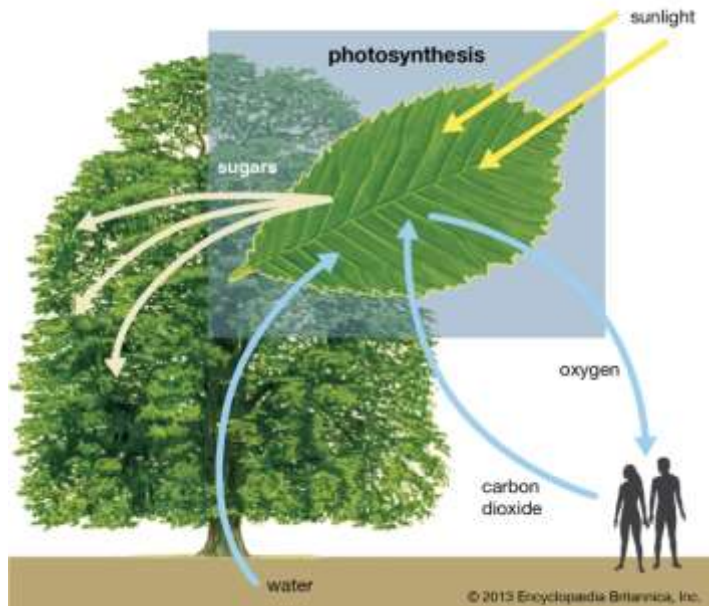
4. Proses budidaya tanaman merupakan bagian dari eksplorasi potensi sumberdaya alam di wilayah. Tiap wilayah memiliki kekhasan masing-masing yang ditinjau dari lingkungan seperti jenis tanah, iklim, suhu, curah hujan, ketinggian, sosial budaya dimana akan memiliki kekhasan dalam jenis, macam dan cara pengelolaan tanaman. Sebagai contoh Jember melalui wilayah Semboro dimana lahan sesuai untuk tanaman jeruk dan terkenal di luar wilayah untuk komoditas

jeruk semboro. Malang dengan kondisi wilayah pengunungan dan cocok dengan tanaman apel, produk apel sangat terkenal dengan nama apel malang.



Gambar 1.7. Tanaman Jeruk Semboro (atas), Tanaman Apel Malang (bawah)

5. Budidaya tanaman berpengaruh terhadap kesehatan, menciptakan udara yang bersih. Tanaman mampu menyerap zat beracun dan mampu memberikan oksigen melalui proses fotosintesis.



Gambar 1.8. Proses Fotositesis

1.4 Macam-Macam Budidaya Tanaman

Budidaya tanaman terbagi atas berbagai macam meliputi budidaya tanaman pangan, budidaya tanaman sayur, budidaya tanaman perkebunan, budidaya tanam hias, budidaya tanaman buah, budidaya tanaman obat. Tiap budidaya tanaman memiliki kekhasan masing-masing dalam pengelolaannya.

1.4.1 Budidaya Tanaman Pangan

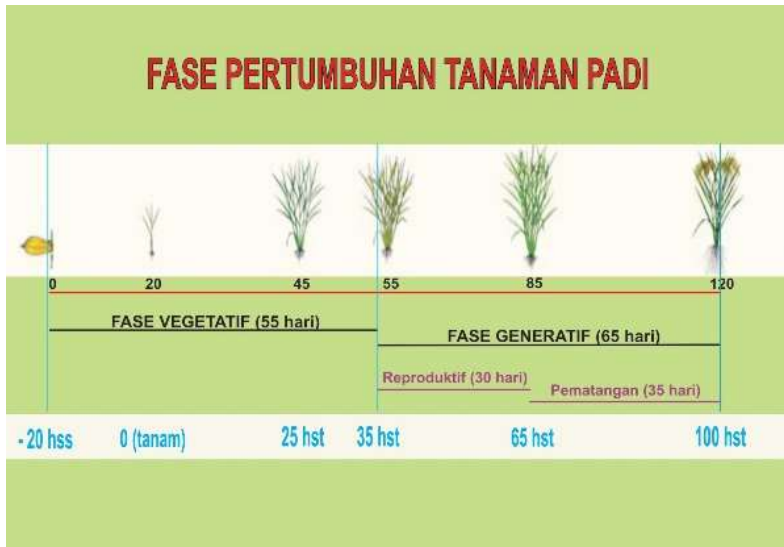
Tanaman pangan terbagi atas tanaman biji-bijian atau sereal (padi dan jagung), tanaman polong semusim (kedelai, kacang tanah, dan kacang hijau), dan tanaman umbi-umbian (ubi kayu dan ubi jalar). Tanaman padi merupakan tanaman yang umum di Indonesia dan sebagian besar petani membudidayakan tanaman padi. Padi terbagi atas padi irigasi, padi rawa, padi tadah hujan. Tiap jenis padi memiliki karakteristik penyesuaian terhadap lingkungan agar tumbuh dengan optimal. Walaupun sesuai

tanaman padi memerlukan perawatan yang intensif agar kuantitas dan kualitas sesuai yang diharapkan. Adapun kegiatan dalam budidaya tanaman padi terbagi atas pemilihan bibit unggul, persemaian, pengolahan tanah, transpalnting bibit ke lahan, pemupukan, penyiangan, pengendalian hama dan penyakit, panen, dan pasca panen(Basuki *et al.*, 2023).



Gambar 1.9. Proses Budidaya tanaman padi

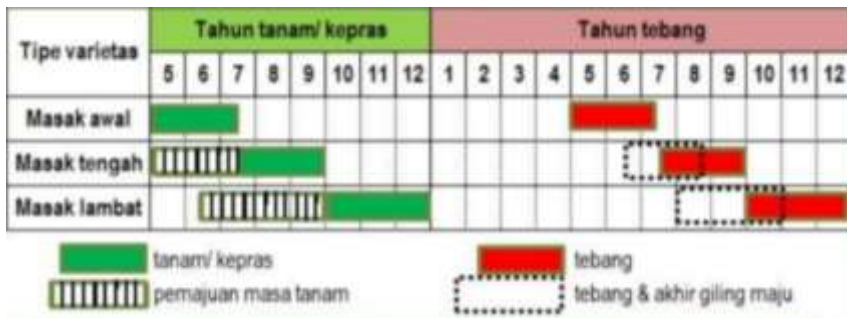
Padi tumbuh dan berkembang terbagi atas 2 fase yaitu fase vegetatif dan fase generatif. Fase vegetatif untuk padi genjah membutuhkan waktu 55 hari dimana pada fase ini tanaman padi tumbuh dan memperbanyak anakan, sedangkan fase selanjutnya yaitu fase generatif yang membuthkan waktu 65 hari, pada fase ini tanaman padi sudah terjadi pengisian bulir dan pematangan buah.



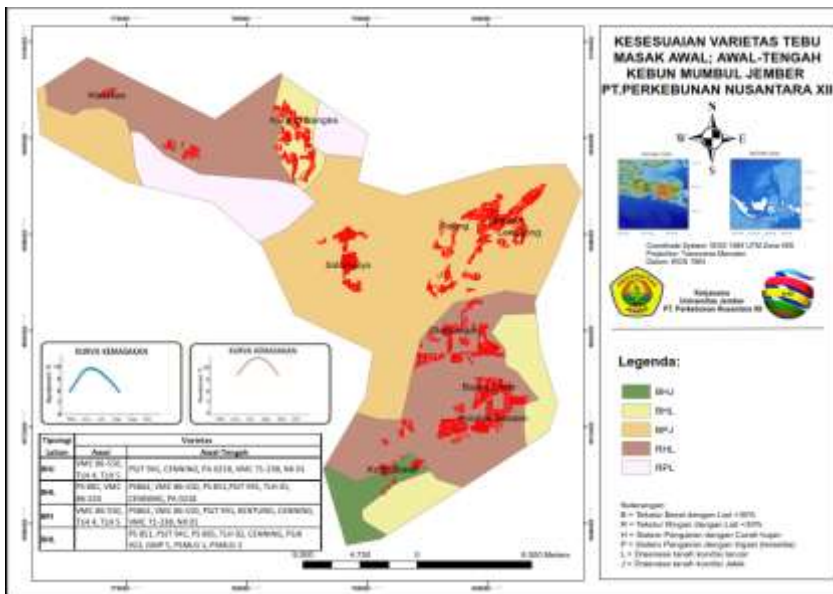
Gambar 1.10. Fase pertumbuhan tanaman padi

1.4.2 Budidaya Tanaman Perkebunan

Tanaman perkebunan merupakan tanaman yang dibudidayakan dalam lauasan yang luas dan biasanya dalam proses penggunaannya untuk manusia masih perlu pemrosesan lanjutan. Contoh tanaman perkebunan seperti tembakau, tebu, kopi, kakao, karet, kelapa sawit, dan lainnya. Tanaman perkebunan dalam proses budidaya tidak jauh berbeda dengan tanaman pangan yang membutuhkan ketepatan waktu baik pada proses penanaman sampai panen-pasca panen. Contoh tanaman perkebunan tebu, proses budidaya yang perlu diperhatikan yaitu varietas dan masa tanam. Tanaman tebu terbagi atas 3 tipe kemasakan yaitu masak awal, tengah, dan akhir. Bilamana varietas ini ditanam tidak sesuai bulan tanamnya maka nilai rendemen tidak optimal dan gula hasil yang diproses di pabrik tidak maksimal (Basuki *et al.*, 2015; Basuki, 2020; Basuki and Sari, 2020; Basuki and Winarso, 2021; Sari, Haryono and Basuki, 2021).



Gambar 1.11. Kesesuaian tipe varietas dengan bulan tanam



Gambar 1.12. Kesesuaian varietas dengan tipologi lahan

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2023. <https://kominfo.jatimprov.go.id/read/umum/42890#:~:text=Nilai%20produksi%20padi%20sawah%20per,19%2C67%20juta%2Fhektare>.
- Basuki *et al.* 2015. 'Analisis Cluster Sebaran Hara Makro dan Rekomendasi Pemupukan untuk Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* Linn.) Cluster Analysis of Macro Nutrient Distribution and Fertilization Recommendations for Sugarcane (*Saccharum officinarum* Linn.)', *Ilmu Pertanian*, 18(3), pp. 118–126.
- Basuki, B. 2020. 'Pemetaan Tipologi Dan Kesesuaian Varietas Tanaman Tebu Berdasarkan Karakteristik Lahan Dan Tanah Di Jatiroto Lumajang', *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri*, 12(1), p. 34. doi: 10.21082/btسم.v12n1.2020.34-44.
- Basuki, B. *et al.* 2022. *Budidaya Padi Integrasi Pertanian dan Peternakan Mendukung Produktivitas Padi*.
- Basuki, B. *et al.* 2023. 'Teknologi Penataan Pola Tanam Padi Sawah Berdasarkan Karakteristik Iklim Di Lahan Sub Optimal Das Sampian Lereng Gunung Ijen', *Jurnal Agrotek Tropika*, 11(1), pp. 159–168.
- Basuki, B. and Sari, V. K. 2020. 'Efektifitas Dolomit Dalam Mempertahankan pH Tanah Inceptisol Perkebunan Tebu Blimbing Djatiroto', *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri*, 11(2), p. 58. doi: 10.21082/btسم.v11n2.2019.58-64.
- Basuki and Winarso, S. 2021. 'Peta Sebaran pH Tanah, Bahan Organik Tanah, dan Kapasitas Pertukaran Kation sebagai Dasar Rekomendasi Aplikasi Bahan Organik dan Dolomit pada Lahan Tebu', *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri*, 13(2), pp. 78–93. doi: 10.21082/btسم.v13n2.2021.78-93.

- Risma, R. W. dan S. 2015. *Evaluasi Lahan Untuk Budidaya Tanaman Tebu. Buku-1 (STELA), Bahan Ajar Jurusan Tanah FPUB*.
- Rokhminarsi, E., Sri Utami, D. and Begananda. 2020. 'Hasil dan Kualitas Tomat pada Pemberian Pupuk Mikotricho', *J. Hort. Indonesia*, 11(3), pp. 192–201.
- Sari, V. K., Haryono, K. and Basuki. 2021. 'Respon Varietas Tebu Unggul Baru Terhadap Pemberian Nano Silika dan Cekaman Kekeringan Response of New Superior Cane Varieties to The Nano Silica Application and Water Stress', *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 21(2), pp. 91–98.
- Wardani, C. *et al.* 2019. 'Kinerja Ketahanan Beras Di Indonesia: Komparasi Jawa Dan Luar Jawa Periode 2005-2017', *Jurnal Ketahanan Nasional*, 25(1), p. 107. doi: 10.22146/jkn.41770.

BAB 2

DASAR-DASAR BERCOCOK TANAM

Oleh Murdaningsih

2.1 Pendahuluan

Bertani merupakan kegiatan yang telah dilakukan manusia sejak zaman prasejarah. Manusia telah mengembangkan keterampilan pertanian dari waktu ke waktu. Salah satu kegiatan terpenting dalam pertanian adalah menanam dan merawat tanaman untuk mencapai hasil yang diinginkan. Kegiatan tersebut berperan penting dalam memenuhi kebutuhan masyarakat akan pangan, serat dan bahan baku industri.

Pengetahuan dasar-dasar bercocok tanam dapat membantu meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan keberlanjutan pertanian. Selain itu, pemahaman yang baik tentang dasar-dasar bercocok tanam ini juga dapat membantu mengatasi tantangan dan masalah yang mungkin muncul selama proses pertumbuhan tanaman. Bercocok tanam juga meliputi pemilihan jenis tanaman yang cocok, persiapan tanah, penanaman benih atau bibit, perawatan tanaman dan pemanenan. Dengan perkembangan teknologi dan pengetahuan manusia, metode dan teknik pertanian telah berkembang secara signifikan. Namun pada dasarnya, ada beberapa prinsip dasar yang mendasari praktek pertanian.

Dalam memilih jenis tanaman yang tepat harus memperhatikan faktor iklim, kondisi tanah, ketersediaan air dan kebutuhan tanaman. Memilih tanaman yang tepat untuk lingkungan tumbuh tanaman adalah langkah pertama dalam mencapai hasil yang optimal. Selain itu, persiapan lahan yang baik merupakan bagian penting dari pertanian. Kegiatan persiapan lahan ini termasuk menghilangkan gulma dan sisa tanaman

sebelumnya, menggemburkan tanah, mengatur drainase dan memperbaiki struktur tanah. Berbagai cara pengolahan tanah seperti pengapuran dan pemupukan juga dapat digunakan untuk meningkatkan kesuburan tanah dan ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Persiapan lahan yang baik menciptakan kondisi yang optimal untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Teknik penanaman benih atau bibit yang tepat merupakan langkah selanjutnya dalam budidaya. Proses ini meliputi pemilihan benih atau bibit yang berkualitas, penentuan jarak tanam dan penanaman yang tepat, serta kondisi lingkungan yang akan mendukung pertumbuhan awal tanaman.

Sama pentingnya juga untuk kegiatan pemeliharaan tanaman. Perawatan tanaman meliputi penyiraman, pemupukan, pengendalian hama dan penyakit, serta pemangkasan bila diperlukan. Pada tahap pemeliharaan ini sangat penting untuk memahami kebutuhan tanaman dan mencegah terganggunya pertumbuhan tanaman.

Setelah tanaman dipanen, pasca panen dan pengolahan hasil merupakan tahap akhir budidaya. Panen tepat waktu dan teknik pengolahan yang baik menjamin hasil panen yang berkualitas tinggi dan memaksimalkan produksi.

Pada era global dan adanya kemajuan ilmu dan teknologi, maka Pertanian modern juga menggunakan teknologi seperti system irigasi otomatis, sistem sensor tanah atau metode penanaman hidroponik untuk meningkatkan efisiensi dan hasil panen.

Lebih lanjut dasar-dasar bercocok tanam ini akan menjelaskan pentingnya memilih jenis tanaman yang tepat, menyiapkan lahan, menanam benih atau pembibitan, merawat tanaman dan proses pemanenan. Penerapan prinsip-prinsip bercocok tanam secara hati-hati dan konsisten akan membantu petani mencapai hasil yang optimal. Namun, perlu diingat bahwa kondisi lingkungan dapat berbeda menurut lokasi dan tanaman.

Oleh karena itu, pengetahuan yang baik dan pengalaman praktis juga penting untuk keberhasilan pertanian.

2.2 Pengolahan Tanah

Sebelum pengolahan lahan, perlu persiapan lahan, dalam prakteknya hal ini dilakukan dengan cara membersihkan tanah dari sisa tanaman lama dan juga gulma yang masih ada di dalam lahan, agar tidak menjadi pesaing yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman utama yang kita tanam.

Membajak adalah salah satu langkah terpenting dalam proses bercocok tanam, dengan tujuan untuk menciptakan kondisi yang optimal untuk pertumbuhan tanaman dan untuk meningkatkan produktivitas tanaman secara keseluruhan. Tujuan pengolahan tanah yang pertama untuk memperbaiki struktur tanah yang terdegradasi atau mengalami masalah seperti kepadatan, kurangnya porositas atau kelembaban yang tidak seimbang. Cara pengolahan tanah yang benar dapat menggemburkan tanah, memperbaiki struktur tanah dan memperbaiki porositas tanah. Hal ini penting karena struktur tanah yang baik memungkinkan akar tanaman berkembang dengan baik dan menyerap oksigen, air dan unsur hara dengan lebih efisien. Salah satu cara untuk meningkatkan produksi jagalah adalah dengan sistem pengolahan tanah yang merupakan salah satu tindakan fisik dan mekanis dalam menyiapkan lahan untuk ditanami, yang untuk memperbaiki lingkungan perakaran tanaman (Dahmayanti, Febriani and Lekat, 2018).

Selanjutnya pengolahan tanah dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Bahan organik seperti mulsa atau kompos dapat ditambahkan melalui metode pengolahan tanah untuk meningkatkan jumlah bahan organik dan unsur hara. Selain itu, juga dapat membantu melepaskan unsur hara yang terkunci dalam bentuk yang tidak dapat diserap tanaman. Dengan cara pengolahan tanah ini dapat meningkatkan

kesuburan tanah dan memastikan bahwa tanaman menerima nutrisi yang cukup untuk tumbuh dengan baik.

Disamping itu pengolahan tanah dilakukan sekaligus mengendalikan pertumbuhan gulma, yang merupakan tanaman yang tidak diinginkan di areal pertanian yang dapat bersaing dengan tanaman dalam menggunakan sumber daya alam seperti air, sinar matahari dan nutrisi. Cara pengolahan tanah yang tepat dapat mengendalikan gulma dengan menghancurkan sistem akar rumput, mengurangi persaingan dengan tanaman, dan meminimalkan dampak negatif gulma terhadap hasil panen.

Lebih lanjut lagi dapat menyediakan dan menciptakan lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan tanaman. Berkat pengolahan tanah yang baik, struktur tanah menjadi gembur, dan porositas tanah meningkat, akar tanaman dapat menembus tanah dengan lebih mudah dan memiliki akses yang lebih baik untuk mendapatkan air, udara, dan nutrisi. Selain itu, pengolahan tanah dapat membantu mengatur drainase yang baik, mencegah pengairan yang berlebihan dan menjaga keseimbangan kelembaban tanah. Semua ini berkontribusi pada tanaman dapat tumbuh dengan baik dan mengoptimalkan produksi tanaman.

Dan yang terakhir pengolahan tanah dapat membantu mengurangi erosi tanah. Erosi tanah adalah proses dimana lapisan atas tanah terkikis oleh arus air atau angin kencang. Pengolahan tanah yang baik, seperti membuat pematang atau membuat terasering, terutama pada lereng atau di daerah pegunungan, dapat mengurangi erosi tanah. Hal ini penting karena erosi tanah dapat menurunkan kesuburan tanah, menyebabkan hilangnya lapisan tanah yang mengandung unsur hara penting, dan mengurangi kemampuan tanah menyimpan air. Dengan memahami dan menerapkan tujuan pengolahan tanah tersebut, petani dapat menciptakan kondisi tanah yang optimal untuk pertumbuhan tanaman dan meningkatkan produktivitas pertanian secara berkelanjutan.

Dalam praktik mengolah tanah, beberapa alat biasanya digunakan antara lain:

1. Cangkul: Cangkul merupakan salah satu alat yang paling sering digunakan dalam bercocok tanam. Alat ini memiliki pegangan kayu atau logam dan lingkaran melengkung di salah satu ujungnya. Cangkul digunakan untuk menggali, memecah dan meratakan tanah. Juga dapat digunakan untuk menghilangkan gulma dan sisa-sisa tanaman.
2. Sabit: Sabit adalah alat yang terdiri dari bilah melengkung yang dipasang pada gagang panjang. Sabit digunakan untuk memotong rumput atau gulma yang tumbuh di tanah atau di sekitar tanaman. Alat ini efektif digunakan untuk membersihkan lahan sebelum tanam dan mengurangi persaingan dengan tanaman.
3. Traktor: Traktor adalah alat mekanis yang sangat penting dalam pertanian modern. Traktor dilengkapi dengan berbagai alat seperti bajak yang dapat digunakan untuk mengerjakan tanah dengan cepat dan efisien. Traktor sangat berguna untuk mengolah lahan yang luas dan mempercepat penanaman. Namun pada tanah Andisol yang relatif gembur, bila dilakukan pengolahan tanah intensif dengan traktor akan mempercepat penguraian bahan organik dan proses pemadatan tanah, akibatnya nutrisi tanah dan produktivitas menurun, sehingga untuk pengolahan tanah hanya diperlukan cangkul. (H, Henny AR, Arsyad et al., 2022)
4. Bajak: Bajak adalah alat mekanis yang digunakan untuk membajak atau menggali jauh ke dalam bumi. Bajak dapat berupa bajak tangan yang ditarik kerbau atau bajak tangan, dapat juga berupa traktor atau bajak mesin. Alat ini membantu membalik dan menggemburkan tanah serta menyiapkan tanah untuk penanaman.

5. Plow: digunakan untuk membajak atau menggali tanah lebih dalam dan membalik tanah lapisan atas. Plow dapat digunakan untuk menghilangkan sisa-sisa tanaman, memotong rumput liar dan memperbaiki drainase tanah.
6. Cultivator: adalah alat yang digunakan untuk mengolah dan menggemburkan tanah. Penanam dilengkapi dengan gigi atau cakar tajam yang membantu menggemburkan tanah dan membersihkannya dari gulma. Alat ini juga digunakan untuk meratakan tanah dan menyiapkan lahan untuk penanaman.
7. Rotavator adalah alat mekanis yang digunakan untuk mengait dan memecah tanah. Rotavator memiliki bilah yang berputar cepat yang membantu memecah plot, memecah gulma, dan menyiapkan lahan untuk penanaman.
8. Penggaris tanah: digunakan untuk meratakan permukaan tanah setelah pengolahan. Alat ini membantu menciptakan tanah yang rata, mempermudah penanaman dan penyiraman. Alat ini dapat digunakan secara manual atau dengan bantuan mesin pertanian. Menggunakan alat pengolahan tanah yang tepat dan efisien mempercepat proses pengolahan tanah, meningkatkan produktivitas dan membantu petani mengelola pertanian dengan lebih baik.

Tahapan pengelolaan lahan umumnya dimulai dengan persiapan tanah yang meliputi pembersihan lahan dari gulma dan sisa-sisa tanaman yang ada. Juga, semua batu besar, kecil atau gumpalan yang mengganggu penanaman akan dibersihkan. Selain itu, penggemburan tanah dilakukan dengan alat seperti bajak, plow, atau cultivator yang digunakan untuk membajak atau pengolahan tanah lebih dalam. Proses penggemburan tanah ini membantu memecahkan gumpalan tanah, memperbaiki drainase dan memperbaiki struktur tanah. Selanjutnya setelah digemburkan dan meratakan permukaan tanah dengan penggaris untuk

memudahkan penanaman dan penyiraman. Langkah terakhir dalam pengolahan tanah adalah pemupukan dasar, terutama ketika kesuburan tanah rendah. Saat memilih pupuk dasar, disarankan untuk menambahkan bahan organik seperti pupuk kandang atau kompos untuk meningkatkan kesuburan tanah, dengan cara menyebarkannya secara merata dan mencampurkannya ke dalam tanah dengan cangkul atau peralatan budidaya lainnya. Untuk menghasilkan tanaman sawi yang optimal harus memperhatikan pengelolaan lahan dan pemberian pupuk untuk meningkatkan tinggi tanaman dan produksi sawi (Sebayang and Sebayang, 2020)

Demikian pula praktek pengolahan tanah yang sempurna pada lahan Ultisol dapat meningkatkan bobot kering kacang tanah varietas Gajah, meningkatkan bobot kering tanaman, mempercepat berbunga, menurunkan bobot kering gulma dan menghasilkan ginofor yang tidak jadi polong lebih sedikit (Cibro, 2022). Hal tersebut juga terjadi pada pengolahan tanah maksimal pada tanaman kedelai yang memberikan hasil terbaik pada jumlah polong, bobot 1000 butir, produksi per petak, bobot basah brangkasan dan bobot kering brangkasan (Hermanto, 2022)

2.3 Penanaman

Langkah-langkah pelaksanaan penanaman dalam bercocok tanam adalah penyiapan benih atau bibit yang bermutu dari sumber yang terpercaya. Sebelum menanam, periksa dahulu kondisi benih atau bibit untuk memastikan kondisi benih baik, tidak rusak, dan bebas dari penyakit atau hama. Jika perlu, sebelum ditanam, benih direndam, atau diberi perlakuan dengan insektisida atau nematisida, atau diperlakukan secara khusus lainnya. Perbedaan penerapan teknik penanaman, khususnya untuk perlakuan benih, penyiapan lahan dan cara budidaya oleh petani kopi tradisional dan petani kopi modern sangat berpengaruh terhadap produksi kopi. Petani modern dengan perlakuan benih dan

teknik penanaman yang baik dapat mencapai pertumbuhan dan hasil yang jauh lebih baik (Dahang and Munthe, 2020)

Sebelum melakukan penanaman, perlu juga ditentukan pola tanam yang benar, seperti jarak tanam yang mengatur ruang tumbuh tanaman, baik pertumbuhan tajuk dan pertumbuhan akar tanaman, serta komposisi tanaman. Teknis pemanfaatan ruang tumbuh dengan pengaturan jarak tanam dan penggunaan varietas jagung, penanaman dengan menggunakan jarak tanam 14 cm, 2 baris per bedengan dan penanaman dengan pola zigzag dengan populasi 99.000 tanaman/ha dan menghasilkan 13,35 ton/ha (Zhiwu *et al.*, 2019). Hal ini tergantung pada jenis tanaman dan cara budidaya yang dipilih, seperti tanam baris, tanam kelompok atau tanam persegi, atau sistem monokultur atau polikultur.

Sebelum menanam, harus dibuat lubang tanam dengan ukuran yang sesuai untuk ukuran benih atau bibit. Pastikan kedalaman dan lebar lubang sesuai dengan kebutuhan tanaman. Jarak antar lubang tanam harus sama, agar tanaman memiliki cukup ruang untuk pertumbuhan akar. Salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman adalah kedalaman tanam. Untuk tanaman padi, dengan kedalaman lubang tanam 2 cm diperoleh panjang akar paling baik sepanjang 4,6 cm (Imansyah and Rodhiya, 2020)

Kemudian dilakukan penanaman dengan hati-hati pada waktu memasukkan benih atau bibit pada lubang tanam agar akar tidak bengkok atau terjepit. selanjutnya lubang tanam ditutup secara perlahan dengan tanah yang halus, namun pastikan benih atau bibit yang dimasukkan cukup baik. Di akhir penanaman, perlu dilakukan penyiraman yang cukup untuk mendapatkan kelembapan yang cukup untuk memulai proses pertumbuhan tanaman.

2.4 Pemeliharaan

Keberhasilan bercocok tanam juga ditentukan oleh tindakan pemeliharaan yang dilakukan. Kegiatan pemeliharaan meliputi penyiraman untuk menyediakan air yang cukup bagi tanaman, yang sangat penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Penyiraman yang dilakukan sesuai dengan kebutuhan tanaman, penyiraman secara teratur dan menghindari penyiraman yang berlebihan. Pola irigasi tanaman padi menunjukkan pengaruh nyata terhadap berat gabah per rumpun dan berat per petak.(Siregar and Nasution, 2019)

Kegiatan pemeliharaan selanjutnya adalah pemupukan, dimana tanaman membutuhkan unsur hara yang cukup untuk pertumbuhan dan produksi tanaman. Saat pemupukan, harus memperhatikan dosis pemupukan yang tepat sesuai kebutuhan tanaman. Pemupukan yang tidak seimbang dan tidak tepat waktu menyebabkan produksi yang kurang optimal (Sehar, Maryani and Azhar, 2022). Pemupukan dapat dilakukan dengan pupuk organik maupun anorganik tergantung pada tahap pertumbuhan tanaman.

Selama musim pertumbuhan tanaman, gulma juga perlu dikendalikan, karena gulma dapat bersaing dengan tanaman utama untuk mendapatkan air, nutrisi, dan sinar matahari. Pengendalian gulma dengan memotong gulma, menghilangkan gulma yang tumbuh atau menggunakan herbisida selektif yang tidak membahayakan tanaman. Bentuk pengendalian gulma berupa Penyiangan gulma dilakukan sebelum tanaman berbunga atau sebelum pembentukan umbi. Hasil penelitian pengendalian gulma secara mekanis pada umur 1 MST, 2 MST dan 3 MST paling efektif dan efisien dalam menekan pertumbuhan gulma dan mencapai produktivitas tanaman kedelai setara dengan perlakuan tanpa gulma dan lebih baik dibandingkan dengan perlakuan herbisida (Efendy, Yudono and Respatie, 2020)

Pemeliharaan tanaman juga dapat meliputi pemangkasan untuk membentuk struktur tanaman, memperbaiki ventilasi dan pencahayaan serta merangsang tumbuhnya tunas baru. Pemangkasan dapat dilakukan pada bagian tanaman yang tidak perlu atau tumbuh tidak teratur, misalnya dahan yang mati, dahan yang tumpang tindih atau dahan yang terlalu panjang, sehingga batang utama tanaman dapat tumbuh lebih baik. Pertumbuhan tanaman harus dikendalikan untuk mengurangi organ vegetatif dan memaksimalkan produksi selama masa reproduksi. Pemangkasan tanaman mentimun berpengaruh nyata terhadap luas daun dan waktu berbunga (Milania, Purbajanti and Budiyanto, 2022)

Ketika terjadi serangan hama atau penyakit selama bercocok tanam, maka diperlukan mengendalikan hama dan penyakit yang merusak tanaman. Selama penanaman, tindakan pencegahan juga dapat dilakukan dengan memilih varietas tanaman yang terserang hama dan penyakit serta pemeriksaan rutin untuk mendeteksi adanya hama dan penyakit. metode pengendalian yang umum digunakan antara lain dengan menerapkan kontrol mekanis dengan mengendalikan hama invasif atau dengan membuang atau mencabut tanaman yang sakit. Namun jika serangannya sedang sampai tinggi, dapat menggunakan pestisida organik atau pestisida kimia yang aman dengan mengikuti petunjuk penggunaan sesuai dosis yang dianjurkan. Penggunaan pestisida kimia dengan bahan aktif yang berbeda tergantung pada hama dan penyakit yang menyerang. Selain pestisida kimia, juga dapat menggunakan agen hayati seperti *Beauveria bassiana* untuk mengendalikan wereng dan penggerek batang, serta *Tricoderma* untuk mengatasi penyakit blas (Darmanto and Suprihati, 2021)

Menyediakan Tumpuan dan Penyangga, yang dikenal juga dengan ajir. Beberapa tanaman memerlukan penopang

atau tiang untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Dengan memasang tiang penyangga atau menempelkan tanaman pada struktur yang sesuai agar tanaman tetap tegak dan terlindungi. Pada tanaman ubi jalar Papua menggunakan ajir dengan kemiringan yang berbeda, luas spesifik daun (LDS) menurun dengan meningkatnya kemiringan ajir untuk semua kultivar, dengan produksi tertinggi pada tanaman dengan ajir pada kemiringan 90 derajat (Soplanit *et al.*, 2020) Dengan pemeliharaan yang baik, kesehatan dan produktivitas tanaman dapat ditingkatkan.

2.5 Panen dan Pasca Panen

Tahap terakhir dari bercocok tanam adalah panen dan pasca panen. Kegiatan pemanenan adalah tahap dimana tanaman yang telah mencapai umur dipanen atau tercapai kematangan fisiologis. Cara pemanenan dapat berbeda-beda tergantung dari jenis tanaman yang ditanam. Beberapa prinsip pemanenan secara umum, misalnya Waktu yang tepat untuk memanen adalah saat tanaman telah mencapai kematangan yang diinginkan, dipanen muda atau tua. Tergantung pada jenis tanaman yang ditanam, kriteria yang harus diperhatikan antara lain ukuran buah, warna, tekstur atau indikator spesifik lainnya.

Teknik pemanenan harus dilakukan dengan benar. Setiap tanaman memiliki teknik memanen sendiri. Ada tanaman yang bisa dipetik langsung seperti buah-buahan, ada juga yang harus dipotong seperti sayur-sayuran. Pastikan menggunakan alat yang tepat dan menjaga kualitas hasil panen selama masa panen.

Untuk menjaga kualitas hasil panen, perlu juga diperhatikan tindakan pascapanen yang berkaitan dengan penyimpanan dan pengangkutan. Setelah panen, harus ditangani dengan hati-hati untuk menjaga kualitasnya. Beberapa tanaman harus disimpan di tempat yang sejuk atau dibungkus dengan baik untuk menghindari kerusakan. Apabila produksi diangkut jarak jauh, perhatikan

penanganan pascapanen untuk menjaga kualitas selama pengangkutan. Tahap pasca panen, yang meliputi penanganan dan perlakuan pasca panen tanaman. Tujuan pascapanen adalah untuk mempertahankan dan meningkatkan kualitas tanaman serta memperpanjang umur simpannya.

Pekerjaan pascapanen biasanya melibatkan pembersihan hasil tanaman dengan membuang kotoran, daun, atau bagian yang rusak, dan kemudian memilah dan menyortirnya dengan memisahkan tanaman berdasarkan ukuran, kualitas, dan kegunaan. Ini membantu untuk pemasaran dan penetapan harga yang tepat. Selama penyimpanan, kondisi penyimpanan yang tepat seperti suhu dan kelembaban yang tepat harus dipastikan untuk menjaga kualitas panen selama mungkin. Pengolahan pascapanen seperti pemotongan, grading, pengepakan atau pengeringan. Ini tergantung pada jenis hasil tanaman dan tujuannya. Petani biasanya melakukan perlakuan pasca panen dengan cara yang sederhana dan tidak memilah, standarisasi dan menyimpan hasil panen belum secara maksimal (Ndapamuri, 2022). Oleh karena itu, pasca panen harus diperbaiki dan dikelola dengan baik untuk mencapai kualitas produksi yang lebih baik. Dalam konteks pascapanen juga harus diperhatikan higiene dan keamanan pangan untuk menjaga mutu hasil panen dan kesehatan konsumen.

DAFTAR PUSTAKA

- Cibro, A. 2022. 'Pemanfaatan Respon Beberapa Varietas Kacang Tanah (*Arachis Hypogaea* L.) Terhadap Pemberian Mikoriza dengan Berbagai Pengolahan Tanah Konservasi', *Tabela Jurnal Pertanian Berkelanjutan*. doi: 10.56211/tabela.v1i1.148.
- Dahang, D. and Munthe, K. P. S. M. 2020. 'Pengaruh teknik budidaya terhadap produksi kopi (*Coffea* spp. L.) masyarakat Karo', *Jurnal Agroteknosains*.
- Dahmayanti, P., Febriani, W. M. and Lekat, A. 2018. 'Pengaruh Sistem Pengolahan Tanah dan Pemberian Macam Bahan Organik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jahe Gajah (*Zingiber Officinale* Rosc)', *Journal of Applied Agricultural Science and Technology*. doi: 10.32530/jaast.v2i1.14.
- Darmanto, A. S. M. and Suprihati, S. 2021. 'Gerakan Pengendalian Hama Dan Penyakit Tanaman Padi Oleh Dinas Pertanian Ketahanan Pangan Dan Perikanan Kabupaten Klaten', *Agrika*. doi: 10.31328/ja.v15i1.2383.
- Efendy, D. Y., Yudono, P. and Respatie, D. W. 2020. 'Pengaruh Metode Pengendalian Gulma terhadap Dominansi Gulma serta Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.)', *Vegetalika*. doi: 10.22146/veg.44998.
- Hermanto, H. 2022. 'Respon Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L) Merrill) terhadap Perlakuan Pengolahan Tanah dan Jarak Tanam di Lahan Sawah Irigasi Teknis', *J-Plantasimbiosa*. doi: 10.25181/jplantasimbiosa.v4i1.2538.
- Imansyah, A. A. and Rodhiya, A. Z. 2020. 'Pengaruh Kedalaman Tanam Terhadap Pertumbuhan Tanaman Padi Pandan Putri', *Pro-STek*. doi: 10.35194/prs.v1i2.827.

- Milania, A. P., Purbajanti, E. D. and Budiyanto, S. 2022. 'Pengaruh Pemangkasan Dan Dosis Kompos Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus* L.)', *MEDIAGRO*. doi: 10.31942/mediagro.v18i1.5475.
- Ndapamuri, M. H. 2022. 'Sistem Penanganan Pasca Panen Padi Di Kecamatan Lewa', *Jurnal Agro Indragiri*. doi: 10.32520/jai.v7i2.2152.
- Sebayang, N. S. and Sebayang, N. S. 2020. 'Pengaruh Pengolahan Tanah Dan Pemberian Poc Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.)', *BIOTIK: Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi dan Kependidikan*. doi: 10.22373/biotik.v8i1.6085.
- Sehar, A. A., Maryani, A. and Azhar, A. 2022. 'Motivasi Petani dalam Pemupukan Berimbang Tanaman padi Sawah (*Oryza sativa*) di Kecamatan Sukaresik kabupaten Tasikmalaya', *Sadeli*.
- Siregar, E. S. and Nasution, F. E. 2019. 'Peranan Pola Pengairan Dan Metode Pengendalian Hama Tikus (*Rattus Argentiventer*) Terhadap Produksi Padi Sawah (*Oryza sativa* L.)', *Jurnal AGROHITA: Jurnal Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Tapanuli Selatan*. doi: 10.31604/jap.v4i2.1006.
- Soplanit, A. *et al.* 2020. 'Teknik Penggunaan Ajir pada Beberapa Varietas Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.) di Dataran Tinggi Papua', *JURNAL BUDIDAYA PERTANIAN*. doi: 10.30598/jbdp.2020.16.1.77.
- Zhiwu, W. *et al.* 2019. 'Budidaya Jagung dengan Populasi Tinggi untuk Meningkatkan Produktivitas dan Efisiensi Lahan di Indonesia', *AGROSAINSTEK: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*. doi: 10.33019/agrosainstek.v3i1.36.

Henny, H., & AR, A. *et al.* 2022. 'Pengaruh Pengolahan Tanah Menggunakan Traktor dan Pupuk Organik terhadap Infiltrasi Tanah Andisol serta Produktivitas Kentang', *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. doi: 10.21776/ub.jkptb.2022.010.01.04.

BAB 3

PENGOLAHAN TANAH

Oleh Yanto Yulianto

3.1 Pendahuluan

Pengolahan tanah adalah proses perbaikan kondisi tanah, sifat fisik, kimia dan biologi tanah pada kedalaman tertentu agar tanaman dapat tumbuh dengan baik. Alat-alat seperti cangkul, bajak, garu dan traktor digunakan.

Tujuan pengolahan tanah

1. Menghilangkan keberadaan gulma
2. Membenamkan tumbuh-tumbuhan ke dalam tanah
3. Menciptakan struktur tanah yang baik untuk pertumbuhan benih.
4. Meningkatkan infiltrasi air ke dalam tanah sehingga akan mengurangi limpasan permukaan
5. Memudahkan pengaplikasian pupuk di dalam tanah
6. Membunuh serangga, larva serangga atau telur.

Keuntungan pengolahan tanah menurut Gruver dan Wander (2015 *dalam* Hartono dan Wibowo (2019) adalah sebagai berikut :

1. Pengondisian tanah
Pengolahan tanah mendukung proses budidaya tanaman seperti kemampuan tanah meneruskan dan menahan air serta udara
2. Pengendalian gulma dan hama
Pengolahan tanah mampu menekan serangan hama dan gulma dengan memutus siklus hidupnya

3. Pengelolaan residu

Pengolahan tanah dapat meminimalkan dampak negatif dari sisa tanaman atau residu saprota yang digunakan pada budidaya sebelumnya

4. Penggabungan dan pencampuran

Saat mengolah tanah, zat-zat seperti pupuk, pupuk cair, benih dan residu diangkut ke arah yang lebih produktif.

5. Segregasi

Pengolahan tanah juga dapat menghancurkan batuan kerikil, potongan akar dan ukuran partikel tanah

3.2 Teknik Pengolahan Tanah

3.2.1 Minimum Tillage (Olah Tanah Minimum)

Pengolahan tanah minimum atau minimum tillage adalah pengolahan tanah yang dilakukan hanya bila diperlukan, disesuaikan dengan kebutuhan tanaman dan kondisi tanah. Tujuan dari perlakuan ini adalah agar tanah tidak jenuh yang dapat menyebabkan tanah menjadi jelek (penyakit tanah) dan untuk mempertahankan struktur tanah. Keuntungan bercocok tanam di lahan tersebut adalah menghemat biaya produksi.

Pengolahan tanah hanya dilakukan di tempat-tempat tertentu di mana tanaman tumbuh. Tanah yang dirawat biasanya hanya memiliki akar, selebihnya tergantung jenis tanamannya. Hal ini dapat menjaga struktur tanah karena tidak merusak agregat tanah dan memungkinkan pertumbuhan mikroorganisme secara normal (Budi, 2018).



Gambar 3.1. Pengolahan tanah minimum
(Sumber: Arunrat et.al., 2020)

3.2.2 Maximum Tillage

Pengolahan tanah maksimum atau sempurna ditandai dengan pembersihan, pembakaran atau pemindahan sisa-sisa tanaman atau gulma beserta akarnya dari areal tumbuh dan dilakukan pengolahan tanah berulang kali, kemudian penanaman. Manfaat dari pengolahan tanah ini adalah tanah menjadi bersih, homogen dan gumpalan menjadi halus (Fitria et.al. 2017), namun hal ini dapat merusak struktur tanah karena jenuh, biologis tanah tanah tidak aktif. pengembangan dan peningkatan biaya produksi (Budi, 2018).



Gambar 3.2. Pengolahan tanah maximum
(Sumber: Arunrat et.al., 2020)

3.2.3 No Tillage

No-till or tanpa olah tanah (TOT) adalah teknik olah tanah yang diterapkan dengan sistem tanam dengan membuka konsep pertanian modern. Tanahnya tidak terganggu kecuali alur-alur atau lubang-lubang kecil untuk tempat benih atau bibit. Sebelum penanaman dilakukan pengendalian sisa-sisa tanaman atau gulma agar tidak mengganggu pembentukan benih atau semai. Pengelolaan gulma khususnya gulma seringkali menggunakan herbisida sistemik yang ramah lingkungan. Sisa-sisa tanaman kemudian digunakan untuk menutupi permukaan tanah dan akar yang mati dibiarkan di dalam tanah. Sisa-sisa tanaman mati yang tersebar di permukaan tanah dapat berfungsi sebagai mulsa dan mencegah pertumbuhan gulma baru, sekaligus memperbaiki sifat tanah dan pengelolaan air (Rauf, 2005; Fitria *et al.*, 2017).



Gambar 3.3. Pengolahan tanah no tillage

Sumber: (Arunrat et.al, 2020)

3.3 Alat Mekanisasi Pengolahan Tanah

3.3.1 Pengolahan Tanah Pertama (*Primary Tillage*)

Mengolah tanah adalah membalik dan menghancurkan tanah agar gembur, sehingga akar tanaman lebih mudah menyerap unsur hara. Kegiatan olah tanah pertama (primer) dengan kedalaman lebih dari 15 cm sampai 90 cm.

Tujuan pengolahan tanah pertama :

1. Membersihkan gulma
2. Membenamkan sisa tanaman agar dapat terdekomposisi dengan baik di dalam tanah
3. Meningkatkan serapan air ke dalam tanah
4. Memperbaiki kondisi fisik tanah menjadi lebih baik

Alat-alat yang digunakan pada pengolahan tanah pertama adalah:

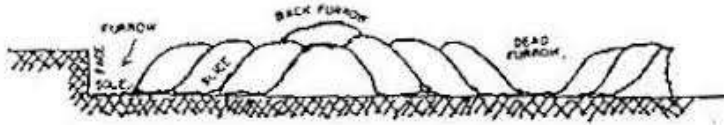
1. Bajak singkal (*moldboard plow*)

Singkal adalah bagian dari bajak yang terletak di belakang bajak tempat menerima petak dan membaliknya. Bagian garu bajak adalah alas atau alas yang terdiri dari bagian-bagian yang dapat memotong, mengangkat, dan membalik tanah.

Bajak singkal dilengkapi dengan alat yang disebut colter yang memisahkan tanah atau vegetasi atau puing-puing dari tanah sebelum bajak memotong tanah, meninggalkan sisa tanaman Mortar di tanah dapat dihilangkan. putaran yang lebih tepat. Bajak traktor dibagi menjadi tiga jenis, yaitu trailer (traksi), semi-mount dan mount.



Gambar 3.4. Bajak Singkal. (Sumber: Hartono dan Wibowo, 2018)



Gambar 3.5. Hasil Pengolahan Tanah dengan Bajak Singkal.
(Sumber: Hartono dan Wibowo, 2018)

2. Bajak Piring (*Disk Plow*)

Bajak piringan adalah bajak dengan cakram bundar datar yang dihaluskan di bagian tepinya. Keuntungan menggunakan bajak cakram dibandingkan bajak flatbed adalah dapat bekerja pada tanah yang lengket, kering dan keras dan kering, kasar dan berbatu, banyak akar, gambut dan sampah serta pembajakan yang dalam.

Kelemahan dari bajak piringan adalah tidak menutupi serasah, membajak tidak merata dan masih banyak lagi gumpalan-gumpalan. Bajak cakram dibagi menjadi tipe traksi semi-mount dan tipe mount terintegrasi



Gambar 3.6. Bajak Piring. (Sumber: Hartono dan Wibowo, 2018)

3. Bajak Rotari

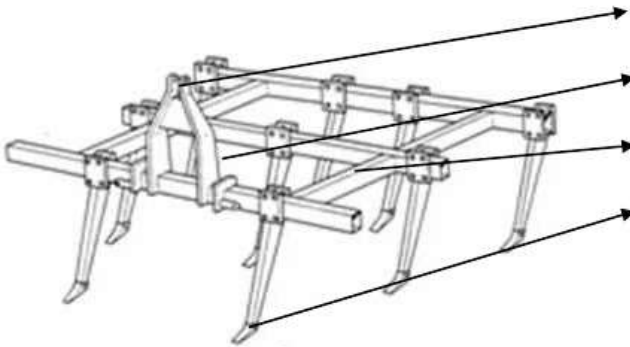
Bajak Rotari adalah bajak yang terdiri dari bilah-bilah yang berputar. Bajak ini berbeda dengan bajak cakram dan bajak pendek. Bajak ini sering terlihat pada tahapan perawatan sawah untuk tanam padi. Bajak putar dibagi menjadi 3 jenis: mesin traksi tambahan, mesin bertenaga traksi, dan mesin berkebun mandiri.



Gambar 3.7. Bajak Rotari. (Sumber: Iskandar, 2017 dalam Jamaludin *et al.*, 2019)

4. Bajak *Chisel*/Brujul

Bajak ini berbentuk bajak yang dipasang pada rangka yang digunakan untuk menggali tanah yang keras dengan alat pahat atau sejenis sekop yang disebut pahat atau pahat. Bajak Brujul biasanya digunakan untuk membajak tanah yang kering dan keras sebelum bajak digunakan. Operasi penggaruk dan pencampuran tanah tidak menuangkan tanah yang cukup untuk menutupi seluruh serasah, jadi bajak digunakan untuk menggali tanah dengan mulsa atau membajak di bawah permukaan.



Gambar 3.8. Bajak *Chisel*. (Sumber: Siswoyo, 2018)

5. Bajak *Subsoil* (Bawah Tanah)

Bajak ini hampir sama dengan bajak Pahat/Brujal hanya saja lebih kuat dari bajak Brujul dan digunakan untuk menggali tanah lebih dalam dari 50cm-100cm yang dapat merusak lapisan hardpan, atau untuk memperbaiki drainase tanah.



Gambar 3.9. Bajak *Subsoil* (Bawah Tanah)
(Sumber:Alibaba.com, 2023)

Bajak Raksasa (*Giant Plow*)

Alat ini berukuran sangat besar dan digunakan untuk menggemburkan tanah hingga kedalaman 100-180 cm dan meletakkan tanah di atas pasir. Bajak raksasa digunakan di tanah dengan pasir yang tertiup angin atau sedimen yang disebabkan oleh banjir.



Gambar 3.10. Bajak Raksasa (*Giant Plow*) (Sumber: JPPN.com, 2015)

3.3.2 Pengolahan Tanah Kedua (*Secondary Tillage*)

Pengolahan tanah sekunder dilakukan setelah dilakukan pembajakan (*primary tillage*) yang dapat dipahami sebagai pencampuran tanah dengan kedalaman yang relatif tidak terlalu dalam (beberapa kedalaman dari 10 cm sampai 15 cm).

Pengolahan tanah kedua bertujuan untuk :

1. Menggemburkan tanah sehingga menjadi lebih mudah ditanami

2. Menjaga kelembapan tanah dengan mengolah tanah pada musim kemarau untuk membunuh gulma dan mengurangi evapotranspirasi
3. Memotong serasah tanaman yang tertinggal dan mencampurkannya dengan tanah
4. Memecah gumpalan dan sedikit menstabilkan tanah lapisan atas, sehingga membentuk tanah dalam kondisi yang lebih baik untuk penyebaran benih
5. Membunuh gulma dan mengurangi evapotranspirasi pada tanah
6. Mempersiapkan kondisi tanah yang siap tanam

Alat Pengolahan Tanah Kedua

Alat pengolahan tanah kedua yang menggunakan traktor antara lain : 1) garu (*harrow*), 2) perata dan penggembur (*land roller and pulverizer*) dan 3) alat-alat lainnya.

1. Garu (*Harrow*)

Garu adalah alat yang digunakan untuk meratakan tanah dan memecah gumpalan, untuk mengaduk tanah dan membunuh gulma. Di bawah kondisi tertentu garu dapat digunakan untuk menutup biji. Dalam kondisi tertentu, penggaruk dapat digunakan untuk menutupi benih. Bentuk garu mirip dengan bajak piringan vertikal tetapi perbedaannya adalah ukuran piringan penggaruk lebih kecil dan kecekungan piringan juga lebih sedikit cekung daripada bajak piringan vertikal, tetapi jumlah piringan penggaruk lebih banyak.

Hadiutomo (2012) menetapkan bahwa garu digunakan untuk memecah massa tanah yang dibajak. Lebar penggaruk harus lebih lebar dari lebar traktor agar pengolahan tanah yang dihasilkan tidak rusak akibat tergerus roda traktor. Menurut Smith dan Wilkes (2020), ada tiga jenis garu utama: garu cakram, garu pondasi, dan garu pegas.

Selain garu tersebut, ada juga garu khusus (*Special Harrow*) yang digunakan setelah pengolahan tanah pertama dan kedua, seperti garu benih, anakan, garu listrik silang dan garu rumput (*Weeder Mulcher*).



Gambar 3.11. Garu (*Harrow*) (Sumber: Shafwandi, 2011)



Gambar 3.12. Pengolahan tanah dengan Garu. (Sumber :
Himagro UMM, 2020)

2. Garu Piring

Garu Piring digunakan pada tahap perbaikan tanah untuk menghilangkan gulma yang tumbuh di permukaan tanah atau merusak permukaan tanah untuk diratakan.

Menurut Purwadi (1999), banyak scratch disc yang dirangkai menjadi satu poros yang disebut gate disc. Sebagai standar, garu disk terdiri dari dua atau empat set disk.

Ada dua jenis garu cakram, garu gabungan dan garu terpasang. Garu piringan digunakan:

- a. Garu digunakan sebelum membajak untuk memotong sisa tanaman yang tertinggal di permukaan tanah seperti batang, membunuh gulma, dan menggemburkan *top soil*.
- b. Garu digunakan setelah membajak untuk menggemburkan tanah dan memperbaiki tanah untuk pengembangan benih.
- c. Garu digunakan untuk pendangiran tanaman
- d. Garu digunakan untuk menutup biji pada saat disebarkan

3. ***Land Rollers dan Pulverizers***

Alat ini terlihat seperti cakram atau roda yang tersusun rapat pada sebuah poros. Puing-puing plak bisa tajam atau bergerigi. Digunakan untuk menyelesaikan pengolahan tanah untuk pembibitan. Alat-alat ini dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori, yaitu:

- a. *Surface Packer* terdiri dari macam-macam bentuk, antara lain
 - 1) *V Shaped Roller Pulverizers*
 - 2) Kombinasi *T Shaped* dan *Sprocket Wheel*
 - 3) *Pulverizer Flexible Sprocket Wheel Pulverizers*

b. Flexible Sprocket Wheel Pulverizers

1) V Shaped Packer

2) Crowfoot Rolle



Gambar 3.13. *Land Rollers.* (Sumber: *ritewaymfg.com., 2015*)

3.4 Pola Pengolahan Tanah

Untuk mencapai pengolahan tanah pertama yang efektif dan efisien, pengolahan tanah, diperlukan rencana perawatan tertentu. Ada beberapa skema pengolahan primer (bajak) yang disesuaikan dengan bentuk tanah dan jenis alat yang digunakan.

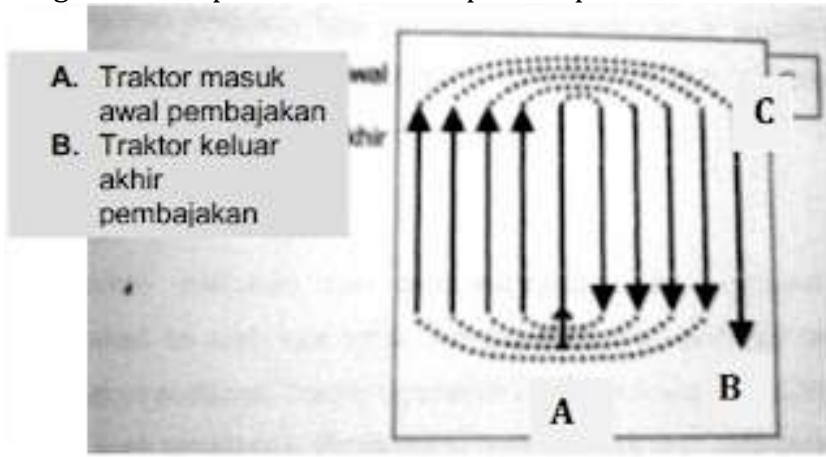
Menurut Hadiutomo (2011), terdapat 5 (lima) model pembajakan yaitu model tengah, model tepi, model rombongan tengah, model rombongan pinggir dan model pertemuan alternatif.

Selain 5 pola yang disebutkan di atas, masih ada pola lain yaitu pola spiral, pola alfa dan pola lompat rusa.

1. Pola Tengah

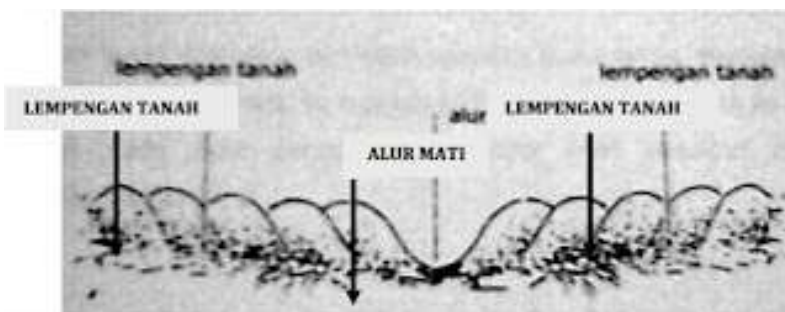
Pembajakan dimulai dari tengah membujur lahan, selanjutnya pembajakan kedua dilakukan pada setelah hasil pembajakan

pertama. Traktor diputar ke kanan dan membajak rapat dengan hasil pembajakan pertama. Pembajakan berikutnya dengan cara berputar ke kanan sampai ke tepi lahan.



Gambar 3.14. Pengolahan Tanah Pola Tengah. (Sumber Anonim, 2017)

Pola pengolahan pola tengah ini cocok untuk lahan yang memanjang dan sempit.



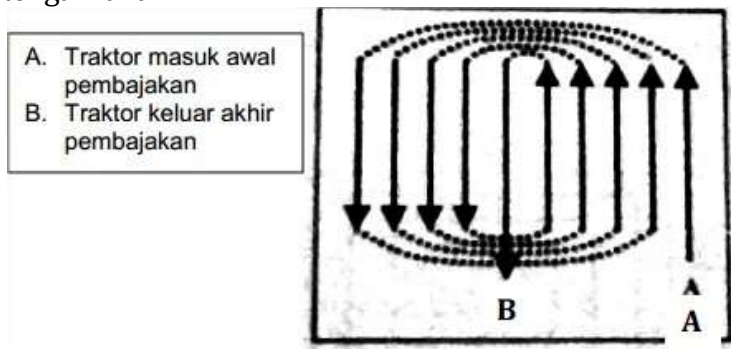
Gambar 3.15. Alur pada Tepi Lahan. (Sumber: Anonim, 2017)

Pola ini menciptakan galur belakang yang jalur bajaknya berseberangan sehingga menyebabkan bajak yang sudah

dibajak menumpuk di tengah jalan. Di tepi properti, saluran bajak tidak ditutupi oleh pembajakan.

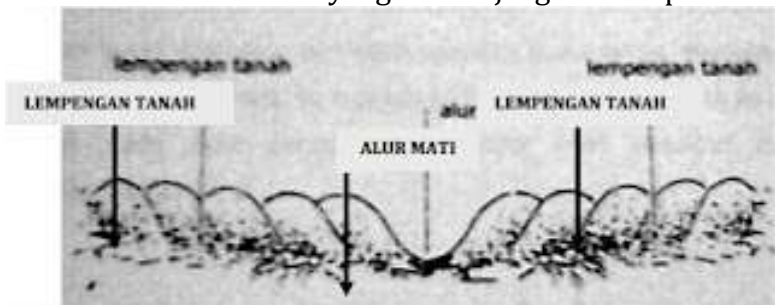
2. Pola Tepi

Pembajakan dimulai dari tepi membujur lahan, lemparan hasil pembajakan ke arah luar lahan. Pembajakan kedua pada sisi seberang pembajakan pertama. Traktor diputar ke kiri dan membajak dari tepi lahan dengan arah sebaliknya. Pembajakan berikutnya dengan cara berputar ke kiri sampai ke tengah lahan.



Gambar 3.16. Pengolahan Tanah Pola Tepi. (Sumber:Anonim, 2017)

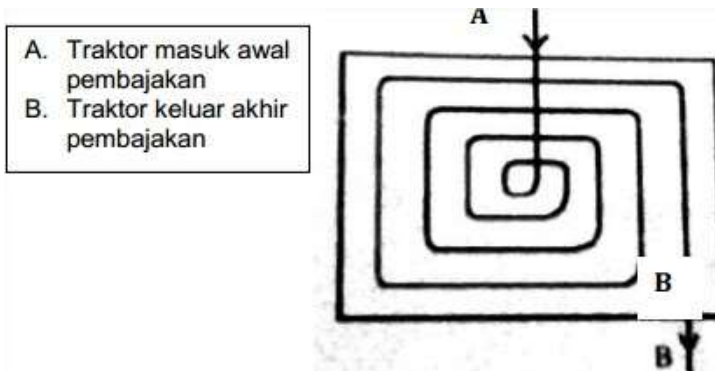
Pola ini cocok untuk lahan yang memanjang dan sempit.



Gambar 3.17. Alur Mati. (Sumber: Anonim, 2017)

3. Pola Keliling Tengah

Pengolahan tanah dimulai dari titik tengah lahan, berputar sejajar sisi lahan sampai ke tepi lahan. Lemparan pembajakan ke arah dalam. Pada awal pengolahan traktor akan mengalami kesulitan pada saat membelokkan traktor. Pola pengolahan ini cocok untuk lahan yang berbentuk bujur sangkar dan lahan tidak terlalu luas.

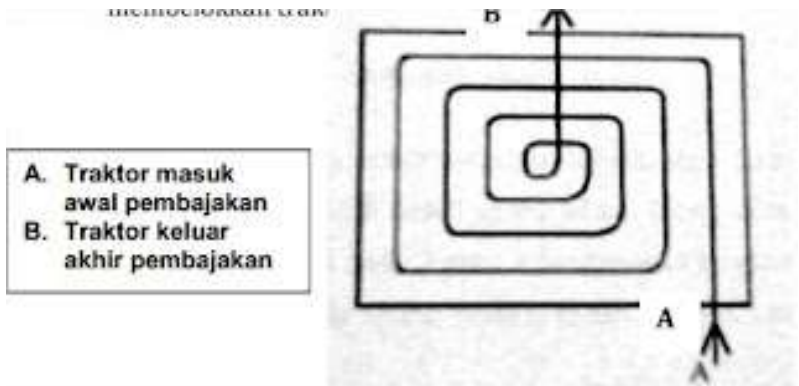


Gambar 3.18. Pola Keliling Tengah. (Sumber: Anonim, 2017)

4. Pola Keliling Tepi

Pengolahan tanah dilakukan dari salah satu sudut titik lahan, berputar ke kiri sejajar sisi lahan sampai ke tepi lahan dengan lemparan pembajakan ke arah luar lahan. Pada akhir pengolahan operator traktor akan mengalami kesulitan dalam membelokkan traktor.

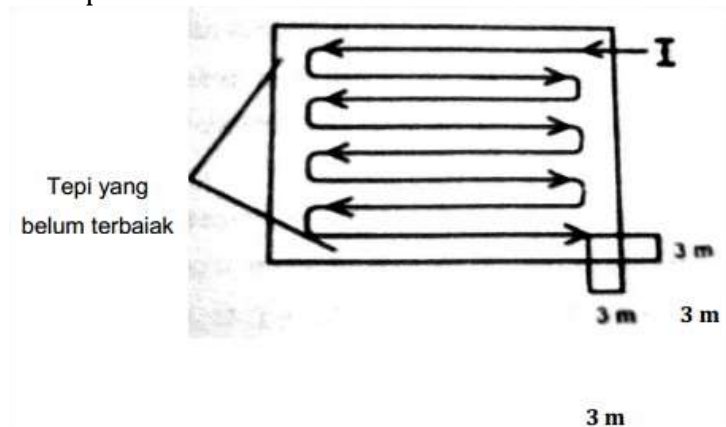
Pola pengolahan ini cocok untuk lahan yang berbentuk bujur sangkar dan lahan tidak terlalu luas.



Gambar 3.19. Pola Keliling Tepi. (Sumber: Anonim, 2017)

5. Pola Bolak Balik Rapat

Pengolahan dilakukan dari tepi salah satu lahan dengan arah membujur. Arah lemparan hasil pembajakan ke luar. Setelah sampai ujung lahan, pembajakan kedua dilakukan berimpit dengan pembajakan pertama. Arah lemparan hasil pembajakan kedua dibalik, sehingga akan mengisi alur hasil pembajakan pertama. Pembajakan dilakukan secara bolak balik sampai sisi lahan.



Gambar 320. Pola Bolak Balik Rapat. (Sumber: Anonim, 2017)

Pola ini juga cocok untuk lahan yang memanjang dan sempit

6. Pola Spiral

Pengolahan tanah dimulai dari sisi dan berakhir di sisi secara spiral. Kelebihan dari pola ini adalah hasil pengolahan tidak tercampur ke samping. Kekurangannya kurang efisien.

Pola ini sesuai untuk bajak dimana arah lemparannya dapat diubah.



Gambar 3.21. Pola Spiral. (Sumber: Anonim, 2010)

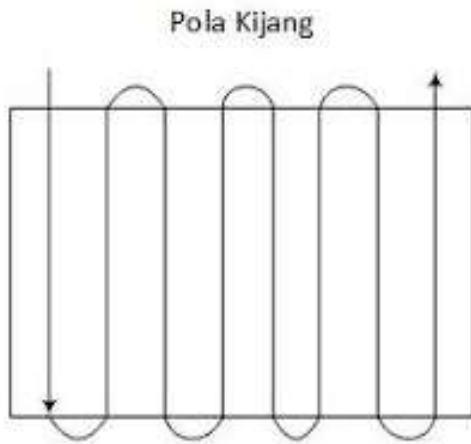
7. Pola Alfa

Pengolahan tanah dimulai dari sisi seperti bentuk alfa dan berakhir di tengah lahan. Hasil pembajakan terlempar ke luar tidak menumpuk di di dalam lahan.

8. Pola Lompat Kijang

Pengolahan tanah dimulai dari tepi salah satu sisi lahan dengan arah membujur dimana arah lemparan hasil pembajakan keluar. Kemudian setelah sampai di ujung lahan pembajakan kedua dilakukan berimpit dengan arah lemparan hasil pembajakan kedua dibalik, sehingga akan mengisi alur hasil pembajakan pertama.

Pola ini sesuai untuk lahan yang memanjang dan sempit.



Gambar 3.22. Pola Lompat Kijang. (Sumber: Brilianti *et al.*, 2015)

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2010. Alsin BDP. Rommertoro.es.wordpress.com/2010-alsin-bdp/pola-spiral/
- Anonim. 2017. Materi Sekolah (Gudang Ilmu). Hayatfallah. [blogspot.com/2017/04/menentukan-pola pengolahan-tanah.html](http://blogspot.com/2017/04/menentukan-pola-pengolahan-tanah.html)
- Badan Penyuluhan dan Pengembangan SDM Pertanian. Kementerian Pertanian.
- Brilianti, B., N.H. Halidasari, A. Arifianto, M.A. Putra, S. Arifin dan N.A. Ulfa. 2015. Laporan Praktikum Pengolahan Tanah. Kelompok 3. Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Jember
- Cottage Craft Works. 2023. Soil Surgeon Bladed Farm Cultivator Skid.
- Hadiutomo, K. 2012. Mekanisasi Pertanian. IPB Press
- Hartono, R. dan S. Wibowo. 2019. Buku Ajar Teknik Pengolahan Tanah. Pusat Pendidikan Pertanian.
- Himpunan Mahasiswa Jurusan Agroteknologi. Mekanisasi Pertanian. UMM Malang.
- Jamaluddin. P., H. Syam, N. Lestari dan M. Rizal. 2019. Alat dan Mesin Pertanian. Badan Penerbit UNM. Makasar
- Ritewaymfg.com. 2017. Land Rollers.
- Shafwandi. 2011. Pustaka Pertanian. Blogspot
- Siswoyo, Y.M. 2018. Alat Mesin Pertanian. Direktorat Pembinaan SMK. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Pendidikan
- Smith, H.P. dan L.H. Wilkes. 2020. Mesin dan Peralatan Usaha Tani (Terjemahan). Gadjah Mada University Press
- Wisconsin Historical Society. 2023. Weeder Mulcher Attached to a Farmall H Tractor.
- Zulkarnain, I. dan I.S. Banuwa. 2019. Pengantar Pengolahan Tanah dan Irigasi. Graha Ilmu

BAB 4

PERANAN IKLIM DALAM PERTANIAN

Oleh Nurul Chairiyah

4.1 Pendahuluan

Dalam bidang pertanian, tentunya tidak asing dengan istilah cuaca dan iklim. Istilah "cuaca" menggambarkan kondisi atmosfer jangka pendek yang terjadi di lokasi tertentu di planet ini. Sebaliknya, istilah "iklim" dapat dikatakan sebagai gambaran dari kondisi atmosfer dalam jangka waktu yang lama. Iklim merupakan salah satu faktor yang berperan penting dalam bidang pertanian. Pada dasarnya, iklim menentukan tanaman mana yang dapat dibudidayakan di tempat terbuka (Gambar 4.1). Oleh karena itu, iklim dapat dijadikan dasar untuk menentukan jenis penggunaan lahan (Moehring, 2022).



Gambar 4.1. Kegiatan Pertanian di Negara Tropis
(Sumber : Wikipedia.org/I Made Dana)

Pertanian merupakan salah satu sektor yang penting bagi perekonomian Indonesia. Aktivitas pertanian sangat bergantung pada iklim. Peningkatan suhu dan karbondioksida (CO₂) dapat berpengaruh pada beberapa hasil panen di beberapa tempat. Upaya peningkatan hasil panen dapat dilakukan dengan cara mempertahankan kadar hara, kelembaban tanah, ketersediaan air, dan kondisi lainnya juga harus terpenuhi. Perubahan frekuensi dan tingkat kekeringan dan banjir dapat menjadi tantangan maupun ancaman bagi petani. Hal ini dikarenakan dapat berimbas pada keamanan pangan. Secara keseluruhan, perubahan iklim dapat berimbas pada aktivitas pertanian (Ziska *et al.*, 2016)

Faktor iklim yang paling berpengaruh dalam bidang pertanian adalah curah hujan, suhu dan sinar matahari. Faktor tersebut memiliki efek langsung pada tumbuhan dan hewan yang aktivitasnya terkait dalam bidang pertanian. Iklim turut pula menentukan penyebaran hama. Iklim juga terkadang dapat menghasilkan kondisi pertumbuhan yang menguntungkan bagi cendawan. Serta, iklim dapat pula menghasilkan cekaman kekeringan, yang mampu meningkatkan kerentanan tanaman terhadap penyakit (Moehring, 2022).

Gambaran pengaruh iklim terhadap pertanian ditentukan melalui hasil tinjauan dari berbagai elemen. Sebagai contoh, Fenologi, yaitu kajian tentang fenomena pertumbuhan dan perkembangan musiman. Kajian tersebut memungkinkan kita untuk menarik kesimpulan mengenai fenomena ataupun aktivitas pertanian yang terkait dengan iklim (Moehring, 2022).

4.2 Iklim dan Budidaya Pertanian

Iklim adalah salah satu faktor kunci berbasis lokasi dalam pertanian. Kondisi iklim menentukan tidak hanya mengenai apakah suatu tanaman akan tumbuh, tetapi juga bagaimana tanaman tersebut akan tumbuh. Hasil panen, stabilitas hasil dan kualitas juga berhubungan erat dengan iklim (Moehring, 2022).

Suhu dan curah hujan yang lebih ekstrem dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Kejadian ekstrem, terutama banjir dan kekeringan, dapat merusak tanaman dan mengurangi hasil panen (Hatfield *et al.*, 2014).



Gambar 4.2. Dampak Kekeringan pada Lahan Budidaya Pertanian
(Sumber: dlh.semarangkota.go.id)

Curah hujan berperan penting dalam budidaya pertanian. Curah hujan yang rendah dapat diimbangi dengan irigasi. Namun, jika curah hujan tetap rendah untuk jangka waktu yang lebih lama, akan berpotensi menyebabkan cekaman kekeringan (Gambar 4.2). Sebaliknya jika curah hujan tetap tinggi dalam jangka waktu yang lama, akan menyebabkan kenaikan debit air. Kenaikan debit air dapat menyebabkan resiko bencana banjir (Gambar 4.3). Sebagai salah satu faktor iklim yang mempengaruhi pertanian, waktu curah hujan dan total curah hujan tahunan tentunya memiliki peranan yang cukup penting. Hujan dalam jumlah besar dalam waktu yang singkat menyebabkan penyerapan air dalam tanah menjadi kurang maksimal. Namun jika tanah memiliki tekstur yang gembur dan kaya humus dapat menyerap air dalam jumlah yang lebih banyak,

dan mencegah nutrisi mengalir dari permukaan. Peningkatan stabilitas agregat tanah dan infiltrasi air sebagai hasil dari vegetasi yang konsisten merupakan solusi yang tepat untuk strategi pengelolaan air dalam menghadapi perubahan iklim (Moehring, 2022).



Gambar 4.3. Banjir yang Menggenangi Lahan Budidaya Pertanian
(Sumber : fao.org/Ty Sokhun)

Pemilihan varietas tanaman yang tepat merupakan suatu bentuk strategi yang digunakan petani dalam menyelaraskan kegiatan pertanian dengan kondisi iklim. Beberapa varietas tanaman memiliki toleransi yang tinggi terhadap cekaman kekeringan. Namun, apabila terjadi musim kemarau yang cukup lama, tetap mengakibatkan kehilangan hasil panen yang tinggi ataupun gagal panen (Moehring, 2022).

Di sisi lain, kelembaban yang berlebihan meningkatkan kerentanan tanaman terhadap penyakit. Oleh karena itu, diperlukan rotasi tanaman yang luas dan beragam sebagai realisasi dari manajemen resiko dan pencegahan/pencegahan penyakit. Sistem informasi manajemen pertanian dapat membantu

menganalisis bagaimana varietas tersebut dapat diintegrasikan ke dalam rotasi tanaman yang ada (Moehring, 2022).

Faktor iklim lainnya yang berpengaruh adalah suhu. Tanaman memerlukan kisaran suhu tertentu agar dapat tumbuh secara optimal. Kisaran suhu tersebut dapat berbeda tergantung pada fase pertumbuhannya. Sebagai contoh, kisaran suhu ideal untuk gandum adalah sekitar 10°C - 25°C. Jika suhu menyimpang terlalu jauh dari kisaran idealnya, tanaman dapat mengalami cekaman dingin ataupun panas. Tentunya vernalisasi, yang merupakan proses induksi pembungaan dengan menggunakan paparan suhu dingin, adalah pengecualian untuk fenomena tersebut. Sebagai contoh proses vernalisasi pada tanaman gandum. Saat perkembangan awal, gandum membutuhkan suhu di bawah nol untuk membentuk organ reproduksi. Suhu dingin yang ekstrim juga mengakibatkan munculnya embun beku. Dalam budidaya pertanian, embun beku dapat menyebabkan kerusakan pada tunas, yang dapat menurunkan kuantitas dan kualitas hasil panen (Gambar 4.4) (Moehring, 2022).



Gambar 4.4. Embun Beku yang Melapisi Tanaman Hortikultura di Dieng. (Sumber: news.republica.co.id /Antara/Idhad Zakaria)

Sinar matahari juga merupakan faktor iklim lainnya yang berperan penting dalam budaya pertanian. Terlalu banyak sinar matahari dapat merusak struktur tanaman, dan membatasi pertumbuhan. Jumlah biomassa yang dihasilkan oleh suatu tanaman bergantung pada laju pertumbuhan dan waktu perkembangannya. Tingkat pertumbuhan, menunjukkan jumlah biomassa yang diproduksi per unit waktu, dan menurun seiring dengan kenaikan suhu. Dalam budidaya gandum, diketahui bahwa budidaya yang dilakukan di musim dingin yang ringan dan musim panas yang relatif sejuk dapat mencapai hasil panen yang lebih tinggi daripada budidaya yang dilakukan di musim dingin yang ekstrim dan musim panas yang sangat panas (Moehring, 2022).

Untuk pertanian, kondisi cuaca ekstrem apa pun merupakan sebuah permasalahan dan tantangan bagi para petani. Hujan es yang intens dapat menghancurkan dedaunan sepenuhnya, seperti halnya badai besar. Tanaman dapat patah atau mulai dorman selama badai, sehingga proses pertumbuhan dan perkembangan menjadi terhambat. Dampak iklim yang merugikan pada pertanian ini dapat menyebabkan gagal panen dan membuat perencanaan menjadi sulit (Moehring, 2022).

4.3 Dampak Perubahan Iklim terhadap Pertanian

Aktivitas pertanian di ruang terbuka sangat tergantung terhadap cuaca dan iklim. Selain itu, aktivitas tersebut juga sangat bergantung pada tanah, air, dan sumber daya alam lainnya yang dipengaruhi oleh iklim. Perubahan iklim; seperti suhu, curah hujan, dan waktu pembekuan; dapat memperpanjang musim tanam atau memungkinkan tanaman yang berbeda untuk ditanam di beberapa daerah (Gowda *et al.*, 2018; Walsh *et al.*, 2020).

Perubahan iklim dan pemanasan global menjadi perhatian besar bagi pertanian di seluruh dunia dan merupakan salah satu isu yang paling banyak dibicarakan dalam masyarakat saat ini.

Parameter iklim seperti peningkatan suhu, peningkatan kadar CO₂ di atmosfer, dan perubahan pola curah hujan berdampak signifikan terhadap produksi pertanian, kondisi tanah dan perairan, pertumbuhan gulma, hama serangga dan penyakit tanaman (Skendžić *et al.*, 2021). Dampak perubahan iklim terhadap pertanian akan tergantung pada intensitas perubahan tersebut. Sebagai strategi dalam menghadapi perubahan iklim, berbagai tindakan dapat dilakukan untuk meminimalisir dampak serta membantu petani dalam beradaptasi terhadap kondisi lingkungan. Tindakan tersebut antara lain rotasi tanaman dan pengendalian hama terpadu. Banyak penelitian juga dilakukan untuk membantu mempersiapkan perubahan iklim (Gowda *et al.*, 2018; Walsh *et al.*, 2020).

4.3.1 Perubahan Produktivitas Pertanian

Hasil panen pertanian sangat berperan penting dalam menjaga ketahanan pangan. Kuantitas dan kualitas hasil panen yang merupakan bagian dari produktivitas pertanian dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal yang berpengaruh antara lain genetik dan hormon, sedangkan faktor eksternal berupa faktor lingkungan, yang salah satunya adalah iklim. Faktor iklim berupa perubahan suhu, karbon dioksida atmosfer (CO₂), dan frekuensi serta intensitas cuaca ekstrem dapat berdampak signifikan terhadap hasil panen (EPA, 2023).

Untuk tanaman tertentu, pengaruh peningkatan suhu didasarkan pada suhu optimal tanaman untuk pertumbuhan dan reproduksi (Hatfield *et al.*, 2014). Berdasarkan hasil tinjauan dari beberapa wilayah, pemanasan dapat menguntungkan jenis tanaman yang biasanya ditanam di sana, atau memungkinkan petani beralih ke tanaman yang saat ini ditanam di daerah yang lebih hangat. Sebaliknya, jika terjadi peningkatan suhu yang lebih tinggi melebihi suhu optimum suatu tanaman, hasil panen akan menurun (EPA, 2023).

Kadar CO₂ yang lebih tinggi dapat mempengaruhi hasil panen. Beberapa percobaan laboratorium menunjukkan bahwa peningkatan kadar CO₂ dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Namun, faktor-faktor lain, seperti perubahan suhu, ozon, dan kendala air dan nutrisi, justru bersifat antagonis dan menghambat pertumbuhan tanaman. Misalnya, jika suhu melebihi tingkat optimal tanaman, jika air dan unsur hara yang cukup tidak tersedia, peningkatan hasil dapat dikurangi atau dibalik. Peningkatan CO₂ telah dikaitkan dengan berkurangnya kandungan protein dan nitrogen pada tanaman alfalfa dan kedelai, yang mengakibatkan penurunan kualitas hasil panen (Hatfield *et al.*, 2014).

Meskipun peningkatan CO₂ dapat merangsang pertumbuhan tanaman, hal itu juga mengurangi nilai gizi sebagian besar tanaman pangan. Meningkatnya kadar karbon dioksida atmosfer mengurangi konsentrasi protein dan mineral penting di sebagian besar spesies tanaman, termasuk gandum, kedelai, dan beras. Efek langsung dari peningkatan CO₂ pada nilai gizi tanaman merupakan ancaman potensial bagi kesehatan manusia. Kesehatan manusia juga terancam oleh peningkatan penggunaan pestisida akibat meningkatnya tekanan hama dan berkurangnya khasiat pestisida (Ziska *et al.*, 2016).



Gambar 4.5. Aktivitas Penyerbukan oleh Serangga
(Sumber: dokumentasi pribadi)

Dilansir dari sumber lainnya diungkapkan bahwa, perubahan iklim dapat membuat kondisi pertanian menjadi lebih baik ataupun lebih buruk. Misalnya, perubahan suhu, curah hujan, dan tidak terbentuknya embun beku menyebabkan musim tanam yang lebih panjang di hampir setiap daerah. Musim tanam yang lebih lama dapat berdampak positif dan negatif untuk meningkatkan persediaan makanan. Beberapa petani mungkin dapat menanam tanaman yang berumur lebih panjang atau mengalami lebih banyak siklus panen, sementara yang lain mungkin perlu menyediakan lebih banyak irigasi selama musim tanam yang lebih panjang dan lebih panas. Polusi udara juga dapat merusak tanaman pangan, tanaman, dan hutan. Misalnya, ketika tanaman menyerap ozon permukaan tanah dalam jumlah besar, akan menyebabkan aktivitas fotosintesis berkurang dan pertumbuhan menjadi lebih lambat, serta lebih rentan terhadap penyakit (EPA. 2022; Gowda *et al.*, 2018; Nolte *et al.*, 2018)

Sebagai bagian dari siklus hidup tanaman, peristiwa penyerbukan sangat penting untuk sebagian besar tanaman yang ditanam di lahan pertanian. Hal ini dikarenakan dengan adanya penyerbukan, dapat meningkatkan produktivitas pertanian. Penyerbukan dapat terjadi melalui beberapa cara, salah satunya yaitu yang dibantu oleh serangga (Gambar 4.5). Suhu yang lebih hangat dan curah hujan yang berubah-ubah dapat memengaruhi siklus hidup tanaman; seperti pembentukan bunga dan pemekaran bunga, dan mempengaruhi aktivitas penyerbukan oleh serangga; seperti lebah dan kupu-kupu. Jika terjadi ketidaksesuaian antara saat tanaman berbunga dan saat serangga penyerbuk muncul, maka aktivitas penyerbukan dapat menurun (Walsh *et al.*, 2020; USDA 2022).

4.3.2 Dampak Terhadap Sumberdaya Tanah dan Air

Perubahan iklim dapat menurunkan ataupun meningkatkan frekuensi hujan lebat di beberapa wilayah, yang dapat merusak tanaman dengan mengikis tanah dan pencucian unsur hara tanah. Hujan lebat juga dapat meningkatkan limpasan pertanian ke laut, danau, dan sungai. Limpasan yang tinggi inilah yang dapat merusak kualitas air. Ketika terjadi peningkatan suhu air yang disebabkan oleh perubahan iklim, limpasan dapat menyebabkan berkurangnya kadar oksigen di dalam perairan (Gowda *et al.*, 2018).

Kenaikan permukaan laut dan badai juga menimbulkan ancaman bagi masyarakat pertanian pesisir. Ancaman tersebut antara lain erosi, hilangnya lahan pertanian, dan intrusi air asin, yang dapat mencemari persediaan air. Perubahan iklim diperkirakan akan memperburuk ancaman tersebut (Gowda *et al.*, 2018).

Keadaan yang bertentangan terjadi pada saat kemarau panjang. Cekaman kekeringan bisa menjadi tantangan di daerah di mana suhu musim panas yang meningkat menyebabkan tanah

menjadi lebih kering. Meskipun peningkatan irigasi dapat dilakukan di beberapa wilayah, namun di wilayah lain pasokan air juga dapat berkurang, menyisakan lebih sedikit air yang tersedia untuk irigasi ketika dibutuhkan lebih banyak air (EPA, 2023).

Perubahan iklim mengintensifkan siklus air global, dengan meningkatkan frekuensi kekeringan dan banjir. Air merupakan faktor penting dalam dinamika karbon tanah. Kekeringan memiliki efek yang lebih kuat pada respirasi tanah, *pore-water carbon*, dan komposisi komunitas mikroba daripada banjir. Tekstur dan porositas tanah dapat memengaruhi akses mikroba ke substrat melalui jaringan pori, yang mendorong respons kimiawi. Selanjutnya, komunitas mikroba disesuaikan dengan kondisi stres historis di lokasi mereka dan oleh karena itu menunjukkan respons spesifik lokasi terhadap kekeringan dan banjir (Patel *et al.*, 2021).

Waktu dan distribusi curah hujan berfluktuasi di bawah kendali perubahan iklim. Perbedaan waktu dan distribusi curah hujan meningkatkan frekuensi kekeringan di beberapa wilayah dan banjir ekstrim, termasuk badai, di wilayah lain (Rahmstorf *et al.*, 2017; Vousdoukas *et al.*, 2018). Banjir ekstrim dan badai menyebabkan kelembaban ekstrim. Kondisi kelembaban ekstrim seperti itu mendorong proses tanah utama (Liu *et al.*, 2019; Manzoni *et al.*, 2019), seperti respon kelembaban fluks karbon dioksida (CO₂) tanah (Hawkes *et al.*, 2017; Manzoni *et al.*, 2020; Patel *et al.*, 2021), termasuk peningkatan fluks CO₂ yang terjadi selama *rewetting* (Borken & Matzner, 2009; Kim *et al.*, 2012; Slessarev & Schimel, 2020). Fenomena kompleks yang timbul dari berbagai proses destabilisasi fisikokimia dan biokimia yang terjadi secara kolektif meningkatkan oksidasi mikroba karbon organik tanah (Jarvis *et al.*, 2007; Moyano *et al.*, 2012; Bailey *et al.*, 2019; Slessarev & Schimel, 2020;). Dengan intensifikasi berkelanjutan dari siklus air global (Huntington, 2006; Durack *et al.*, 2012), sangat penting untuk memahami bagaimana sistem biogeokimia tanah yang kompleks berfungsi di bawah kelembapan ekstrem, seperti

kekeringan dan banjir, yang dapat menimbulkan tekanan air pada tipe ekosistem tertentu.

Kandungan ionik tanah bervariasi dengan kadar air dan bisa sampai sembilan kali lipat lebih besar pada tanah kering dibandingkan dengan tanah jenuh (Chowdhury *et al.*, 2011). Dengan demikian, kondisi kelembaban yang bervariasi dapat menyebabkan lingkungan kimia yang sangat berbeda pada skala pori. Hal tersebut menyebabkan desorpsi selektif molekul karbon (C) yang berbeda dari mineral; atau melarutkan dari lokasi fisik yang dilindungi secara kondisional¹². Perubahan kelembaban tanah juga mempengaruhi aktivitas mikroba tanah. Kondisi kekeringan menyebabkan mikroba tanah mengalami tekanan osmotik dalam pori-pori kering (Dyer *et al.*, 2008); mikroba di tanah jenuh memiliki akses yang lebih baik ke karbon organik tanah dan nutrisi, karena difusi melalui jaringan pori tanah yang terhubung dengan baik (Negassa *et al.*, 2015; Yan *et al.*, 2016). Pertukaran bebas ini menurun pada tanah yang lembab, di mana konektivitas hidrologi menurun, dan beberapa pori tetap tidak terkoneksi (van Genuchten & Pachepsky, 2011).

4.3.3 Dampak terhadap Aktivitas Gulma, Hama dan Penyakit Tanaman

Perubahan iklim juga dapat meningkatkan ancaman kebakaran hutan. Kebakaran hutan menimbulkan resiko besar bagi lahan pertanian, padang rumput, dan padang penggembalaan. Perubahan suhu dan curah hujan juga kemungkinan besar akan memperluas serangan dan jangkauan serangga, gulma, dan penyakit (Gambar 4.6). Hal ini dapat menyebabkan aktivitas pengendalian gulma dan hama juga menjadi lebih tinggi (Gowda *et al.*, 2018; Ziska *et al.*, 2016)

Dilansir dari hasil observasi lainnya, banyak gulma, hama, dan jamur tumbuh subur di bawah suhu yang lebih hangat, iklim yang lebih basah, dan kadar CO₂ yang mengalami peningkatan. Saat

ini, petani telah menghabiskan lebih banyak anggaran per tahun untuk melawan gulma, yang berkompetisi dengan tanaman budidaya untuk mendapatkan cahaya, air, dan nutrisi (Hatfield *et al.*, 2014). Kisaran dan distribusi gulma dan hama cenderung meningkat dengan perubahan iklim. Hal ini dapat menimbulkan masalah baru bagi tanaman petani yang sebelumnya tidak terpapar spesies ini.



Gambar 4.6. Dampak Serangan Hama dan Penyakit pada Tanaman Cabai. (Sumber: dokumentasi pribadi)

(1) *Dampak terhadap Aktivitas Hama*

Keberadaan hama yang menyerang tanaman budidaya pertanian dipengaruhi oleh perubahan iklim. Dampak langsung terhadap hama berupa reproduksi, perkembangan, kelangsungan hidup dan penyebaran hama, sedangkan dampak secara tidak langsung berupa perubahan iklim yang mempengaruhi hubungan antara hama, lingkungannya dan spesies serangga lainnya seperti musuh alami, pesaing, vektor dan mutualis (Prakas *et al.*, 2014). Pernyataan tersebut sesuai dengan sumber lainnya yang mengungkapkan bahwa

perubahan iklim dapat mempengaruhi hama serangga melalui beberapa cara. Perubahan iklim dapat menghasilkan perluasan distribusi geografis hama, peningkatan kelangsungan hidup selama musim dingin, peningkatan populasi, perubahan sinkroni antara tanaman dan hama, perubahan interaksi interspesifik, peningkatan resiko invasi oleh hama yang bermigrasi, peningkatan kejadian penyakit tanaman yang ditularkan serangga, dan berkurangnya efektivitas pengendalian hayati, terutama musuh alami. Fenomena ini menyebabkan munculnya resiko kerugian ekonomi tanaman yang serius, serta tantangan bagi ketahanan pangan manusia (Skendžić *et al.*, 2021).

Serangga adalah organisme poikiloterm; suhu tubuh mereka tergantung pada suhu lingkungan. Dapat dikatakan bahwa, suhu merupakan salah satu faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi perilaku, distribusi, perkembangan dan reproduksi serangga (Kocmánková *et al.*, 2010). Oleh karena itu, sangat memungkinkan bahwa pemicu utama perubahan iklim (peningkatan CO₂ di atmosfer, peningkatan suhu dan penurunan kelembaban tanah) dapat secara signifikan mempengaruhi dinamika populasi serangga hama dan persentase kehilangan panen (Fand *et al.*, 2012). Perubahan iklim menciptakan relung ekologis baru yang memberikan peluang bagi serangga hama untuk menetap dan menyebar di wilayah geografis baru dan berpindah dari satu wilayah ke wilayah lainnya (FAO, 2020). Kompleksitas efek fisiologis yang diberikan oleh kenaikan suhu dan CO₂ dapat sangat mempengaruhi interaksi antara tanaman pertanian dan hama serangga (Skendžić *et al.*, 2021).

Petani menghadapi masalah hama baru dan intens di tahun-tahun mendatang karena perubahan iklim. Penyebaran hama tanaman melintasi batas fisik dan politik mengancam ketahanan pangan dan merupakan masalah global yang umum

terjadi di semua negara dan semua wilayah. Sebagai pemicu utama dinamika populasi hama, perubahan iklim memerlukan strategi pengelolaan yang adaptif untuk menghadapi perubahan status hama. Strategi tersebut antara lain, taktik manajemen hama terintegrasi yang dimodifikasi, pemantauan iklim dan populasi hama, dan penggunaan alat prediksi pemodelan (Skendžić *et al.*, 2021).

(2) *Dampak terhadap Gulma*

Populasi gulma yang meningkat dapat dipengaruhi oleh perubahan iklim. Hal ini merupakan ancaman yang signifikan terhadap produksi tanaman, baik melalui peningkatan suhu, pergeseran curah hujan, dan peningkatan kadar CO₂. Peningkatan suhu atmosfer memiliki potensi untuk meningkatkan pertumbuhan gulma selaras dengan efektivitas herbisida yang diaplikasikan. Beberapa gulma yang tergolong ke dalam tanaman C4 akan tumbuh subur seiring dengan peningkatan suhu. Peningkatan populasi gulma tersebut dapat memberikan dampak negatif terhadap budidaya pertanian karena mayoritas gulma yang paling kompetitif adalah tanaman C4. Pertumbuhan gulma yang cukup pesat akan menyebabkan persaingan yang kompetitif dengan tanaman budidaya di periode yang akan datang. (Ramesh *et al.*, 2017).

Peningkatan suhu dapat pula disebabkan karena adanya peningkatan gas rumah kaca, yaitu CO₂. Umumnya sebagian besar hama akan terpengaruh oleh pemanasan global dan perubahan curah hujan, pola angin, dan frekuensi terjadinya cuaca ekstrem yang kemungkinan merupakan dampak dari “efek rumah kaca”. Namun, hanya gulma yang cenderung merespon langsung peningkatan konsentrasi CO₂. Kadar CO₂ yang lebih tinggi akan menstimulasi fotosintesis dan pertumbuhan gulma C3 dan mengurangi bukaan stomata, serta meningkatkan efisiensi penggunaan air pada gulma C3

dan C4. Respirasi, dan komposisi fotosintat, konsentrasi, dan translokasi dapat terpengaruh. Gulma perennial dapat menjadi lebih sulit dikendalikan, jika peningkatan fotosintesis menstimulasi produksi rimpang dan organ penyimpanan lainnya yang lebih besar. Perubahan karakteristik permukaan daun dan kelebihan akumulasi pati pada daun gulma C3 dapat menghambat pengendalian dengan menggunakan herbisida. Pemanasan global dan perubahan iklim lainnya akan mempengaruhi pertumbuhan, fenologi, dan distribusi geografis gulma. Dampak peningkatan CO₂ baik secara langsung maupun tak langsung dapat mempengaruhi pertumbuhan atau kesuburan gulma dan tanaman budidaya. Hal ini dapat mengubah interaksi persaingan antara gulma dan tanaman budidaya (Patterson, 1995).

Meskipun CO₂ dianggap sebagai salah satu faktor utama yang menyebabkan peningkatan suhu di atmosfer dan perubahan iklim, namun faktor iklim lainnya juga turut mempengaruhi pertumbuhan gulma. Dilansir dari beberapa hasil penelitian diketahui bahwa pertumbuhan gulma turut dipengaruhi pula oleh pergeseran pola curah hujan. Berkurangnya ketersediaan air, karena kondisi kekeringan, akan mengubah interaksi kompetitif antara tanaman budidaya dan beberapa spesies gulma (Ramesh *et al.*, 2017).

(3) *Dampak terhadap Patogen/Peyakit Tanaman*

Tanaman budidaya dapat terinfeksi oleh beragam patogen, termasuk bakteri, jamur, oomycetes, virus dan nematoda. Ragam patogen memiliki karakteristik yang seperti cara bertahan hidup (biotrof, memperoleh nutrisi dari sel hidup, ke nekrotrof, memperoleh nutrisi dari sel mati), strategi infeksi (intraseluler atau ekstraseluler) dan jaringan tanaman target (misalnya, xilem, floem, akar atau daun). Wabah penyakit tanaman menimbulkan risiko yang signifikan

terhadap ketahanan pangan global dan kelestarian lingkungan di seluruh dunia, dan mengakibatkan hilangnya produktivitas primer dan keanekaragaman hayati yang berdampak negatif terhadap kondisi lingkungan dan sosial ekonomi daerah yang terkena dampak. Perubahan iklim semakin meningkatkan risiko wabah dengan mengubah evolusi patogen dan interaksi inang-patogen, serta memfasilitasi munculnya strain patogen baru. Kisaran patogen dapat bergeser dan meningkatkan penyebaran penyakit tanaman di daerah baru (Singh 2023)

Spesies tanaman yang berbeda rentan terhadap patogen pada berbagai tahap pertumbuhan tanaman. Misalnya, patogen *Fusarium* dan *Verticillium* terutama menginfeksi tanaman inang pada tahap awal pertumbuhan untuk menyebabkan penyakit layu. Demikian pula, penyakit lainnya (misalnya embun tepung anggur dan stroberi), daun muda lebih rentan terhadap infeksi patogen daripada daun dewasa (Kirkby *et al.*, 2013; Singh *et al.*, 2013)

Prediksi dampak perubahan iklim terhadap penyakit tanaman merupakan hal yang kompleks karena melibatkan berbagai aspek tanaman, patogen, dan lingkungan. Faktor-faktor ini meliputi distribusi dan kelimpahan taksa (rentang geografis, preferensi niche), kebugaran dan virulensinya, interaksi abiotik, proses evolusi tumbuhan-mikroorganisme, biologi inang dan vektor, dan kondisi lingkungan. Misalnya, banyak patogen oportunistik tanah dapat menyebabkan wabah penyakit ketika kondisi lingkungan mendukung replikasi patogen dan inang yang rentan tersedia (Cheng *et al.*, 2019; Trivedi *et al.*, 2020). Perubahan iklim juga dapat secara tidak langsung mempengaruhi interaksi tanaman-patogen melalui perubahan dalam proses biokimia, fisiologis, ekologi dan evolusi tanaman inang dan/atau patogen (Singh *et al.*, 2013; Cheng *et al.*, 2019; Desaint, 2021). Misalnya, kekeringan yang berkepanjangan menyebabkan stres air pada pohon

hutan, yang mengakibatkan peningkatan kerentanan terhadap infeksi oleh patogen yang menyebabkan penyakit mati pucuk dari genus *Phytophthora*, sehingga memfasilitasi terjadinya penyakit baru yang berpotensi (Desprez-Loustau, 2006; Singh *et al.*, 2013; Ryu *et al.* 2018; Hossain *et al.*, 2019). Secara keseluruhan, dampak langsung dari perubahan iklim cenderung bervariasi tergantung pada patogen, identitas inang, dan sifat bioma.

Peningkatan suhu dapat menurunkan tingkat kekebalan tanaman. Hal ini menyebabkan peningkatan infeksi patogen (Cheng *et al.*, 2019). Pada *Arabidopsis*, produksi asam salisilat, yang berperan penting dalam sistem pertahanan tanaman, tidak terekspresi pada suhu 40°C karena gangguan aktivasi faktor transkripsi. Pada tanaman padi suhu hangat meningkatkan ekspresi biosintesis asam absisat dan gen responsif. Hal ini mengakibatkan peningkatan kerentanan terhadap penyakit hawar bakteri; menariknya, penekanan jalur asam absisat dikaitkan dengan resistensi pada temperatur tinggi (Cohen *et al.*, 2017). Observasi lainnya turut mengungkapkan bahwa induksi biosintesis asam jasmonat dan gen pensinyalan oleh *Magnaporthe oryzae* menghasilkan peningkatan kerentanan terhadap penyakit blas padi pada tanaman padi pada suhu hangat (Qiu *et al.*, 2022).

DAFTAR PUSTAKA

- Bailey, V. L., Pries, C. H. & Lajtha, K. 2019. *What Do We Know About Soil Carbon Destabilization?* Environ. Res. Lett. 14: 083004
- Borken, W. & Matzner, E. 2009. Introduction: Impact of Extreme Meteorological Events on Soils and Plants. Glob. Chang. Biol. 15: 781
- Cheng, Y. T., Zhang, L. & He, S. Y. *Plant–Microbe Interactions Facing Environmental Challenge*. Cell Host Microbe 26, 183–192
- Chowdhury, N., Marschner, P. & Burns, R. 2011. *Response of Microbial Activity and Community Structure to Decreasing Soil Osmotic and Matric Potential*. Plant Soil 344: 241–254.
- Cohen, S. P. et al. 2017. *RNA-seq Analysis Reveals Insight Into Enhanced Rice Xa7-Mediated Bacterial Blight Resistance At High Temperature*. PLoS ONE 12, e0187625
- Desaint, H. et al. 2021. *Fight Hard Or Die Trying: When Plants Face Pathogens Under Heat Stress*. N. Phytol. 229, 712–734
- Desprez-Loustau, M.-L., Marçais, B., Nageleisen, L.-M., Piou, D. & Vannini, A. 2006. *Interactive Effects Of Drought And Pathogens In Forest Trees*. Ann. Sci. 63, 597–612
- Durack, P. J., Wijffels, S. E. & Matear, R. J. 2012. Ocean Salinities Reveal Strong Global Water Cycle Intensification During 1950 to 2000. Science: 336: 455–458.
- Dyer, C. L., Kopittke, P. M., Sheldon, A. R. & Menzies, N. W. 2008. *Influence of Soil Moisture Content on Soil Solution Composition*. Soil Sci. Soc. Am. J. 72: 355–361.
- EPA. 2022. *Ecosystem Effects of Ozone Pollution*. <https://www.epa.gov/ground-level-ozone-pollution/ecosystem-effects-ozone-pollution>.
- EPA. 2023. *Climate Impacts on Agriculture and Food Supply*. <https://climatechange.chicago.gov/climate-impacts/climate-impacts-agriculture-and-food-supply>

- Fand B.B., Kamble A.L., Kumar M. 2012. Will Climate Change Pose Serious Threat To Crop Pest Management: A Critical Review. *Int. J. Sci. Res.* 2:1–14.
- FAO. 2020. Climate Related Transboundary Pests and Diseases. <http://www.fao.org/3/a-ai785e.pdf> Gowda, P., Steiner, J.L., Farrigan, T., Grusak, M.A., Bogges, M., Olson, C., Yorgey, G. 2018. *Ch. 10: Agriculture and Rural Communities. In: Impacts, Risks, and Adaptation in The United States: Fourth National Climate Assessment, Volume II.* U.S. Global Change Research Program, Washington, DC, p. 393-410.
- Hawkes, C. V., Waring, B. G., Rocca, J. D. & Kivlin, S. N. 2017. *Historical Climate Controls Soil Respiration Responses to Current Soil Moisture.* *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 114: 6322–6327
- Hatfield, J., Takle, G., Grotjahn, R., Holden, P., Izaurralde, R. C., Mader, T., Marshall, E., and Liverman, D. 2014. *Ch. 6: Agri-culture. Climate Change Impacts in the United States: The Third National Climate Assessment.* J. M. Melillo, Terese (T.C.) Richmond, and G. W. Yohe, Eds., U.S. Global Change Research Program, 150-174.
- Hossain, M., Veneklaas, E. J., Hardy, G. & Poot, P. 2019. *Tree Host-Pathogen Interactions As Influenced By Drought Timing: Linking Physiological Performance, Biochemical Defence And Disease Severity.* *Tree Physiol.* 39, 6–18
- Huntington, T. G. 2006. *Evidence for Intensification of the Global Water Cycle: Review and Synthesis.* *J. Hydrol.* 319: 83–95.
- Jarvis, P. et al. 2007. *Drying and Wetting of Mediterranean Soils Stimulates Decomposition and Carbon Dioxide Emission: The “Birch Effect”.* *Tree Physiol* 27: 929–940.
- Kim, D.-G., Vargas, R., Bond-Lamberty, B. & Turetsky, M. R. 2012. *Effects of Soil Rewetting and Thawing on Soil Gas fluxes: a Review of Current Literature and Suggestions for Future Research.* *Biogeosciences* 9: 2459–2483.

- Kirkby, K. A., Lonergan, P. A. & Allen, S. J. 2013. *Three Decades Of Cotton Disease Surveys* NSW, Australia. *Crop. Sci. Pasture Sci.* 64, 774–779
- Kocmánková E., Trnka M., Juroch J., Dubrovský M., Semerádová D., Možný M., Žalud Z., Pokorný R., Lebeda A. 2010. Impact Of Climate Change on The Occurrence And Activity Of Harmful Organisms. *Plant Prot. Sci.* 45: S48–S52. doi: 10.17221/2835-PPS.
- Liu, Y. et al. 2019. *Modeling Transient Soil Moisture Limitations on Microbial Carbon Respiration*. *J. Geophys. Res. Biogeosci.* 124: 2222–2247
- Manzoni, S., Ahmed, M. H. & Porporato, A. 2019. *Ecohydrological and Stoichiometric Controls on Soil Carbon and Nitrogen Dynamics in Drylands*. In *Dryland Ecohydrology* (eds D’Odorico, P., Porporato, A. & Wilkinson, C.). Springer International Publishing. 279–307
- Manzoni, S. et al. 2020. *Rainfall Intensification Increases the Contribution of Rewetting Pulses to Soil Respiration*. *Biogeosci.* 17: 4007–4023
- Moehring, Yasmin. 2022. *The Importance of The Climate for Agriculture*. <https://www.365farmnet.com/en/newsroom/the-importance-of-the-climate-for-agriculture/>
- Moyano, F. E. et al. 2012. *The Moisture Response of Soil Heterotrophic Respiration: Interaction with Soil Properties*. *Biogeosciences* 9: 1173–1182.
- Negassa, W. C. et al. 2015. *Properties of Soil Pore Space Regulate Pathways of Plant Residue Decomposition and Community Structure of Associated Bacteria*. *PloS ONE* 10: 1–22.
- Nolte, C.G., P.D. Dolwick, N. Fann, L.W. Horowitz, V. Naik, R.W. Pinder, T.L. Spero, D.A. Winner, and L.H. Ziska, 2018. *Ch. 13: Air Quality*. In: *Impacts, Risks, and Adaptation in The United States: Fourth National Climate Assessment, Volume II*. U.S.

- Global Change Research Program, Washington, DC, p. 512-538.
- Qiu, J. et al. 2022. Warm temperature compromises JA-regulated basal resistance to enhance *Magnaporthe oryzae* infection in rice. *Mol. Plant* 15, 723–739
- Patel, K.F., Fansler, S.J., Campbell, T.P. et al. 2021. *Soil Texture and Environmental Conditions Influence the Biogeochemical Responses of Soils to Drought and Flooding*. *Commun Earth Environ* 2: 127. <https://doi.org/10.1038/s43247-021-00198-4>
- Patterson, D. 1995. *Weeds in a Changing Climate*. *Weed Science*, 43(4), 685-700. doi:10.1017/S0043174500081832
- Prakash A., Rao J., Mukherjee A.K., Berliner J., Pokhare S.S., Adak T., Munda S., Shashank P.R. 2014. *Climate Change: Impact on Crop Pests*. Applied Zoologists Research Association (AZRA), Central Rice Research Institute; Odisha, India.
- Rahmstorf, S. 2017. *Rising Hazard of Storm-Surge flooding*. *Proc. Natl Acad. Sci USA*, 114: 11806–11808
- Ramesh K, Matloob A, Aslam F, Florentine SK and Chauhan BS .2017. *Weeds in a Changing Climate: Vulnerabilities, Consequences, and Implications for Future Weed Management*. *Front. Plant Sci.* 8:95. doi: 10.3389/fpls.2017.00095
- Ryu, M., Mishra, R. C., Jeon, J., Lee, S. K. & Bae, H. 2018. *Drought-induced susceptibility for *Cenangium ferruginosum* leads to progression of cenangium-dieback disease in *pinus koraiensis**. *Sci. Rep.* 8, 16368
- Skendžić, S., Zovko, M., Živković, I. P., Lešić, V., & Lemić, D. 2021. *The Impact of Climate Change on Agricultural Insect Pests*. *Insects*. 12(5), 440. <https://doi.org/10.3390/insects12050440>
- Slessarev, E. W. & Schimel, J. P. 2020. *Partitioning Sources of CO Emission After Soil Wetting Using High-Resolution*

- Observations and Minimal Models*. Soil Biol.Biochem. 143:107753.
- Singh, B.K., Delgado-Baquerizo, M., Egidi, E. et al. 2023. *Climate Change Impacts On Plant Pathogens, Food Security And Paths Forward*. Nat Rev Microbiol. <https://doi.org/10.1038/s41579-023-00900-7>
- Trivedi, P., Leach, J. E., Tringe, S. G., Sa, T. & Singh, B. K. 2020. *Plant–Microbiome Interactions: From Community Assembly To Plant Health*. Nat. Rev. Microbiol. 18, 607–621
- USDA. 2022. *Pollinators*. <https://www.usda.gov/pollinators>
- van Genuchten, M. T. & Pachepsky, Y. A. 2011. *Hydraulic Properties in Unsaturated Soils*. In *Encyclopedia of Agrophysics* (eds Gliński, J., Horabik, J. & Lipiec, J.) 368–376.
- Vousdoukas, M. I. et al. 2018. *Global Probabilistic Projections of Extreme Sea Levels Show Intensification of Coastal flood Hazard*. Nat. Commun. 9: 2360
- Walsh, M. K., P. Backlund, L. Buja, A. DeGaetano, R. Melnick, L. Prokopy, E. Takle, D. Todey, L. Ziska. 2020. *Climate Indicators for Agriculture*. USDA Technical Bulletin 1953. Washington, DC. 70 pages. DOI <https://doi.org/10.25675/10217/210930>.
- Yan, Z. et al. 2016. *Pore-scale Investigation on the Response of Heterotrophic Respiration to Moisture Conditions in Heterogeneous Soils*. Biogeochemistry 131: 121–134.
- Ziska, L., A. Crimmins, A. Auclair, S. DeGrasse, J.F. Garofalo, A.S. Khan, I. Loladze, A.A. Pérez de León, A. Showler, J. Thurston, and I. Walls. 2016. *Ch. 7: Food Safety, Nutrition, and Distribution. The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment*. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC, 189–216.

BAB 5

BIBIT DAN BENIH

Oleh Vega Kartika Sari

5.1 Pendahuluan

Bahan tanam merupakan bagian dari tanaman yang ditanam pada suatu media tanam. Bagian tanaman yang digunakan dapat berupa biji, tunas, umbi, batang, akar, maupun daun. Berdasarkan jenis bahan tanam dapat digolongkan menjadi dua yaitu bibit dan benih. Bibit berupa tanaman muda yang umumnya berasal dari bagian vegetatif tanaman induknya, sedangkan benih adalah biji yang berasal dari bagian generatif tanaman induknya. Untuk mencapai produksi yang optimum, banyak faktor yang mempengaruhi termasuk faktor kualitas bahan tanam yang digunakan. Bahan tanam memiliki potensi genetik yang mempengaruhi hasil panen, ketahanan terhadap hama penyakit, adaptasi lingkungan, dan karakter unggul lainnya yang dapat berbeda antar varietas. Menurut Suryanti et al. (2020), pemilihan bahan tanam yang tepat sangat penting artinya untuk mendapatkan hasil panen yang optimal. Berikut beberapa faktor yang harus diperhatikan untuk memilih bahan tanam yang tepat:

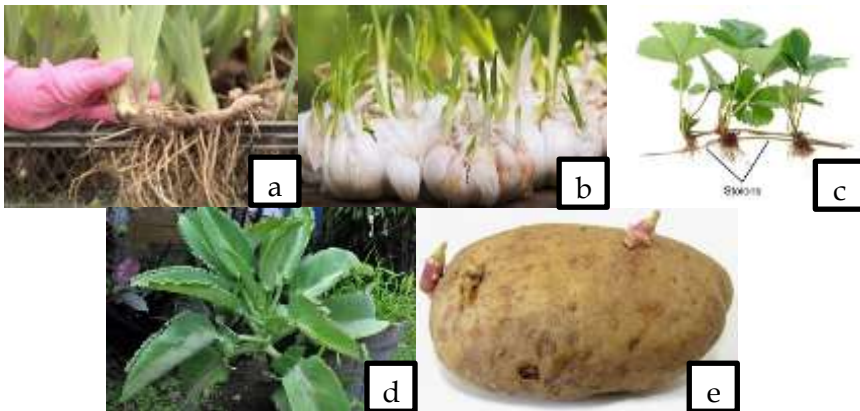
1. Jenis tanaman. Setiap tanaman membutuhkan bahan tanam yang berbeda, sesuai dengan kemampuan tanaman berbiak.
2. Kualitas bahan tanam menjamin pertumbuhan yang sehat dan produktif.
3. Kondisi lingkungan. Kondisi lingkungan tempat tumbuh bahan tanam disesuaikan dengan syarat tumbuh tanaman tersebut.

4. Biaya bahan tanam bervariasi tergantung jenis tanaman, kualitas dan ketersediaannya.

Bahan tanam baik berupa benih ataupun bibit yang berkualitas memiliki karakteristik yang akan disajikan lebih lanjut pada sub bab berikut ini.

5.2 Bibit

Bahan tanam adalah bagian dari pohon induk yang digunakan untuk memperbanyak secara vegetative atau untuk memperbanyak secara generative. Teknik perbanyakan secara vegetative merupakan proses pembiakan tanaman secara aseksual untuk menghasilkan individu keturunan tanaman yang mempertahankan sifat baik tanaman induknya. Bagian dari pohon induk seperti daun, batang, pucuk dapat ditanam untuk menghasilkan tanaman baru duplikat dari tanaman induknya.



Gambar 5.1. Ilustrasi teknik perbanyakan kaktus dan sukulen (a)Rhizome/rimpang, (b)umbi lapis/ bulbs, (c)stolon, (d)kuncup adventif daun, (e)umbi batang. (Sumber: materikimia.com, 2019)

Pembiakan secara vegetative dikelompokkan menjadi 2 macam yaitu:

1. Pembiakan vegetative alami

Pembiakan tanaman dimana tanaman muda tumbuh dan berkembang dari bagian-bagian vegetative tanaman induknya. Pada bagian vegetative tanaman terdapat organ yang mengalami modifikasi bentuk dan fungsi baik pada akar ataupun batang. Contohnya umbi batang pada tanaman kentang, stolon pada tanaman strawberry, umbi lapis/bulbs pada tanaman bawang-bawangan, adventif daun pada tanaman cocor bebek, rhizome/ rimpang pada tanaman jahe. Penggunaan bagian tersebut (tergantung jenis tanaman) dapat menumbuhkan tanaman baru (Gambar 5.1).

2. Pembiakan vegetative buatan

Metode pembiakan vegetative secara buatan yang telah banyak diketahui dan diterapkan seperti stek, grafting, cangkok, pembagian rimpang. Pada Gambar 2 dan Gambar 3 disajikan ilustrasi perbanyakan tanaman hias. Metode-metode tersebut termasuk metode konvensional.

Kelebihan metode konvensional:

- a. Tanaman yang dihasilkan seragam secara genetik
- b. Banyak jenis tanaman yang dapat diperbanyak secara cepat melalui metode ini
- c. Beberapa jenis tanaman menghasilkan sedikit, tidak ada biji, atau bahkan biji yang dihasilkan tidak mampu berkecambah
- d. Beberapa tanaman lebih ekonomis diperbanyak secara vegetative.

Kekurangan dari metode konvensional:

- a. Penggunaan tanaman induk yang terinfeksi virus akan menghasilkan tanaman yang juga terinfeksi virus.

- b. Bagian vegetative yang digunakan untuk perbanyakan berukuran besar sehingga sulit dalam penyimpanan.

Kini, metode modern dengan menggunakan teknologi terus dikembangkan untuk menghasilkan tanaman dalam jumlah besar dan dalam waktu yang relative singkat, melalui teknik kultur jaringan (Asmono & Sari, 2016). Representasi dari teknik kultur jaringan disajikan pada Gambar 5.2.

Kelebihan metode modern:

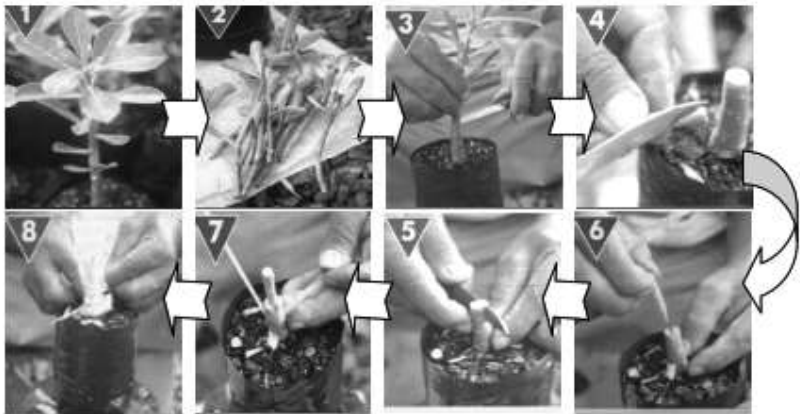
1. Tanaman dengan karakter yang diinginkan dapat diperbanyak dalam waktu relative cepat.
2. Tanaman yang dihasilkan identik secara genetic.
3. Teknik kultur jaringan dapat dilakukan kapanpun, tidak dibatasi musim dan iklim.
4. Tanaman langka dan terancam punah dapat diperbanyak dengan metode ini.
5. Menghasilkan bibit bebas penyakit.

Kekurangan metode modern:

1. Membutuhkan sumber daya manusia yang terampil.
2. Biaya yang relative besar untuk pengadaan ruang dan alat yang harus steril
3. Terkadang kalus mengalami perubahan genetik yang tidak diinginkan.



Gambar 5.2. Ilustrasi teknik perbanyakan kaktus dan sukulen dengan stek dan pemisahan anakan
(Sumber: Santoso, 2019)



Gambar 5.3. Ilustrasi teknik grafting pada Adenium
(Sumber: Santoso, 2019)



Gambar 5.4. Representasi kultur jaringan pisang
(Sumber: Yusnita, 2015)

Menurut Casioningyah (2022), pembibitan merupakan kegiatan awal sebelum membudidayakan suatu tanaman di lapang yang bertujuan untuk mempersiapkan bibit siap pindah tanam. Bibit yang memenuhi syarat, baik umur maupun ukurannya baru dapat dilakukan pindah tanam ke lapang. Bibit unggul adalah tanaman muda yang memiliki sifat unggul yaitu mampu menunjukkan sifat asli induknya dan mempunyai nilai ekonomi tinggi dan memiliki ketahanan terhadap hama penyakit.

5.2.1 Pemilihan Bibit

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam memilih bibit sebelum ditanam, yaitu:

1. Bibit tanaman jelas identitasnya, baik varietas ataupun indukannya. Bibit yang berasal dari tanaman induk yang unggul, maka sifat dari bibitnya tidak jauh berbeda. Pada Gambar 5 disajikan bibit tanaman yang disertai identitas.

2. Asal usul perbanyakan bibit diketahui, apakah dari biji, cangkok, sambung atau okulasi. Hal tersebut mempengaruhi jenis perakaran yang terbentuk dan waktu berbuah untuk tanaman berbuah.

5.2.2 Faktor yang Mempengaruhi Keberhasilan Penyediaan Bibit

Terdapat beberapa faktor yang mendukung keberhasilan dalam penyediaan bibit, yaitu (Santoso, 2019):

1. **Saat pengambilan bibit.** Waktu yang tepat untuk pengambilan bibit pada saat tanaman induk sedang mengalami fase pertumbuhan vegetative. Umur tanaman induk sudah dewasa, vigorous, sehat dan memiliki bagian yang digunakan sebagai bahan bibit cukup banyak.
2. **Cara pemisahan atau pemotongan bahan perbanyakan.** Pemisahan bagian tanaman harus dilakukan hati-hati dan meminimalkan pelukaan jaringan. Demikian pula bila cara pemotongan yang dilakukan, bidang potong diupayakan sedikit mungkin. Setiap potongan minimal terdapat satu mata tunas.
3. **Perlakuan pada pohon induk.** Tanaman yang akan dijadikan sebagai pohon induk, diupayakan dipelihara melalui pemupukan, dan perlindungan terhadap hama penyakit, pemeliharaan dapat juga dengan memberikan perlakuan untuk menginduksi tumbuh tunas dan akar adventif.
4. **Perlakuan pada bibit.** Bibit merupakan tanaman muda yang memerlukan pemeliharaan cukup intensif, ketersediaan air, nutrisi, iklim mikro harus dikondisikan agar bibit dapat tumbuh sehat. Selain itu juga dapat dilakukan aplikasi ZPT untuk merangsang pembentukan akar pada bibit stek.

5. **Media tanam bebas sumber pathogen.** Sterilisasi media menggunakan Vapam (matam sodium) dan Basamid-G dilaporkan meningkatkan persentase tumbuh stek kentang.
6. **Kelengkapan peralatan.** Peralatan pendukung diperlukan untuk melakukan kegiatan seperti pemotongan umbi, penglupasan batang untuk cangkok, penempelan mata tunas.
7. **Kebersihan peralatan dan lingkungan.** Kebersihan alat dan kondisi penyimpanan bahan bibit perlu turut diperhatikan untuk menghindari serangan pathogen pada bibit.
8. **Pengalaman dan keterampilan sumber daya manusia.** Kegiatan mulai dari pemilihan pohon induk, penerapan metode perbanyakan, pemeliharaan bibit membutuhkan pengalaman dan keterampilan.



Gambar 5.5. Berbagai warna label dan label pada bibit jeruk
(Sumber: BPSI Jestro Indonesia, 2020)

5.3 Benih

Benih dalam arti luas merupakan tanaman atau bagian tanaman yang dapat digunakan untuk perbanyakan tanaman, sedangkan dalam arti sempit benih merupakan biji generatif suatu tanaman yang digunakan untuk budidaya suatu komoditas tanaman. Benih diperoleh melalui perkembangbiakan secara generatif, sehingga sifat-sifat pada benih dikendalikan oleh faktor lingkungan dan genetik dari induknya (Sudrajat dkk., 2015).

5.3.1 Struktur Benih

Benih adalah bagian dari tumbuhan yang berisi embrio, cadangan makanan, dan kulit benih yang berfungsi melindungi embrio. Embrio merupakan hasil dari pembuahan antara sel telur dan sel inti generatif pada bunga. Benih dapat disimpan dalam jangka waktu yang cukup lama.

Menurut Syamsia (2023), struktur benih yang matang secara morfologi maupun fisiologis terdiri atas :

1. Kulit benih. Kulit benih berfungsi dalam menjaga benih dari kerusakan akibat kondisi lingkungan dan mencegah infeksi patogen yang berpotensi merusak embrio maupun cadangan makanan pada benih, serta berperan dalam meningkatkan daya hidup benih dan dalam mekanisme dormansi.
2. Cadangan makanan. Endosperma merupakan cadangan makanan dalam biji. Pada benih tanaman tertentu, endosperma menjadi bagian terbesar dari struktur benih, seperti pada tanaman monokotil (padi, jagung, gandum).
3. Embrio. Embrio merupakan hasil dari perkembangan zigot dari proses peleburan seksual.

5.3.2 Penanaman dengan Benih

Tanaman yang diperbanyak melalui benih memerlukan persemaian, dan pindah tanam pada umur tertentu. Pindah tanam lebih dini menjadikan bibit tanaman lebih mudah beradaptasi pada

lingkungan yang baru, sehingga tidak menghambat pertumbuhan vegetatif. Sedangkan, jika terlambat pindah tanam mengakibatkan bibit tanaman menjadi stress dan mempercepat fase hidupnya, tanaman lebih cepat memasuki fase generatif (Yudhistira, 2014).

5.3.3 Benih Bermutu Bersertifikat

Keberhasilan dalam berbudidaya ditandai dengan produksi yang tinggi, sesuai dengan potensi hasil tanaman yang dibudidayakan. Keberhasilan berbudidaya tidak terlepas dari penggunaan benih yang bermutu dan berkualitas. Benih yang bermutu berasal dari varietas unggul yang memiliki daya tahan terhadap hama dan penyakit tertentu. Waktu pemanenan juga lebih mudah ditentukan karena waktu masak yang serentak (Kabeakan & Manik, 2020). Benih bermutu merupakan benih yang memiliki legalitas sertifikasi dari lembaga sertifikasi benih yaitu BPSB (Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih). Arti dari sertifikasi benih adalah rangkaian proses maupun kegiatan pemberian sertifikat benih tanaman melalui pemeriksaan, pengujian, serta pengawasan dan memenuhi semua persyaratan untuk diedarkan (Meliyana dkk., 2023). Tujuan dari sertifikasi benih yaitu untuk menjaga kemurnian genetik dari suatu varietas yang dihasilkan oleh pemulia dan juga untuk dapat menjaga kebenaran dari varietas tersebut. Sistem perbenihan yang memasok benih unggul bersertifikat terbagi menjadi empat subsistem yang saling berinteraksi satu sama lain yaitu (1) subsistem penelitian, pemuliaan, dan pelepasan varietas; (2) subsistem produksi dan distribusi benih; (3) subsistem pengawasan mutu dan sertifikasi benih; serta (4) subsistem penunjang yang terdiri dari peraturan perundang-undangan (Nuswardhani & Arief, 2019).

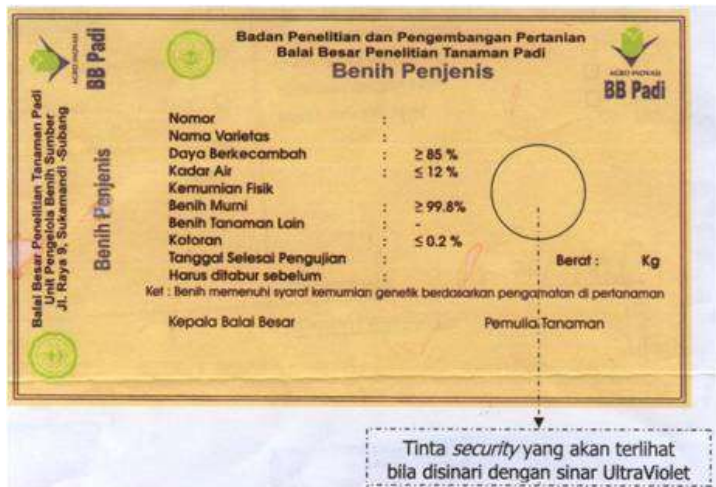


Gambar 5.6. Label warna benih
(Sumber: www.sampulpertanian.com)

Benih yang bersertifikat digolongkan kedalam kelas-kelas benih sesuai dengan urutan keturunan dan mutunya, di antaranya:

1. Benih Penjenis (*Breeder Seed*)

Benih penjenis merupakan benih yang diproduksi di bawah pengawasan pemulia yang bersangkutan dengan prosedur buku sertifikat sehingga tingkat kemurnian genetik pada varietas terpelihara dengan sempurna (Rahmawati, 2019). Benih penjenis merupakan sumber untuk memperbanyak benih dasar. Contoh benih penjenis dapat ditemukan pada benih padi, jagung, gandum, sorgum, dan kentang.



Gambar 5.7. Label Benih Penjenis
(Sumber: www.tabloidsinartani.com, 2021)

2. Benih Dasar

Benih dasar merupakan keturunan pertama dari benih penjenis. Produksi benih dasar dilakukan di instansi yang telah ditunjuk oleh Direktorat Jenderal Tanaman Pangan dengan pengawasan serta bimbingan yang ketat (Arwansyah & Suryani, 2020). Proses produksi benih dasar memerlukan sertifikasi dari Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih. Jenis benih dasar dapat ditemukan pada tanaman padi.



Gambar 5.8. Benih Dasar
(Sumber: tabloidsinartani.com, 2021)

3. Benih Pokok

Benih pokok (BP) adalah keturunan dari benih dasar yang diproduksi serta dipelihara sehingga identitas dan tingkat kemurnian varietas yang ditetapkan dapat dipelihara dan memenuhi standar mutu yang ditetapkan. Contoh benih pokok dapat ditemukan pada tanaman padi.



Gambar 5.9. Benih Pokok
(Sumber: bpsbtpn-ntb.com, 2013)

4. Benih Sebar

Benih sebar diartikan sebagai keturunan baik dari benih penjenis, dasar, maupun pokok. Benih sebar diproduksi dan disertifikasi oleh Sub Direktorat Pembinaan Mutu Benih BPSB. Contoh benih sebar dapat ditemukan pada tanaman padi.



Gambar 5.10. Benih Sebar
(Sumber: tabloidsinartani.com, 2021)

5.3.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Mutu Benih

Benih dapat tumbuh dan berkecambah dipengaruhi oleh beberapa faktor baik internal maupun eksternal, yaitu sebagai berikut :

1. Faktor Internal

- Genetik. Faktor genetik yang diwariskan dari tanaman induk akan turut mempengaruhi pertumbuhan benih.
- Masak fisiologis. Benih yang dipanen pada saat masak fisiologis akan menunjukkan pertumbuhan dan produksi optimal, dan sebaliknya jika benih dipanen sebelum atau melewati masak fisiologis.
- Hormon. Hormon terlibat dalam proses perkecambahan dan dormansi benih.

2. Faktor Eksternal

- a. Faktor lingkungan seperti kondisi dan perlakuan selama prapanen, pascapanen, dan penyimpanan benih. Kemunduran benih tidak dapat dicegah tetapi dapat ditekan dengan mengendalikan suhu, kadar air benih, dan kelembaban.

Setiap benih memerlukan perlakuan yang berbeda, dan setiap perlakuan yang diaplikasikan memberikan pengaruh yang berbeda pula terhadap perkecambahan. Pertumbuhan kecambah umumnya diamati dari variabel daya berkecambah, kecambah abnormal, benih segar tidak tumbuh, dan benih mati. Kecambah abnormal dicirikan dengan kecambah yang mengalami kerusakan satu unsur esensial atau lebih. Benih segar tidak tumbuh ditunjukkan dari benih yang mampu menyerap air namun gagal berkecambah akibat adanya dormansi. Sedangkan benih mati ialah kondisi dimana benih tidak keras/ lunak, tidak segar, terjadi perubahan warna, dan tidak menunjukkan pertumbuhan sama sekali (Azmi & Rahayu, 2022).

5.4 Perlakuan Benih

Menurut Sharma et al. (2015), perlakuan benih untuk menghindari serangan patogen dapat dilakukan beberapa metode, antara lain :

1. Pencelupan, benih direndam dalam larutan dengan bahan aktif tertentu.
2. Penyalutan (*seed dressing*), benih dilumuri bahan aktif kemudian dikering-anginkan.
3. Pelapisan (*seed coating*), benih dilapisi dengan bahan aktif berbentuk lapisan tipis (film) dari bahan cairan atau tepung dengan formula tertentu.

4. Pelet (*seed pelleting*), benih dibentuk menjadi pelet dengan ditambah bahan-bahan seperti bahan organik, tanah liat (clay), dan perekat.
5. Gel (*fluid drilling*), benih dilapisi dengan gel, dapat juga ditambahkan agens hayati.
6. *Seed priming*, benih dicelupan dalam larutan tertentu, hingga biji mengembang dan berkecambah.
7. Bola benih (*seed ball*), biji dicampur dengan tanah, humus, dapat juga dicampur agens hayati, prinsipnya menyerupai seed pelleting.

5.5 Keuntungan Penggunaan Bibit dan Benih Berkualitas

Menurut Gultom & Putra (2019), kunci utama dalam usaha budidaya kopi adalah bibit yang digunakan, jika menggunakan bibit asal atau tidak berkualitas maka mustahil untuk tanaman berproduksi tinggi dan berkualitas. Selaras dengan hasil penelitian Martatuli & Siahaan (2019) bahwa pendapatan petani kopi dapat ditingkatkan melalui pemilihan bibit kopi yang baik yang sesuai standar mutu nasional karena dapat menghasilkan biji kopi yang berkualitas.

Tabel 5.1. Rata-rata efisiensi usahatani padi sawah MT September-Desember 2014 (Sumber : Raditya dkk, 2015)

No	Uraian	Petani Pengguna Benih bersertifikat	Petani Pengguna Benih Non Sertifikat
Riil			
1	Penerimaan (Rp/ha)	22.158.675,60	15.836.454,55
2	Biaya (Rp/ha)	5.657.290,83	4.885.419,26
3	R/C ratio	3,91	3,24

Hasil penelitian Raditya dkk yang membandingkan penggunaan benih bersertifikat dan non sertifikat menunjukkan bahwa pendapatan yang diterima oleh petani pengguna benih [adi bersertifikat lebih tinggi, dikarenakan produktivitas lahan lebih tinggi dari pada yang menggunakan benih non sertifikat. Usahatani padi sawah oleh petani pengguna benih bersertifikat (R/C ratio = 3,91) lebih efisien daripada non sertifikat (R/C ratio = 3,24) (Tabel 5.1).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2019. Perkembangbiakan vegetative pada Tumbuhan Angiospermae.
<https://materikimia.com/perkembangbiakan-vegetatif-pada-tumbuhan-angiospermae/> (Diakses 27-06-2023)
- Arwansyah & Suryani. 2020. Clusterisasi Varietas Benih Tanaman Padi Menggunakan Algoritma K-Means. *Prosiding Seminar Ilmiah Sistem Informasi dan Teknologi Informasi*, 9(2), 1-10.
- Asmono, S.L. & Sari, V.K. 2016. Induksi Kalus dari Beberapa Kultivar Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Dataran Medium secara In Vitro Menggunakan Variasi Konsentrasi 2,4-D. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 16(2): 116-121
- Azmi, C., & Rahayu, A. 2022. Pengaruh Lama Perendaman Terhadap Perkecambahan Benih Cabai (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Ilmiah Hijau Cendekia*, 7(2), 55-59.
- Gultom, L. S., & Putra, H. P. 2020. Analisis Tingkat Efisiensi Usahatani Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.). *Jurnal Agrotekda*. 3(2): 66-73.
- Kabeakan, N. T. M. B., & Manik, J. R. 2020. Kepuasan Dan Loyalitas Petani Jagung Menggunakan Benih Bersubsidi Di Desa Laubaleng Kecamatan Laubaleng Kabupaten Karo. *Jurnal Agrica*, 13(2), 124-135.
- Martauli, E. D., & Siahaan, L. M. 2019. The Influence of Entrepreneurial Characteristics of Arabica Coffee to Business Performance Farmer's In Karo Regency. *JASc (Journal of Agribusiness Sciences)*. 3 (1): 16-23.
- Nuswardhani, S. K. & Arief, B. 2019. Kajian Serapan Benih Padi Bersertifikat di Indonesia Periode 2012-2017. *Agrika: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 13(2), 162-176.
- Raditya, R., Asriani, P. S., & Sriyoto, S. 2015. Analisis Komparasi Usahatani Padi Sawah Pengguna Benih Bersertifikat dan Benih Non Sertifikat Di Kelurahan Kemumu Kecamatan

- Arma Jaya Kabupaten Bengkulu Utara. Jurnal AGRISEP: Kajian Masalah Sosial Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis, 14(2), 177–188. <https://doi.org/10.31186/jagrisep.14.2.177-188>
- Rahmawati, M. & Ariani, K. T. 2019. Sikap Petani terhadap Penggunaan Benih Padi (*Oryza sativa* L.) Bersertifikat di Desa Ambarketawang Kecamatan Gamping Kabupaten Sleman. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 26(1), 15-24.
- Santoso, B.B. 2019. Pembiakan Vegetatif dalam Hortikultura. Unram Press.
- Sharma, K.K., U.S. Singh, P. Sharma, A. Kumar, and L. Sharma. 2015. Seed treatments for sustainable agriculture-A review. *Journal of Applied and Natural Science* 7(1): 521–539.
- Sudrajat, D. J., Nurhasybi, B. Y., & Bramasto, Y. 2015. Standar pengujian dan mutu benih tanaman hutan. Bogor: Forda Press.
- Suryanti, S., Umami, A., Firmansyah, R., & Widyasaputra, R. 2020. Pemberdayaan Pertanian Organik Dengan Model Hidrogranik Budikdamber Di Era Pandemi Covid – 19 Di Kabupaten Bantul Provinsi Diy. *Jurnal Agro Dedikasi Masyarakat (JADM)*, 1(2), 44–50.
- Syamsia. 2023. Teknologi Produksi Benih Refugia. Makassar: PT. Nas Media Indonesia.
- Tabloid Sinartani. 2021. Kenali Kembali Jenis Benih Berlabel. <https://tabloidsinartani.com/detail/indeks/agri-penyuluhan/15665-Kenali-Kembali-Jenis-Benih-Berlabel> (Diakses 13-06-2023)
- UPTD Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih Pertanian Provinsi NTB. 2013. Contoh Label Benih Uptd Bpsb NTB. <http://bpsbtph-ntb.com/visi-dan-misi/> (Diakses 13-06-2023)

- Yusnita. 2015. Kultur Jaringan Tanaman sebagai Teknik Penting Bioteknologi untuk Menunjang Pembangunan Pertanian. Penerbit Aura Publishing
- Yudhistira, G. 2014. Pertumbuhan dan Produktivitas Sawi Pak Choy Umur Transplanting dan Pemberian Mulsa Organik. *Jurnal Produksi Tanaman*. 2(1): 41-49

BAB 6

KEBUTUHAN TANAMAN AKAN UNSUR HARA

Oleh Didi Carsidi

6.1 Pendahuluan

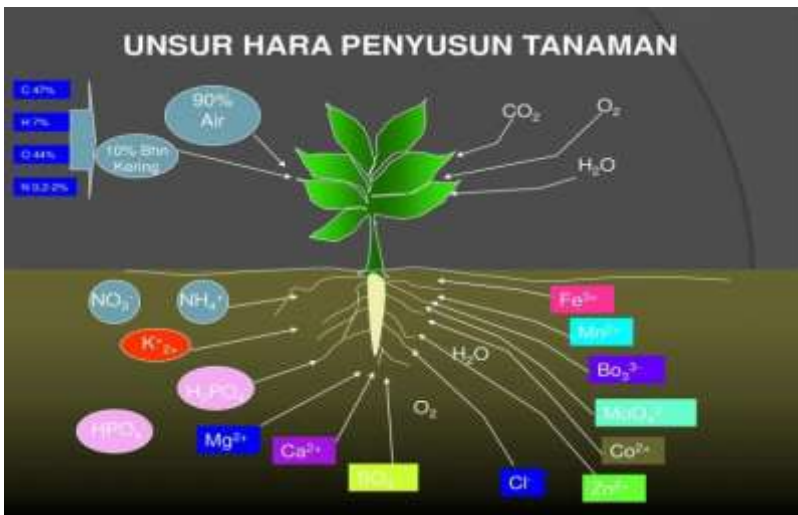
Tanaman, seperti organisme lain, membutuhkan makanan untuk pertumbuhan dan perkembangan. Pertumbuhan dan hasil terbaik tanaman membutuhkan unsur hara seimbang dan cukup di dalam media tumbuh. (Suprihatin & Waluyo, 2015). Tanaman membutuhkan unsur hara untuk pertumbuhan dan menciptakan hasil berkualitas. Kebutuhan unsur hara dipenuhi melalui upaya karena ketersediaan unsur hara di alam cukup terbatas. Kebutuhan hara tanaman dipisahkan menjadi dua kategori: hara makro dan hara mikro. Unsur hara makro adalah unsur hara dibutuhkan tanaman jumlah banyak, sedangkan unsur hara mikro adalah unsur hara dibutuhkan tanaman jumlah sedikit dan kandungannya berbeda-beda dibutuhkan oleh tanaman (Purba, 2021).

6.2 Hara Tanaman

Tanaman mengumpulkan, mendistribusikan, dan menggunakan hara dalam banyak proses dan reaksi yang terjadi pada tanaman bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Unsur ini dikenal sebagai hara tanaman. Metabolisme mengacu pada semua proses atau reaksi di mana hara diubah menjadi potongan-potongan atau digunakan berbagai proses energi pada tanaman (Munawar, 2011).

6.2.1 Unsur Hara Esensial Tanaman

Menurut Nurhayati (2021) ada tiga kriteria suatu unsur hara, yaitu (a) kekurangannya membuat tanaman tidak mungkin menyelesaikan tahap vegetatif atau reproduksi dari siklus hidupnya; (b) kekurangan tersebut khusus untuk unsur yang bersangkutan, dan dapat dicegah atau diperbaiki dengan menyediakan unsur tersebut, dan (c) Unsur-unsur ini memainkan peran penting dalam pertumbuhan dan metabolisme tanaman.



Gambar 6.1. Unsur Hara Penyusun Tanaman

(sumber:

<http://cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/88311/MENGENAL-HARA-PENTING-TANAMAN-PADI-/>)

Menurut Wong (2005) dikenal ada 16 unsur hara esensial. Hara non-mineral dan mineral adalah dua kategori hara penting untuk tanaman. C (Karbon), H (hidrogen), dan O (oksigen) adalah hara non-mineral. Unsur-unsur tersebut bukan unsur hara mineral

karena bukan berasal dari mineral media tumbuh. Meskipun komponen ini merupakan sekitar 95% dari biomassa tanaman, namun tidak menimbulkan masalah besar dalam hara tanaman karena pasokannya selalu ada di atmosfer atau alam. Salah satu fungsi yang paling penting dari ketiga unsur non-mineral tersebut adalah mereka berpartisipasi pada proses fotosintesis untuk membuat karbohidrat, seperti reaksi berikut (Munawar, 2011):



Karbohidrat adalah hasil utama fotosintesis, dan berfungsi meningkatkan aktivitas fisik saat tanaman tumbuh dan berkembang. Pertumbuhan tanaman melambat jika ketersediaan CO_2 , H_2O , dan sinar matahari tidak mencukupi. Nitrogen (N), Fosfor (P), Belerang (S), Kalium (K), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Besi (Fe), Mangan (Mn), Tembaga (Cu), Seng (Zn), Molibdenum (Mo), Boron (B) dan Klorin (Cl) adalah hara mineral tanaman. Kecuali B yang dapat diserap dalam bentuk asam borat, Tanaman menyerap semua mineral ini dari media tumbuh dalam bentuk ionik.

Menurut Kusumawati (2021) hara tanaman yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman dibagi menjadi dua kelompok:

1. Hara makro, Unsur hara ini merupakan unsur hara dibutuhkan tanaman dalam jumlah banyak. Ini karena unsur hara terdapat dalam jaringan tanaman dengan konsentrasi $>0,1\%$ bahan kering. Hara termasuk dalam kategori hara makro meliputi: (C, H, O), N, P, K, Ca, Mg, S. Hara makro juga dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu makro primer: N, P, K dan makro sekunder: Ca, Mg, S.
2. Hara mikro, Unsur hara ini merupakan unsur hara dibutuhkan tanaman dalam jumlah sedikit. Ini karena unsur hara tersebut terdapat dalam jaringan tanaman

dengan konsentrasi 0,01%. Hara yang termasuk kategori mikro antara lain mis. Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl.

Kelompok unsur beracun (toksik): I, Br, F, Al, Ni, Cr, Se, Pb, Cd (Bukan unsur-unsur esensial.) dan Fe, Mn, Zn, Cu, B (Esensial pada konsentrasi rendah tetapi toksik pada konsentrasi tinggi.)

Tabel 6.1. Hara esensial, konsentrasi dan fungsinya pada tanaman

Unsur hara	Rentang konsentrasi di dalam tanaman	Fungsi unsur hara di dalam tanaman
C (Karbon)	44,0%	Komponen karbohidrat; diperlukan bagi proses fotosintesis.
Hidrogen (H)	6,0%	Menjaga keseimbangan osmotik; penting dalam beberapa reaksi biokimia; komponen karbohidrat.
Oksigen (O)	44,0%	Komponen karbohidrat; bahan utama respirasi.
Nitrogen (N)	1,5%	Komponen protein, asam-asam amino; asam-asam nukleat, klorofil, dan koenzim.
Fosfor (P)	0,1 – 0,5%	Komponen dari banyak protein, fosfolipid, koenzim, asam nukleat, dan substrat metabolik; penting untuk transfer energi.
Kalium (K)	0,5 – 0,8%	Terlibat dalam fotosintesis, translokasi karbohidrat, sintesis protein dan banyak

Unsur hara	Rentang konsentrasi di dalam tanaman	Fungsi unsur hara di dalam tanaman
Kalsium (Ca)	0,2 – 1,0%	lagi. Komponen dinding sel; pertumbuhan dan pembelahan sel; kofaktor enzim; Ini memainkan peran dalam struktur dan permeabilitas membran sel.
Magnesium (Mg)	0,1 – 0,4%	Pembentuk klorofil, sehingga esensial untuk sintesis makanan.
Sulfur (S)	0,1 – 0,4%	Komponen penting dari banyak asam amino dan protein nabati .
Fe (Besi)	50 – 250 ppm	Susunan struktural sitokrom, perikrom, dan leghemoglobin sehingga mereka berpartisipasi dalam reaksi oksidasi-oksidasi-reduksi yang terkait dengan respirasi dan fotosintesis.
Mangan (Mn)	20 – 200 ppm	Mengendalikan beberapa sistem reduksi oksidasi dan fotosintesis.
Boron (B)	6 – 60 ppm	Berpartisipasi dalam perkecambahan dan pertumbuhan benang sari; Pembentukan buah, pembelahan sel dan

Unsur hara	Rentang konsentrasi di dalam tanaman	Fungsi unsur hara di dalam tanaman
Seng (Zn)	25 – 150 ppm	pentingnya transfer gula dan metabolisme karbohidrat. Produksi auksin dan kloroplas; metabolisme glukosa; stabilitas dan orientasi protein membran; berpartisipasi dalam sistem enzim yang mengatur aktivitas metabolisme.
Molibdenun (Mo)	0,05-0,2 ppm	Komponen penting dari enzim reduktase dan nitrogenase, oleh karena itu penting dalam fiksasi nitrogen.
Klor (Cl)	0,1 – 1,0%	Berpartisipasi dalam produksi oksigen selama fotosintesis dan meningkatkan tekanan osmotik .

Sumber: Munawar (2011)

Tabel 6.2. Unsur hara tersedia untuk tanaman dan sumbernya

Hara makro		Hara mikro
Dari atmosfer	Dari media tumbuh	Dari media tumbuh
Karbon (C) Hidrogen (H) Oksigen (O)	Nitrogen (N) Posfor (P) Kalium (K) Kalsium (Ca) Magnesium (Mg) Belerang (S)	Besi (Fe) Mangan (Mn) Boron (B) Molibdenum (Mo) Tembaga (Cu) Seng (Zn) Klor (Cl)

Sumber: Kusumawati (2021)

Tabel 6.3. Hara esensial dan bentuk ionik tersedia untuk tanaman

Unsur Esensial	Bentuk hara tersedia untuk tanaman
Molibdenum (Mo)	MoO_4^{2-}
Nikel (Ni)	Ni^{2+}
Tembaga (Cu)	Cu^+ , Cu^{2+}
Seng (Zn)	Zn^{2+}
Mangan (Mn)	Mn^{2+}
Boron (B)	H_3BO_3
Besi (Fe)	Fe^{3+} , Fe^{2+}
Klor (Cl)	Cl^-
Belerang (S)	SO_4^{2-}
Fosfor (P)	$\text{H}_2\text{PO}_4^{4-}$
Magnesium (Mg)	Mg^{2+}
Kalsium (Ca)	Ca^{2+}
Kalium (K)	K^+
Nitrogen (N)	NO_3^- , NH_4^+
Oksigen (O)	O_2 , H_2O
Karbon (C)	CO_2
Hidrogen (H)	H_2O

Sumber: Badan standarisasi instrumen pertanian

6.2.2 Unsur-unsur Hara Lain yang Bermanfaat

Selain 16 unsur hara esensial yang telah dijelaskan di atas, tanaman membutuhkan sejumlah zat tambahan. Elemen-elemen ini dibagi menjadi beberapa kelompok (Munawar, 2011):

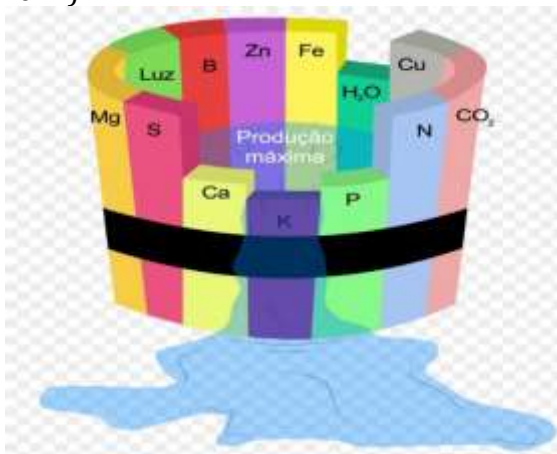
1. Unsur hara tumbuhan, seperti silikon (Si) bermanfaat bagi tumbuhan. Si sangat vital bagi tanaman karena merupakan komponen dinding sel tanaman, yang memungkinkan tanaman tumbuh tegak, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan serangga dan jamur, serta meningkatkan toleransi tanaman terhadap panas dan kekeringan.
2. Unsur esensial karena diserap oleh tanaman dan bermanfaat bagi hewan yang menelannya, seperti Se.
3. Unsur-unsur ini penting karena dapat menggantikan unsur hara yang diperlukan, sehingga bermanfaat bagi tanaman. contohnya, natrium (Na) bisa menggantikan kalium (K) dalam menjaga tekanan osmotik dan keseimbangan ion pada tanaman.
4. Unsur ini penting diperhatikan kandungannya di media tumbuh bagi tanaman karena sering menyebabkan keracunan tanaman; akibatnya, konsentrasinya seringkali tinggi di media tumbuh pH asam, misalnya aluminium (Al).

6.3 Hukum Minimum Liebig

Justus von Liebig adalah ahli kimia organik Jerman, menulis sebuah buku berjudul *Organic chemistry in its applications to agriculture and physiology* dan ditafsirkan dalam bahasa Jermanya, *Die organische chemie in ibrer unwendung auf agricultur und physiologie von Liebig (1841)* tahun 1840. Pada buku tersebut, Liebig menjelaskan berbagai topik yang berhubungan dengan fisiologi dan pertanian, sekarang dikenal sebagai hukum minimal Liebig (Mustaqim, 2018).

Penafsiran hukum minimum liebig adalah "hasil suatu tanaman dibatasi oleh kekurangan satu unsur hara esensial, yang jumlahnya paling sedikit, padahal unsur lainnya mencukupi" (Munawar, 2011). Pemahaman hukum ini dapat dipahami dengan melihat contoh-contoh di pertanian, seperti pemupukan. Tingkat ketersediaan nitrogen (N) media tumbuh adalah ilustrasi yang mudah. Tanaman tidak akan dapat berkembang dengan baik jika kandungan nitrogen terlalu rendah. Akibatnya, menambahkan nitrogen (N) ke dalam media tumbuh tanaman dapat menciptakan kondisi pertumbuhan yang lebih optimal (Mustaqim, 2018).

Liebig menggambarkan suatu produksi hasil tanaman menggunakan bejana papan dengan jarak yang tidak rata ketinggian dindingnya. Dilihat pada gambar 6.2, Dinding papan yang pendek menggambarkan konsentrasi suatu unsur hara kritis dalam media tumbuh. Kapasitas bejana (hasil tanaman) ditentukan oleh tinggi papan paling pendek, yaitu konsentrasi K (Kalium). Hasil produksi tanaman dapat meningkat jika tinggi papan terpendek ditinggikan atau penambahan hara mengandung K (Kalium) (Munawar, 2011).



Gambar 6.2. Hasil Tanaman Ditentukan oleh Jumlah K (Kalium).

(Sumber: <https://www.pngdownload.id/png-plruztl/>)

Penelitian selanjutnya menemukan hukum minimal Liebig tidak selalu berlaku sepenuhnya pada tanaman, yang biasa disebut sebagai kelemahan hukum minimum Liebig. Sehubungan hal tersebut, tanaman tidak hanya memiliki faktor tumbuh yang minimum tetapi juga saat faktor tersebut berlebih (Mustaqin, 2018). Menurut Erythrina (2016) nitrogen (N) adalah salah satu unsur hara utama pada pertumbuhan tanaman padi, tetapi sedikit kandungannya pada hampir semua jenis media tumbuh. Perlakuan pemupukan N yang berlebihan menyebabkan tanaman berwarna hijau tua, mudah roboh, dan sensitif terhadap serangan serangga dan penyakit. Sehubungan dengan hal ini, tanaman terganggu dalam pertumbuhannya tidak hanya memiliki kondisi pada hara yang minimal tetapi juga pada saat hara tersebut berlebih.

6.4 Penyerapan dan Pengangkutan Unsur Hara

6.4.1 Intersepsi akar tanaman

Intersepsi akar tanaman yaitu ketika akar tanaman bergerak meluas dan menembus untuk berkontraksi ke partikel media tumbuh, memungkinkan akar berkontraksi langsung dengan unsur hara dalam larutan atau bagian lain dari media tumbuh. Mekanisme ini menghilangkan kebutuhan unsur hara untuk berpindah agar tanaman dapat menyerap hara yang tersedia. Jumlah hara masuk ke akar tanaman melewati intersepsi akar sebanding dengan luas media tumbuh ditempati oleh akar. Sehingga, adanya bulu akar akan meningkatkan luas kontak akar dengan media tumbuh (Nurhayati, 2021). Kalsium serta magnesium merupakan dua unsur yang banyak tersedia bagi akar melalui metode ini (Munawar, 2011).

6.4.2 Aliran Massa larutan

Aliran massa adalah pergerakan unsur hara pada permukaan media tumbuh akar tanaman sebagai akibat penyerapan air atau penguapan sebagian air oleh tanaman. Jumlah

hara diserap dengan proses aliran massa tergantung pada jumlah air yang diserap oleh tanaman dan konsentrasi hara dalam air. Kadar air media tumbuh sedikit, pergerakan melalui aliran massa dapat dibatasi atau dihentikan. Jumlah hara mengalir melalui aliran massa dapat dinyatakan dengan persamaan:

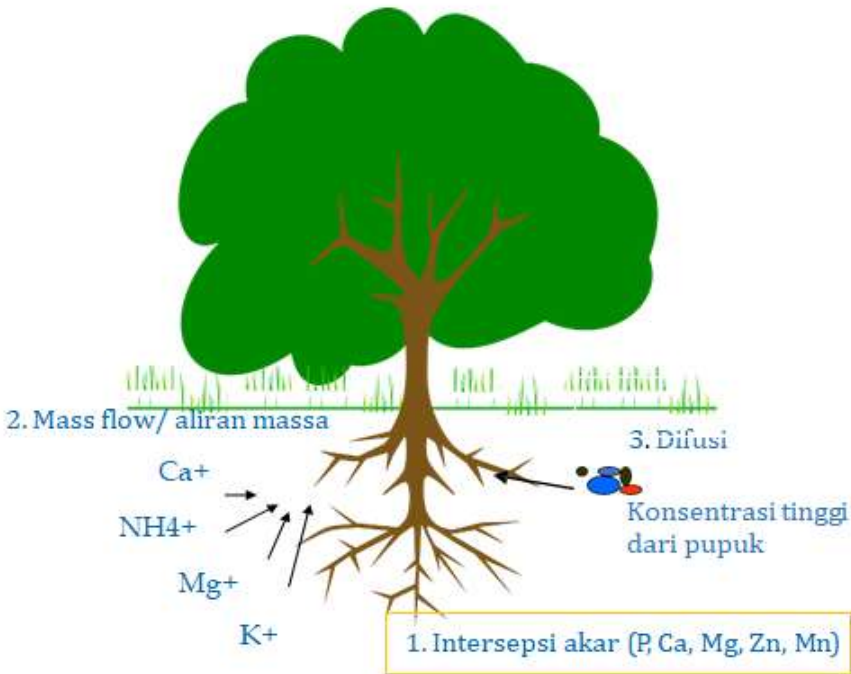
$$Q = V.C$$

Q : Jumlah hara terlarut (ion hara) yang diangkut oleh aliran massa;
V : Volume air media tumbuh; C : Konsentrasi hara

Total unsur hara yang berjalan pada proses aliran massa bervariasi sesuai dengan tanaman, kondisi agroklimat, dan kelembaban media tumbuh, sebab faktor-faktor tersebut mempengaruhi kebutuhan air tanaman. Kekeringan akan mengakibatkan lebih sedikit hara yang bergerak ke arah ini. Perjalanan hara melalui Proses ini melibatkan sejumlah besar hara atau ion dalam larutan media tumbuh yang mobil, yang bergerak sebagai respons terhadap pergerakan air. Mekanisme ini menghantarkan hara $N(NO_3^-)$, Ca^{2+} , Mg^{2+} , dan H_3BO_3 ke permukaan akar (Nurhayati, 2021).

6.4.3 Difusi

Difusi merupakan aliran hara dari bagian larutan media tumbuh sangat pekat ke bagian yang kurang pekat dan berkonsentrasi rendah. Ketika hara tanaman bermigrasi melalui rizosfer dan masuk ke tanaman yang sedang tumbuh, konsentrasi ion hara di rizosfer menurun. Sehingga, unsur hara tanaman dalam larutan media tumbuh terdistribusi dari konsentrasi tinggi (jarak dari akar) ke konsentrasi rendah (bagian dekat permukaan akar) dan mudah diserap oleh akar tanaman. (Nurhayati, 2021).

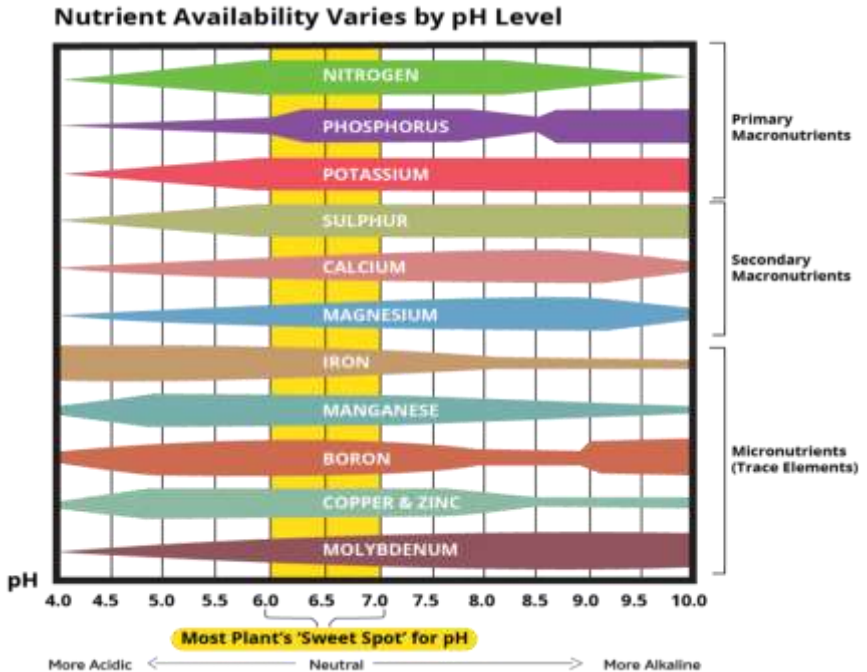


Gambar 6.3. Proses Penyerapan Unsur Hara

6.5 Pengaruh pH terhadap Ketersediaan Unsur Hara

Banyak unsur dalam media tumbuh mengalami perubahan bentuk sebagai akibat dari perubahan reaktivitas media tumbuh. Hal ini disebabkan adanya perubahan tingkat kelarutan senyawa-senyawa yang berasal dari unsur-unsur tersebut di dalam media tumbuh ketika pH lingkungan media tumbuh berubah. Akibatnya, pH media tumbuh penting untuk ketersediaan hara bagi tanaman. Gambar 4 menggambarkan hubungan antara pH media tumbuh dan komponen hara tanaman. Mengingat hal ini, memahami

pengaruh pH pada ketersediaan hara tanaman sangat penting untuk pengelolaan hara yang efektif. Mempertahankan pH yang tepat untuk produksi tanaman sangat penting untuk memaksimalkan aspek lainnya (Munawar, 2011).



Gambar 6.4. Pengaruh pH terhadap Ketersediaan Hara
(Sumber: <https://www.hydrostork.com/faq-advanced-nutrients-grower-answers/>)

6.6 Kekahatan Hara pada Tanaman

Ketika konsentrasi unsur hara esensial tidak mencukupi, hasil tanaman terbatas pertumbuhan dan produksinya, dan gejala kekahatan terlihat. Tanaman bisa mati akibat kekahatan ekstrim. Tanaman mungkin tidak menunjukkan tanda-tanda stres saat

kekahatan sedang atau ringan, namun hasil panen berkurang (Munawar, 2011).



Gambar 6.5. Gejala Kekahatan Hara pada Tanaman
(Sumber: <https://belajartani.com/cara-mudah-mengukur-kekurangan-unsur-hara-plant-deficiency-guide-dari-daun-tanaman/>)

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Instrumen Pertanian. 2023. Rekomendasi Pemupukan Pada Tanaman Pangan. Presentasi webinar.
- Erythrina. 2016. Leaf Color Chart: a Tool to Increase Nitrogen. *J. Litbang Pert*, 35(Lcc), 1–10.
- Kusumawati, A. 2021. Buku Ajar Kesuburan Tanah dan Pemupukan. Poltek LPP Press. Hal 1-70.
- Munawar, A. 2011. Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman. PT. IPB Press. Hal 1-240.
- Mustaqim, W. A. 2018. Hukum Minimum Liebig - Sebuah Ulasan dan Aplikasi Dalam Biologi Kontemporer. *Bumi Lestari Journal of Environment*, 18(1), 28. <https://doi.org/10.24843/blje.2018.v18.i01.p04>
- Nurhayati, D. R. 2021. Pengantar nutrisi tanaman. In *Syiah Kuala University* (Issue May).
- Purba, T. 2021. Tanah Dan Nutrisi Tanaman. In *Yayasan Kita Menulis* (Vol. 1, Issue 3).
- Suprihatin, A., & Waluyo. 2015. Kebutuhan Hara Tanaman Kelapa Sawit Menghasilkan Di Lahan Kering Masam Sumatera Selatan Nutrient Needs of Producing Oil Palm Crops In Sour Dry Land Of South Sumatra Agus Suprihatin dan Waluyo. *Prosiding Seminar Nasional Swasembada Pangan, April*, 337–342.
- Wong, M. 2005. Visual Symptoms of Plant Nutrient Deficiencies in Nursery and Landscape Plants. *Soil and Crop Management*, 2–3.

BAB 7

DINAMIKA NITROGEN, FOSFOR DAN KALIUM DI DALAM TANAH

Oleh Sulis Dyah Candra

7.1 Nitrogen, Fosfor dan Kalium sebagai Sumber Unsur Hara dalam Budidaya Pertanian

7.1.1 Pendahuluan

Ketika ekonomi global berkembang secara eksponensial, masyarakat menghadapi tantangan baru dalam mengelola sumber daya alam mereka. Tanah sebagai sumber daya alam yang mendasar sangat penting untuk pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan dan kemakmuran masyarakat di seluruh belahan dunia. Untuk mencapai pertumbuhan yang seimbang dengan ekonomi yang berkelanjutan sambil meningkatkan kualitas lingkungan, diperlukan pemahaman yang mendalam tentang tanah (Weil & Brady, 2016).

Dengan makin bertambahnya populasi manusia, permintaan akan pemenuhan kebutuhan makanan pun semakin meningkat dan mengakibatkan makin pentingnya intensifikasi pertanian. Hal ini sering mengakibatkan semakin berkurangnya unsur hara yang tersedia dari tanah, sehingga perlu dilakukan penambahan unsur hara dari luar lahan. Dengan demikian relevansi pemupukan menjadi gambaran dan pentingnya secara bertahap dirasakan oleh para ilmuwan sejak 200 tahun terakhir. Berbagai jenis pupuk yang mengandung unsur-unsur hara esensial ditambahkan ke lahan pertanian untuk perbaikan hasil budidaya tanaman (Sinha & Tandon, 2020).

Penambahan pupuk pada dasarnya adalah menambahkan unsur hara pada sistem budidaya tanaman. Unsur hara memainkan peran penting dalam fisiologi dan pertumbuhan tanaman secara keseluruhan. Bergantung pada jumlah yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhannya, unsur hara dapat dibagi secara luas menjadi unsur makro dan unsur mikro. Unsur hara makro adalah nutrisi yang terdapat lebih dari 1000 mg per kg berat kering tanaman. Unsur-unsur ini meliputi karbon, hidrogen, oksigen, kalsium, kalium, magnesium, nitrogen, belerang, dan fosfor, di mana karbon, hidrogen, dan oksigen merupakan sekitar 95% bahan kering tanaman. Unsur-unsur lain yang jumlahnya kurang dari 100 mg per kg berat kering disebut unsur hara mikro termasuk: klorin, boron, tembaga, besi, mangan, molibdenum, nikel dan seng. Unsur hara mineral memainkan beberapa peran penting dalam tanaman dan secara luas dapat diklasifikasikan menjadi (1) penyusun dinding sel tanaman, (2) membantu dalam hubungan osmotik dan pemeliharaan tekanan turgor sel, (3) proses transfer energi, (4) partisipasi dalam reaksi yang dikatalisis oleh enzim, (5) partisipasi dalam reproduksi (Sinha & Tandon, 2020). Di antara beberapa jenis unsur hara tanaman, terdapat 17 yang esensial bagi pertumbuhan dan perkembangan normal tanaman. Dengan masing-masing unsur hara memainkan peran tertentu, sementara unsur N, P, dan K adalah jenis yang paling banyak dibutuhkan tanaman. Secara umum N bermanfaat untuk akumulasi biomassa tunas; P bermanfaat untuk pengaturan nutrisi; dan K bermanfaat untuk pewarna buah (Jiang dkk., 2023).

Pupuk adalah bahan kimia anorganik dan/ atau organik, bahan alami dan/ atau sintetis, organisme dan/ atau yang telah melalui proses rekayasa, untuk menyediakan unsur hara bagi Tanaman, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pupuk Anorganik Tunggal yang selanjutnya disebut Pupuk Tunggal adalah pupuk yang mengandung salah satu dari unsur hara seperti nitrogen (N), fosfor (P), atau kalium (K). Pupuk Anorganik

Majemuk yang selanjutnya disebut Pupuk Majemuk adalah pupuk yang mengandung nitrogen (N) dan fosfor (P) yaitu pupuk NP, atau pupuk yang mengandung nitrogen (N) dan kalium (K) yaitu pupuk NK, atau pupuk yang mengandung fosfor (P) dan kalium (K) yaitu pupuk PK, atau pupuk yang mengandung nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K) yaitu pupuk NPK dengan formula yang bermacam-macam (Kementan RI, 2007).

Tabel 7.1. Macam Komoditas Pupuk dan Kandungan nutrisinya

Komoditas Pupuk	Kandungan Nutrisi
Pupuk Nitrogen Tunggal	
Urea	46% N
Ammonium sulfat	21% N
Ammonium nitrat	33.5% N
Kalsium ammonium nitrat dan campuran lain dengan kalsium karbonat	26% N
Sodium nitrat	16% N
Urea dan ammonium nitrate	32% N
Ammonia, anhydrous	82% N
Pupuk nitrogen jenis lainnya	20% N
Pupuk Fosfat Tunggal	
Fosfate (rock)	30% P ₂ O ₅
Super fosfat (di atas 35%)	46% P ₂ O ₅
Super fosfat lain	20% P ₂ O ₅
Pupuk fosfat lainnya	20% P ₂ O ₅
Pupuk Kalium Tunggal	
Potassium klorida (muriat potash)	60% K ₂ O
Potassium sulfat (sulfat potash)	50% K ₂ O
Pupuk kalium lainnya	20% K ₂ O

Komoditas Pupuk	Kandungan Nutrisi
Pupuk Majemuk	
Pupuk NPK	15% N, 15% P ₂ O ₅ dan 15% K ₂ O
Diammonium fosfat (DAP)	18% N dan 46% P ₂ O ₅
Monoammonium fosfat (MOP)	11% N dan 52% P ₂ O ₅
Majemuk NP	20% N dan 20% P ₂ O ₅
Potassium nitrat	13% N dan 46% K ₂ O
Majemuk NK	20% N dan 20% K ₂ O
Majemuk PK	20% P ₂ O ₅ dan 20% K ₂ O

Sumber: (FAO, 2022a)

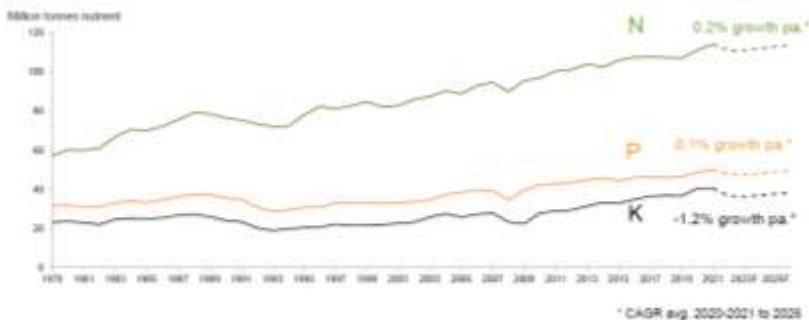
Urea, DAP, dan MOP adalah jenis pupuk nitrogen, fosfor, dan kalium dengan pangsa pasar pupuk tersebut cukup besar dan diperdagangkan secara luas di seluruh dunia. Urea mengandung 46% nitrogen, dan porsi konsumsi nitrogennya meningkat. Sebagian besar kapasitas nitrogen baru dan saluran pipa di dunia adalah dalam bentuk urea. Diamonium fosfat (DAP) mengandung 46% fosfat (diukur dalam P₂O₅) dan 18% nitrogen. Monamonium fosfat (MAP) mengandung 46% fosfat dan 11% nitrogen. Kalium klorida (MOP) mengandung 60% kalium, diukur dalam K₂O (Yara International, 2022).

7.1.2 Aspek Produksi, Konsumsi dan Harga Pupuk N, P dan K

Pupuk merupakan subyek yang memiliki dinamika yang cukup luas, selain terdapat prinsip dinamika dalam tanah terdapat pula dinamika dalam penyediaan terutama dari aspek perimbangan produksi dan konsumsinya. Dimana kapasitas produksi relatif tetap sementara permintaan konsumsi pupuk memiliki tren semakin meningkat.



Gambar 7.1. Kapasitas produksi PT Pupuk Indonesia 2023
(Sumber: <https://databoks.katadata.co.id/datapublishembed/150957/kapasitas-produksi-pt-pupuk-indonesia-capai-139-juta-ton-pada-2023>)



Gambar 7.2. Tren Konsumsi Global per Jenis Pupuk N, P dan K
(Sumber: IFA, 2022 www.fertilizer.org)

Sebagai produsen pupuk tingkat internasional, negara Cina dan Federasi Rusia masing-masing adalah pengeksport pupuk Fosfor dan Nitrogen terbesar. Kanada adalah penghasil dan pengeksport kalium tunggal terbesar; namun, Federasi Rusia dan Belarus memiliki andil yang signifikan dalam perdagangan Kalium global. Kenaikan harga dari pupuk akan makin meningkatkan biaya produksi pertanian, dan dapat mengurangi produksi tanaman dan menekan margin keuntungan (Government of Alberta, 2022). Dikarenakan terdapat konflik perang, maka negara-negara yang bergantung pada pupuk dari Rusia diharapkan melakukan pemupukan yang lebih efisien serta segera mencari produsen alternatif lainnya, terutama setelah meroketnya harga pupuk dunia setelah terjadi invasi Rusia ke Ukraina (World Bank, 2023).



Gambar 7.3. Harga Pupuk Internasional
Sumber: (World Bank, 2023)

Dengan adanya fenomena naiknya harga dan kelangkaan pupuk menyebabkan permasalahan yang menyentuh hingga di tingkat petani kecil, dimana pada beberapa kasus petani tidak dapat membeli pupuk baik karena tidak tersedia stoknya atau pun tidak terjangkau harganya. Dari kondisi yang terkadi di lapang, maka sangat penting lah pemahaman mengenai dinamika

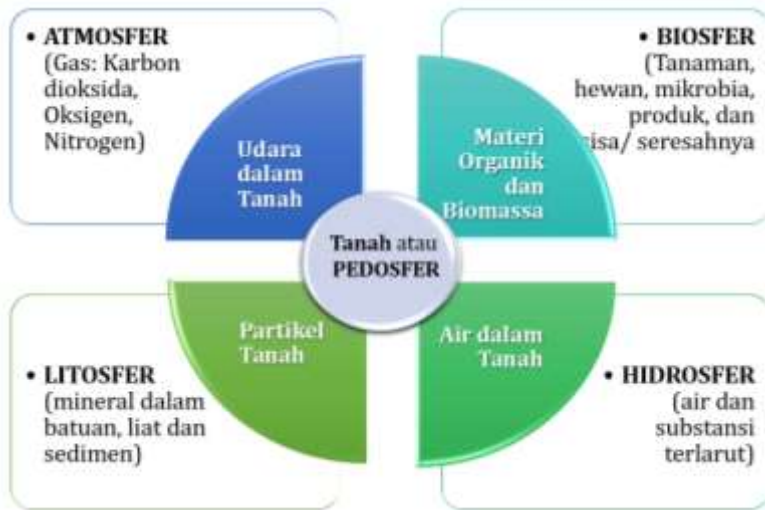
pemupukan dan aplikasi pupuk yang baik dan benar sesuai dengan kebutuhan tanaman dan kondisi spesifik lahan. Selain itu, penghitungan kebutuhan pupuk sangat dipengaruhi oleh efisiensi penyerapan dari masing-masing jenis unsur hara.

Efisiensi pemupukan sangat berkaitan dengan efisiensi penyerapan unsur hara (*Resorption Efficiencies*) dari Nitrogen, Fosfor, dan Kalium pada bagian daun yang aktif (Lawniczak, 2011). Sementara Kebutuhan dan Efisiensi Pemupukan ditentukan oleh tiga faktor yang saling berkaitan yaitu : (a) ketersediaan hara dalam tanah, termasuk pasokan melalui air irigasi dan sumber lainnya, (b) kebutuhan hara tanaman, dan (c) target hasil yang ingin dicapai. Oleh sebab itu, rekomendasi pemupukan harus bersifat spesifik lokasi dan spesifik varietas (Kementan RI, 2007).

Pada pemberian pupuk yang efisien sangat penting untuk memperhatikan Rekomendasi Pemupukan (dari lembaga pemerintah maupun berdasar hasil-hasil penelitian terdahulu) dan Status Hara di dalam media tanam. Status hara N biasanya tidak menjadi prioritas utama karena sifat nitrogen yang mobile dan di lahan sangat mudah berubah bentuk. Sehingga para praktisi budidaya tanaman disarankan lebih fokus pada kondisi status hara P dan K, dimana pada petani tradisional pemberian P dan K justru jarang dilakukan sehingga berdampak pada produksi tanaman yang tidak mencapai kisaran optimalnya. Status hara berbeda antara tanaman semusim dan tanaman tahunan/ perkebunan, sebagai contohnya adalah status hara P dan K pada lahan sawah menurut Kementan RI (2022), terdiri dari: a) Status Hara Rendah, merupakan tanah sawah yang mengandung $P_2O_5 < 20$ mg/ 100 g tanah dan $K_2O < 10$ mg/ 100 g tanah; b) Status Hara Sedang, merupakan tanah sawah yang mengandung P_2O_5 20-40 mg/100 g tanah dan K_2O 10-20 mg/100 g tanah; c) Status Hara Tinggi, merupakan tanah sawah yang mengandung $P_2O_5 > 40$ mg/ 100 g tanah dan $K_2O > 20$ mg/ 100 g tanah.

7.1.3 Penggunaan Pupuk Berlebihan dan Dampak Lingkungan

Penggunaan pupuk yang berlebihan memiliki efek merugikan yang merusak stabilitas ekosistem dan layanan yang disediakannya. Unsur hara tanah seperti N dan P sangat penting untuk tanaman, tetapi begitu mereka meninggalkan sistem tanaman-tanah, mereka sering menjadi agen pencemar lingkungan yang sangat sulit dan mahal untuk diperoleh kembali. Penggunaan pupuk yang berlebihan dapat menyebabkan dampak serius pada tanah, air tawar, air tanah, udara dan keanekaragaman hayati di sistem darat dan air. Penanaman terus-menerus dan penyalahgunaan, serta penggunaan pupuk kimia yang berlebihan dapat mengurangi kandungan kandungan bahan organik (*Soil Organic Matter*) dengan sangat cepat, menyebabkan penurunan struktur tanah dan pengasaman tanah, sehingga mempengaruhi organisme yang menguntungkan, menghambat pertumbuhan tanaman, menyebabkan variasi pH larutan tanah, perkembangbiakan hama dan bahkan berkontribusi terhadap pelepasan Gas Rumah Kaca yang tidak diinginkan (FAO, 2022b). Kegiatan pertanian seperti pengolahan tanah, pemupukan, dan perubahan biomassa pada dasarnya menyebabkan perubahan mendasar pada pool dan fluks karbon (C), nitrogen (N), dan fosfor (P) yang semula ada di ekosistem aslinya (McLauchlan, 2006).



Gambar 7.4. Konsep Kesuburan pada Lapisan Tanah/ Pedosfer
Sumber: Diadaptasi dari (Brady & Weil, 2017)

Pedosfer atau Lapisan Tanah merupakan tempat pertemuan antara bahan batuan (Litoser), udara (Atmosfer), air (Hidrosfer), dan kehidupan (Biosfer). Tanah membentuk kawasan transisi antara batuan keras di bawah dan atmosfer di atas, dimana merupakan zona dimana tumbuh-tumbuhan dan organisme hidup lainnya tumbuh subur. Pada skala lebih kecil, partikel mineral membentuk kerangka tanah yang mendefinisikan ruang pori, sebagian diisi dengan udara dan sebagian dengan air, tempat makhluk kecil menjalani kehidupannya. Pada skala paling kecil, mineral tanah (litoser) menyediakan muatan, permukaan reaktif yang menyerap air dan kation terlarut dalam air (hidrosfer), gas (atmosfer), dan bakteri serta bahan organik (biosfer) (Brady & Weil, 2017).

Degradasi tanah pada lingkungan sekitar lahan budidaya pertanian atau agroekosistem dapat meliputi: 1) Degradasi fisik meliputi kehilangan struktur, pemadatan dan erosi. Masalah-

masalah ini datang dengan pembatasan pertumbuhan tanaman (pelapisan kompak, pembatasan aerasi) dan penggunaan pupuk yang berlebihan sebagai kompensasi. 2) Degradasi biologis meliputi hilangnya bahan organik dan keanekaragaman hayati yang sering dikaitkan dengan intensitas dan frekuensi pengolahan tanah, rotasi tanaman yang buruk danutupan tanah serta penggunaan pestisida yang berlebihan. 3) Degradasi kimia meliputi pengasaman, salinisasi, dan ketidakseimbangan hara yang sering dikaitkan dengan penggunaan pupuk yang berlebihan, kualitas air irigasi yang buruk, dan intensitas sistem tanam. Sementara menurut Dessureault-Rompré (2022), teknologi aplikatif tanaman atau Fitoteknologi untuk restorasi/ perbaikan kondisi agroekosistem dapat meliputi: 1) Praktik budidaya pertanian dan pengelolaan lahan, (2) Rekayasa rizosfer, dan (3) Intensifikasi ekologis.

Aplikasi Pemupukan Berimbang yang didasari oleh konsep Pengelolaan Hara Spesifik Lokasi adalah salah satu konsep penetapan rekomendasi pemupukan. Dalam hal ini, pupuk diberikan untuk mencapai tingkat ketersediaan hara esensial yang seimbang di dalam tanah dan optimum dalam upaya: (a) meningkatkan produktivitas dan mutu hasil tanaman, (b) meningkatkan efisiensi pemupukan, (c) meningkatkan kesuburan tanah, dan (d) menghindari pencemaran lingkungan (Kementan RI, 2007).

Dalam aplikasi pemupukan diharapkan praktisi dan petani dapat lebih bijaksana dengan mempertimbangkan pemenuhan kebutuhan sesuai rekomendasi pemupukan beserta jenis tanaman dan kondisi lahan spesifiknya dalam upaya menuju pertanian presisi dan berkelanjutan. Salah satu hal yang penting diperhatikan adalah memahami bagaimana karakter mobilitas nutrisi dalam tanaman dan dalam tanah sehingga akan meningkatkan efisiensi pemberiannya. Pemahaman mengenai pemberian nutrisi yang lebih sesuai dengan kebutuhan yang lebih spesifik akan sangat

penting dalam menunjang penerapan prinsip dinamika Nitrogen, Fosfor dan Kalium di Dalam Tanah yang lebih tepat.

Tabel 7.2. Mobilitas nutrisi N, P, dan K dalam tanaman, bentuk adsorpsi dan mekanisme dominan mobilisasi dari tanah ke akar.

Nutrisi Esensial Makro	Bentuk Adsorpsi	Bentuk Metabolik	Mobilitas dalam Tanaman	Mobilisasi dari Tanah ke Akar
N	NO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	++	Aliran Massa
	NH ₄ ⁺	NH ₄ ⁺		
	Urea	NH ₂ OH ⁻		
	Amida			
	Asam Amino			
P	H ₂ PO ₄ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	+	Difusi
	HPO ₄ ⁻²	HPO ₄ ⁻²		
		PO ₄ ⁻³		
K	K ⁺	K ⁺	++	Difusi

Sumber: (FAO, 2022b)

7.2 Kebutuhan Tanaman dan Dinamika Nitrogen di Dalam Tanah

Tanah merupakan suatu ekosistem alami, tidak terbarukan, dan dinamis, di mana interaksi kompleks antara tanaman, mikroorganisme, dan faktor abiotik terjadi untuk menyediakan layanan ekosistem vital seperti siklus nutrisi, produksi makanan, dan degradasi bahan organik (Perera, 2023). Tanah sebagai bagian terluar dari permukaan bumi yang terdiri dari mineral dan sisa-sisa organik. Tanah berfungsi sebagai media untuk pertumbuhan tanaman dengan menyediakan nutrisi dan air yang dibutuhkan serta sebagai penyangga untuk akar tanaman. Kesuburan tanah

adalah faktor penting dalam hal penyediaan unsur hara tanah yang sangat berperan dalam mendukung pertumbuhan dan peningkatan produksi tanaman (Punuindoong dkk., 2021).

Tujuan utama pemupukan adalah untuk memberikan nutrisi pada tanaman sesuai dengan kebutuhannya. Salah satu unsur hara terpenting adalah nitrogen (N), yang harus disediakan secara teratur untuk menggantikan unsur hara yang diambil tanaman dari tanah. Penyerapan nitrogen oleh tanaman tergantung pada ketersediaan nitrogen di dalam tanah. Ketersediaan nitrogen sangat dipengaruhi oleh proses biologi dan kimiawi (Mulyani dkk., 2013).

Nitrogen (N) merupakan unsur hara mineral tanaman yang paling penting. Ini pertama kali ditemukan pada akhir abad kedelapan belas, dan peran N dalam meningkatkan produksi tanaman telah diakui secara luas oleh para peneliti sejak pertengahan abad kesembilan belas. Jauh sebelum penemuan-penemuan ini, para petani kuno seringkali tanpa sadar menerapkan praktik-praktik agronomi yang menghasilkan pengelolaan ketersediaan N tanah, sehingga membantu memastikan suplai makanan dan nutrisi manusia. Munculnya pupuk N sintetis membawa peningkatan besar dalam pasokan pangan global. Diperkirakan sekitar 50% dari kebutuhan pangan populasi dunia saat ini dipenuhi dengan menggunakan pupuk sintetis N. Namun, pupuk sintetis N pada dasarnya mengganggu keseimbangan siklus N tanah di agroekosistem dan membawa perubahan signifikan pada praktik agronomi tradisional. Praktik budidaya pertanian atau agronomi mencerminkan sejarah pengelolaan N pertanian. Praktik agronomi saat ini memiliki dua tanggung jawab utama: (1) mempromosikan produksi pangan global dan (2) memelihara lingkungan agroekosistem. Tinjauan ini menunjukkan bahwa dinamika N tanah memiliki potensi untuk menyediakan kerangka kerja untuk memahami bagaimana praktik agronomi menghubungkan kedua tanggung jawab ini. Memahami

siklus N secara sistematis dalam konteks serangkaian praktik pengelolaan tanah dan tanaman memberikan landasan untuk memahami, mengembangkan, mengevaluasi, dan membentuk kembali praktik agronomi tersebut (Zou dkk., 2016).

Memahami dinamika mineralisasi N berguna di bidang pertanian karena akan membantu pengambilan keputusan dalam penerapan pupuk untuk memastikan produksi pertanian yang kompetitif dengan tetap menjaga dan melestarikan kualitas lingkungan. Diketahui dengan baik bahwa banyak faktor biotik dan abiotik memfasilitasi penyebab dekomposisi bahan organik di dalam tanah. Fakta bahwa kandungan N yang dapat diekstraksi paling tinggi setelah inkubasi tanah yang disterilkan menunjukkan bahwa parameter biokimia seperti aktivitas enzim bebas sel (bukan aktivitas mikrobiologis) memainkan peran utama dalam mineralisasi bahan organik tanah asli (Collins, 2013).

Tanaman membutuhkan nitrogen untuk tumbuh dan mengembangkan struktur vital seperti daun, batang, dan akar. Nitrogen merupakan elemen penting nutrisi tanaman terutama untuk mendukung pertumbuhan fase vegetatif, dan harus tersedia di tanah dalam bentuk yang dapat diserap tanaman dalam jumlah yang mencukupi sesuai dengan kebutuhan tanaman tersebut. Agar dapat digunakan oleh tanaman, Nitrogen harus diubah melalui proses yang disebut Siklus Nitrogen sebagai proses alami yang terjadi di lingkungan.

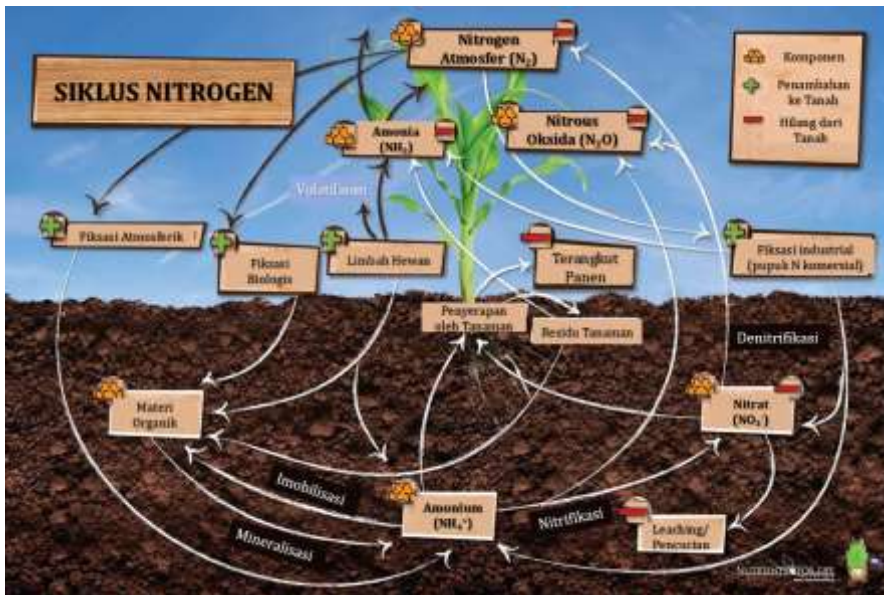
7.2.1 Bentuk dan Proses Siklus Nitrogen

Tabel 7.3. Bentuk dan Proses Utama yang Terjadi dalam Siklus Nitrogen di Ekosistem Terrestrial

Bentuk Kimia N (Pools)	Reaktivitas	Keterangan
Gas		
N ₂	Dinitrogen (non reaktif)	Reservasi N global yang utama, meliputi 79% atmosfer.
N ₂ O	Nitrous Oksida (reaktif)	Gas Rumah Kaca, dengan potensi pemanasan global sebesar 298, mampu merusak ozon stratosferik.
NO	Nitric Oksida (reaktif)	Toksik, prekursor ozon troposferik.
NH ₃	Ammonia (reaktif)	Tersedia bagi tanaman (terlarut), dapat menjadi racun, cepat terdeposit.
NO _y	N atmosfer [terjadi akibat pembakaran bahan bakar fosil dan reaksi kimia di atmosfer] (reaktif)	Tersedia bagi tanaman (terlarut), merupakan komponen dari hujan asam, cepat terdeposit.
Ion/ Bentuk Terlarut		
NH ₄ ⁺	Ammonium (reaktif)	Tersedia bagi tanaman
NO ₂ ⁻	Nitrit (reaktif)	Toksik, jarang dijumpai di alam dalam tingkatan tinggi, prekursor dari NO ₃ ⁻
NO ₃ ⁻	Nitrat (reaktif)	Tersedia bagi tanaman, sangat mudah mengalami leaching
DON	Dissolved	Campuran dari berbagai

Bentuk Kimia N (Pools)	Reaktivitas	Keterangan
	Organic Matter / Bahan Organik Terlarut (reaktif)	bentuk kimia
Proses		
N_2 NH_3	Fiksasi N Biotik	Input utama N secara alami
N_2 NO_y	Fiksasi N Abiotik	N input
$N_{organik}$ NH_4^+	Mineralisasi	Mempengaruhi ketersediaan nutrisi
NH_4^+ atau NO_3^- $N_{organik}$	Immobilisasi	Mempengaruhi ketersediaan nutrisi
NH_4^+ NO_2^- NO_3^-	Nitrifikasi	Mempengaruhi ketersediaan N, proses denitrifikasi, dan kehilangan N melalui leaching
NO_3^- NO_2^- NO N_2O N_2	Denitrifikasi	Jalur utama outflow N
NO_3^- NH_3	Dissimilatory nitrate reduction to ammonia (DNRA) Dissimilasi reduksi nitrat menjadi ammonia.	
NH_4^+ + NO_2^- N_2	Anaerobic oxidation of ammonium (anammox) Oksidasi anaerobik dari ammonium.	

Sumber: (FAO, 2022b)



Gambar 7.5. Siklus Nitrogen

Sumber: <https://nutrientsforlife.org/product/nitrogen-cycle-poster/>

Siklus Nitrogen bekerja melalui serangkaian proses alami yang mengubah nitrogen dari udara menjadi berbagai bentuk yang dapat dimanfaatkan oleh organisme hidup, sebelum didaur ulang kembali ke lingkungan. Atau dapat dikatakan bahwa Siklus Nitrogen adalah proses biogeokimia di mana nitrogen diubah menjadi berbagai bentuk, secara berurutan berpindah dari atmosfer ke tanah ke organisme dan kembali ke atmosfer. Ini melibatkan beberapa proses seperti fiksasi nitrogen, nitrifikasi, denitrifikasi, dan pembusukan. Dalam pembusukan, bakteri dan jamur memecah senyawa nitrogen organik.

Proses dimana nitrogen dalam tanah memasuki tanaman disebut serapan nitrogen. Nitrogen diserap tanaman dalam bentuk

ion nitrat atau amonium melalui akarnya. Proses ini melibatkan mekanisme transpor aktif yang memungkinkan tanaman menyerap dan mengakumulasi nutrisi. Ketersediaan nitrogen di dalam tanah, serta faktor lingkungan, mikroorganisme tanah, dan praktik pemupukan, semuanya dapat memengaruhi cara nitrogen memasuki tanaman.

Faktor paling kritis yang dapat mempengaruhi serapan nitrogen oleh tanaman adalah: ketersediaan nitrogen di dalam tanah. Bahan organik tanah, seperti kotoran hewan, tanaman yang membusuk, dan kompos, dapat menjadi sumber nitrogen bagi tanaman. Namun, jumlah nitrogen yang tersedia di dalam tanah dapat bervariasi tergantung pada faktor lingkungan seperti pH tanah, suhu, dan tingkat kelembapan.

Selain itu, keberadaan mikroorganisme tanah tertentu dapat mempengaruhi ketersediaan nitrogen. Misalnya, beberapa bakteri dapat mengubah gas nitrogen dari udara menjadi bentuk yang dapat digunakan (fiksasi nitrogen), sementara yang lain dapat mengubah nitrogen menjadi bentuk yang tidak dapat digunakan (denitrifikasi).

Tanaman hanya mengambil 30–50% N yang tersedia di dalam tanah dan pupuk N yang tersisa hilang melalui proses nitrifikasi atau denitrifikasi, yang menyebabkan eutrofikasi dan dampak berbahaya lainnya terhadap tanah, air, dan atmosfer (Singh dkk., 2022). Mobilitas N dalam tanah umumnya terjadi akibat adanya gradien konsentrasi yang tercipta karena aliran massa (sebagaimana disebutkan dalam Tabel 7.2) yang menyebabkan nutrisi berpindah dari konsentrasi yang lebih tinggi ke konsentrasi yang lebih rendah (Archana & Maragatham, 2017). Sementara Siklus N tanah secara lebih akurat dapat diselidiki menggunakan isotop stabil, di mana aktivitas di dalam tanah dapat dipantau dari waktu ke waktu. Siklus N dalam ekosistem alami sebagian besar diatur oleh sifat-sifat tanah, vegetasi dan iklim (Björnsne, 2018).

7.2.2 Bentuk Nitrogen Dalam Tanah

Ada dua jenis N tanah, yaitu N anorganik dan N organik. Sebagian besar N di bagian permukaan tanah adalah N anorganik. Nitrogen organik salah satunya bisa didapatkan dari aplikasi Leguminosa sebagai covercrop yang dapat membantu meningkatkan suplai hara terutama nitrogen bagi tanaman yang ada disekitarnya, karena mampu memfiksasi nitrogen dari udara. Dimana selain sebagai tanaman penutup lahan tanaman jenis leguminosa juga mempunyai fungsi untuk meningkatkan konservasi tanah dan air. Sementara N anorganik tanah terdapat dalam bentuk: amonium (NH_4^+), nitrit (NO_2^-), nitrat (NO_3^-), nitrous oksida (gas N_2O), nitrat oksida (gas NO), dan unsur N (gas N_2). NH_4^+ , NO_2^- , dan NO_3^- adalah bentuk nutrisi N tanaman yang penting dan biasanya terdiri dari 2–5 % dari total N dalam tanah (Wicart, 2018).

Nitrogen Organik sebagian besar tidak tersedia untuk tanaman yang sedang tumbuh. Karena berbagai mikroorganisme tanah menguraikan bahan organik, kelebihan nitrogen dapat diubah menjadi bentuk amonium dan nitrat anorganik yang digunakan tanaman. Jika bahan organik cukup kaya akan nitrogen, degradasi bahan organik akan menghasilkan pelepasan nitrogen amonium dan nitrat, suatu proses yang disebut *Mineralisasi*. Mineralisasi nitrogen dapat dibagi menjadi *Amonifikasi*, yaitu konversi nitrogen organik menjadi amonia (NH_3), dan *Hidrolisis*, yaitu konversi air dari amonia menjadi amonium (NH_4^+). Di sisi lain, degradasi bahan organik dengan tingkat nitrogen yang rendah akan mengkonsumsi atau melumpuhkan nitrogen amonium dan nitrat karena mikroorganisme pendegradasi mengais nitrogen yang tersedia dari sistem tanah, ini disebut *Imobilisasi*. Secara umum, dekomposisi bahan organik dengan rasio C:N (Karbon terhadap Nitrogen) kurang dari 40:1 akan memineralisasi nitrogen, sedangkan degradasi dengan rasio C:N lebih besar dari 40:1 akan

menyebabkan imobilisasi nitrogen (Walworth, 2013). *Mineralisasi* sebagai proses konversi N tanah menjadi mineral N atau bentuk anorganik yang merupakan suatu proses biologis yang diatur oleh mikroorganisme, di mana amonium (NH_4^+) adalah produk sampingan dari dekomposisi. Beberapa faktor mempengaruhi laju mineralisasi terutama adalah suhu, selain dipengaruhi juga oleh: kelembaban tanah, konsentrasi NH_4^+ , dan aktivitas biologis aktif tanah. Sementara *Nitrifikasi* adalah jalur utama N organik dan NH_4^+ menjadi nitrit (NO_2^-) dan kemudian menjadi NO_3^- . Nitrifikasi adalah reaksi oksidasi di mana energi yang ditemukan di NH_4^+ digunakan oleh bakteri autotrofik dalam kombinasi dengan karbon dioksida untuk membentuk biomassa. Prosesnya: NH_4^+ diubah menjadi NO_3^- . Nitrifikasi merupakan proses aerobik yang dikendalikan oleh ketersediaan substrat NH_4^+ , suhu, aerasi, dan pH. Produk akhir nitrifikasi adalah NO_3^- , yang merupakan bentuk utama N untuk tanaman, serta akhir-akhir ini sering dibahas sebagai bentuk polutan yang penting di bidang pertanian (Khalsa dkk., 2019).

Adanya cemaran logam berat dapat menginduksi atau menghambat mineralisasi N yang mungkin disebabkan oleh variasi sifat tanah dan konsentrasi substrat. Pencemaran logam berat secara umum berdampak negatif pada proses transformasi nitrogen yang pada gilirannya mempengaruhi mineralisasi N. Dengan meningkatnya konsentrasi logam berat nitrifikasi menurun dan sebaliknya. Kontaminasi tanah secara umum dapat mengurangi kesuburan tanah, memodifikasi proses mikroba seperti mineralisasi karbon dan transformasi nitrogen, serta menurunkan produksi tanaman (Srivastava dkk., 2017).

Pada aplikasi pemupukan, adalah penting untuk lebih memperhatikan pada bentuk N anorganik, seperti amonium dan nitrat, karena tidak hanya ini bentuk yang tersedia bagi tanaman tetapi juga nitrat diketahui diangkut ke seluruh tanah yang berpotensi menyebabkan kehilangan N serta eutrofikasi air di

sekitarnya. Oleh karena itu, memahami fluktuasi kadar N anorganik dalam tanah penting dalam pengelolaan tanah untuk produksi pertanian berkelanjutan (Collins, 2013). Sementara Efisiensi Penggunaan Nitrogen atau *Nitrogen Use Efficiency* dari suatu sistem budidaya tanaman yang merupakan respon terhadap manajemen agronomis, dimediasi oleh kondisi tanah dan transformasi N yang kemudian mendukung proses pertumbuhan tanaman. Integrasi dari penggunaan bahan organik beserta pengurangan aplikasi pupuk kimia akan mendukung kesehatan biologis tanah, produksi respon elektrokimia menguntungkan, peningkatan karbon tanah, dan menghasilkan dinamika mineralisasi N yang lebih berkembang (Bhardwaj dkk., 2023).

7.2.3 Kehilangan dan Kelebihan Nitrogen

Kehilangan N dari tanah dapat terjadi melalui hara terangkut panen, erosi, pencucian, dan perubahannya menjadi bentuk gas, dimana kondisinya tergantung dari pelaksanaan sistem budidaya, jenis tanaman, dan praktik pengelolaan lahan. N dalam bahan tanah yang terbawa erosi beberapa kali lebih tinggi kandungannya daripada tanah yang tertinggal di lahan. Pencucian N menghilangkan nitrat dalam jumlah besar dari tanah tetapi tidak lebih dari jejak bentuk nitrogen lainnya. Kehilangan N paling mudah terjadi dari lahan budidaya jenis tanah berpasir, terutama di daerah beriklim hangat dan tempat-tempat yang curah hujannya cukup untuk menyebabkan air permukaan menembus air tanah selama beberapa kali dalam setahun. Sementara kehilangan gas N dari tanah terjadi terutama sebagai amonia, gas nitrogen bebas, dan dinitrogen oksida (Allison, 1957).

Menambahkan pupuk nitrogen yang berlebihan ke tanah tidak hanya tidak ekonomis, tetapi juga dapat mencemari air (Mulyani dkk., 2013). Aplikasi Nitrogen yang berlebihan dapat menjadi sumber polusi, baik pengasaman di sungai dan danau, eutrofikasi, kabut asap, kabut atmosfer dan polusi nitrat di dalam

air minum (Björnsne, 2018). Sebagaimana hal serupa disebutkan pula bahwa aplikasi N yang terlalu tinggi akan menurunkan efisiensi penggunaan nitrogen serta mencemari lingkungan karena penguapan amoniak, pengasaman tanah, dan eutrofikasi di perairan (Khan dkk., 2022). Jika N terlalu banyak digunakan sepanjang tahun, akan menyebabkan: keasaman tanah, ketidakseimbangan nutrisi, salinisasi sekunder dan polusi. Pupuk berbahan dasar amonium adalah kontributor utama pengasaman tanah, terutama jika nitrogennya tercuci daripada diambil oleh tanaman. Hanya jika nitrogen dikembalikan ke tanah lagi ketika tanaman mati tidak ada pengasaman. Kelebihan nitrogen juga mempengaruhi kinerja dan pertumbuhan mikroba di dalam tanah. Penggunaan pupuk N yang berlebihan mengakibatkan tingginya nitrat yang merembes ke lapisan tanah, menghambat perkembangan bakteri, polusi, dan kapasitas pengubah N.

7.3 Kebutuhan Tanaman dan Dinamika Fosfor di Dalam Tanah

7.3.1 Bentuk dan Proses Siklus Fosfor

Memahami siklus P dapat membantu produsen membuat keputusan terkait pengelolaan P untuk budidaya tanaman, baik untuk profitabilitas tambak maupun perlindungan lingkungan. Sebagian besar tanaman hanya mengandung sekitar 0,2% P menurut beratnya, tetapi jumlah kecil itu sangat penting. Fosfor adalah komponen penting dari Adenosine TriPhosphate (ATP), yang terlibat dalam sebagian besar proses biokimia pada tumbuhan dan memungkinkannya mengekstrak nutrisi dari tanah. Fosfor juga memainkan peran penting dalam perkembangan sel dan pembentukan DNA. P tanah yang tidak mencukupi dapat mengakibatkan tertundanya kematangan tanaman, perkembangan bunga yang berkurang, kualitas biji yang rendah, dan penurunan hasil panen (Hyland dkk., 2005).

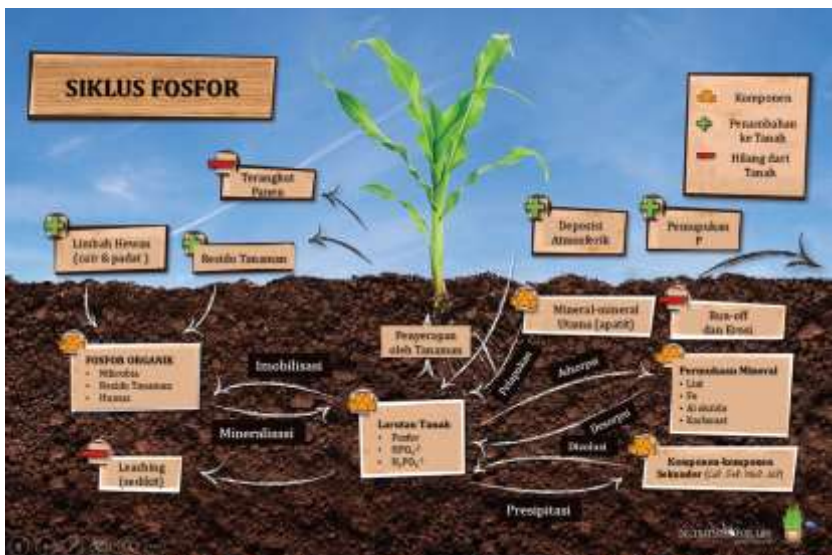
Nutrisi fosfor yang cukup meningkatkan proses dasar fotosintesis, pembungaan, pembuahan (termasuk produksi benih), dan pematangan. Fosfor dibutuhkan dalam jumlah besar terutama untuk pembelahan sel dan pertumbuhan jaringan meristematik. Pertumbuhan akar, terutama perkembangan akar lateral dan akar serabut, didorong oleh fosfor. Pasokan fosfor yang baik sangat penting untuk fiksasi nitrogen biologis yang efisien, dan pertumbuhan yang dihasilkan dan kandungan protein tanaman polongan, terutama hijauan dan sumber protein pokok seperti pada makanan manusia seperti kedelai, kacang polong, dan buncis (Weil & Brady, 2017).

Fosfor merupakan unsur yang diperlukan dalam jumlah besar (hara makro), jumlah fosfor pada tanaman lebih kecil dari nitrogen dan kalium, tetapi fosfor merupakan kunci kehidupan tanaman dengan cara menyerap fosfor dalam bentuk ion ortofosfat primer (H_2PO_4^-) dan sekunder ion ortofosfat (HPO_4^{2-}). Pada tanah masam, fosfat akan bersenyawa dalam bentuk Al-P dan Fe-P, sedangkan pada tanah basa, fosfat akan bersenyawa dengan kalsium sebagai Ca-P membentuk senyawa kompleks yang larut (Firnina, 2018). Untuk tujuan praktis, kita dapat mengelompokkan sumber-sumber P ke dalam empat kategori: (1) P anorganik yang tersedia bagi tumbuhan, dan tiga bentuk yang tidak tersedia bagi tumbuhan: (2) P organik, (3) P yang terserap, dan (4) P mineral primer (Hyland dkk., 2005).

Fosfor atau Phosphorus (P) merupakan salah satu unsur hara esensial makro yang utama bagi tanaman, di mana akar tanaman akan menyerap P dalam bentuk HPO_4^{2-} dan H_2PO_4^- . Sumber P dapat berasal dari hasil pelapukan mineral di dalam tanah seperti apatit dan penambahan pupuk, residu tanaman, limbah pertanian, dan biosolid. Ion ortofosfat (HPO_4^{2-} dan H_2PO_4^-) dihasilkan ketika terjadi pelapukan apatit, residu organik terurai, atau saat sumber pupuk P menjadi larut. Unsur P ini akan diambil oleh akar tanaman dan tersedia dalam konsentrasi yang rendah

dalam larutan tanah. Meskipun tanah mengandung banyak P ($800\text{--}1600\text{ kg.ha}^{-1}$), sebagian besar tidak tersedia bagi tanaman. Ketersediaan P bagi tanaman juga dipengaruhi oleh pH, di mana pH tanah yang ideal untuk ketersediaan P adalah antara 5,5–6,8. Namun, ketika pH tanah turun hingga di bawah 5,8, P akan bereaksi dengan Ferrum (Fe/ Besi) dan Aluminium (Al) untuk membentuk Fosfat Fe dan Al yang bersifat tidak larut dan tidak dapat diserap oleh tanaman (Wicart, 2018).

Fosfor dapat ada dalam dua bentuk utama di tanah dan tanaman: 1) **P inorganik** (Pi) – juga dikenal sebagai ortofosfat. Bentuk ini sudah tersedia untuk tanaman dan dapat secara aktif diambil oleh akar tanaman. 2) **P organik** - ditemukan dalam bahan organik di dalam tanah atau organisme hidup, yang harus diuraikan oleh mikroorganisme sebelum dapat diakses oleh tanaman.



Gambar 7.6 Siklus Fosfor

Sumber: <https://nutrientsforlife.org/wp-content/uploads/2018/09/Phosphorus-Poster-1-1024x683.jpg>

Siklus fosfor mengacu pada pergerakan fosfor melalui lingkungan, termasuk tanah dan tanaman. Fosfor adalah nutrisi penting yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman dan merupakan faktor pembatas untuk produksi primer di banyak ekosistem. Siklus fosfor mengikuti tiga jalur utama: geologi, biologi, dan kimia:

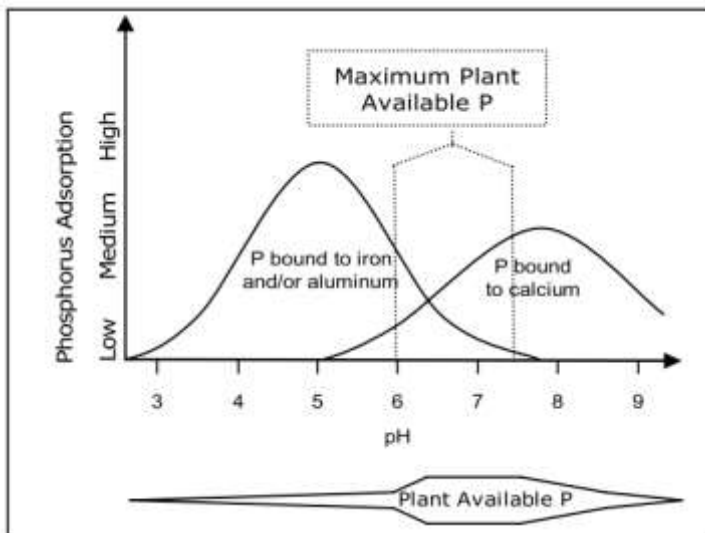
1. Jalur Geologi - Fosfor dilepaskan dari formasi batuan melalui pelapukan dan erosi, berkontribusi pada kumpulan fosfor di tanah. Seiring waktu, limpasan dan pergerakan air mengangkut fosfor ini ke lingkungan akuatik, di mana ia digunakan oleh kehidupan akuatik dan pada akhirnya dapat diendapkan sebagai sedimen di dasar laut.
2. Jalur Biologis - Di jalur ini, tanaman mengambil fosfor anorganik dari tanah melalui akarnya. Hewan dan organisme lain kemudian mengonsumsi tumbuhan, memasukkan fosfor ke dalam jaringan mereka sendiri. Ketika organisme ini mati, mereka membusuk, melepaskan fosfor organik kembali ke dalam tanah.
3. Jalur Kimia - Reaksi kimia dalam tanah dapat mengubah fosfor organik menjadi bentuk anorganik atau sebaliknya, mengendalikan aksesibilitas fosfor ke tanaman. Mikroorganisme seperti bakteri dan jamur memainkan peran penting dalam reaksi ini. Misalnya, mereka memecah bahan organik dan melepaskan fosfat anorganik, yang kemudian dapat dimanfaatkan oleh tanaman.

7.3.2 Kehilangan dan Masalah dalam Aplikasi Fosfor

Kehilangan P biasanya terjadi akibat limpasan permukaan (dalam partikel dan bentuk terlarut), aliran bawah permukaan (pencucian dan aliran melalui matriks tanah dan pori makro), aliran drainase, atau bahkan dari air tanah dapat meningkatkan eutrofikasi air (Lizcano-Toledo dkk., 2021). Efisiensi Penggunaan Fosfor (*Phosphor Use Efficiency*) di bidang pertanian ada dalam

kisaran 15-20%, yang menunjukkan bahwa sebagian besar P yang diterapkan tanah tetap tidak tersedia untuk ditanam dan larut ke dalam tanah dan air permukaan yang menyebabkan eutrofikasi (Hasanuzzaman dkk., 2018). Sebagaimana dinyatakan pula bahwa industri pupuk P juga memberikan kontribusi besar terhadap eutrofikasi badan air tawar dan pesisir di seluruh dunia (Singh dkk., 2022) , dan potensi terhadap kerusakan lingkungan (Shi dkk., 2015). Fenomena Eutrofikasi di beberapa danau dan daerah pesisir, dapat merangsang pertumbuhan alga pengganggu dan meningkatkan kondisi hipoksia atau anoksik yang berbahaya atau mematikan bagi populasi alami (Ruttenberg, 2001).

Perbedaan sifat fisiko-kimia tanah, iklim, ketersediaan unsur hara utama lainnya, dan bentuk pemberian P, semuanya mempengaruhi efektivitas pemupukan P dan keseimbangan P (Blake dkk., 2000). Diperkirakan bahwa defisiensi P mengurangi hasil panen pada kisaran 30–40 % lahan kering/ Arid di dunia (Hasanuzzaman dkk., 2018).



Gambar 7.7. Kadar pH Tanah Mempengaruhi Ketersediaan P
Sumber: (Hyland dkk., 2005)

Faktor-faktor yang mempengaruhi ketersediaan fosfor dalam tanah dan tanaman meliputi:

1. pH tanah - pada tanah asam, fosfor lebih sedikit tersedia bagi tanaman, sedangkan pada tanah basa, cenderung lebih banyak tersedia.
2. Tekstur dan struktur tanah - tanah berpasir memiliki retensi fosfor yang rendah, sedangkan tanah lempung memiliki retensi fosfor yang tinggi.
3. Bahan organik - tanah yang kaya bahan organik atau pupuk kandang cenderung memiliki fosfor tersedia yang lebih tinggi karena bahan organik terurai untuk melepaskan fosfor.
4. Sistem akar - tanaman dengan sistem akar yang lebih luas dapat mengakses lebih banyak fosfor dari tanah.
5. Aktivitas mikroba: Mikroorganisme tanah dapat mengurai bahan organik dan melepaskan fosfor. Oleh karena itu, keberadaan populasi mikroba yang sehat dapat meningkatkan ketersediaan fosfor dalam tanah.

Tumbuhan telah mengembangkan dua taktik khusus untuk meningkatkan suplai P ke akar. Fosfatase, suatu enzim yang dapat melepaskan P anorganik yang tersedia secara hayati dari bahan organik, sering diekskresikan oleh tanaman dan mikroba tanah, dan jamur simbiosis Mikoriza dapat melapisi akar tanaman, mengeluarkan fosfatase dan asam organik untuk melepaskan P dan menyediakan tempat serapan aktif untuk difusi cepat. P dari ruang pori tanah ke permukaan akar (Filippelli, 2009).

Degradasi air dengan Eutrofikasi yang dipercepat yang disebabkan oleh terlalu banyak fosfor. Kedua masalah tersebut terkait dengan peran fosfor sebagai nutrisi tanaman (Weil & Brady, 2017). Penggunaan P yang berlebihan sebagai pupuk dan tersalurnya secara difusi ke air tawar dan lautan akan

menyebabkan penurunan kualitas air, eutrofikasi, dan hilangnya keanekaragaman hayati (Muntwyler dkk., 2023). Eutrofikasi akan berdampak pada siklus karbon global, tetapi tidak banyak membantu mengimbangi emisi karbon antropogenik (Filippelli, 2008).

Dengan memahami siklus fosfor dan faktor-faktor yang mempengaruhi ketersediaan fosfor sangat penting untuk pertanian berkelanjutan dan pengelolaan lingkungan.

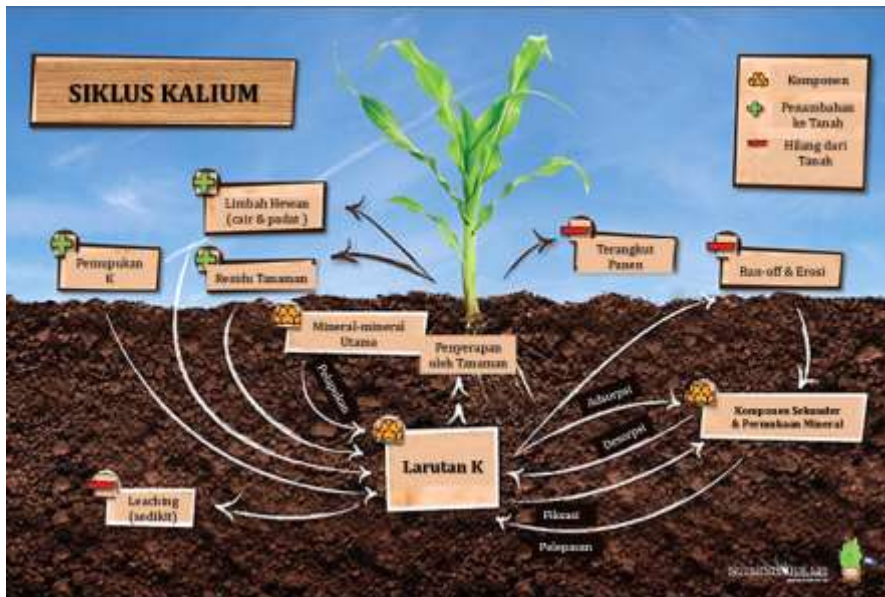
7.4 Kebutuhan Tanaman dan Dinamika Kalium di Dalam Tanah

7.4.1 Bentuk dan Proses Siklus Kalium

Kalium atau Potassium (K) merupakan salah satu jenis nutrisi esensial makro tanaman yang diserap dalam jumlah yang cukup besar. Tanaman memanfaatkan K sebagai kation monovalen K^+ . Meskipun K hadir dalam jumlah yang relatif besar di sebagian besar tanah, hanya sebagian kecil dari total K tanah yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Pelapukan mineral umum seperti feldspars dan mika melepaskan K ke dalam tanah. K^+ yang dilepaskan dapat dengan mudah diserap oleh akar tanaman, diikat oleh kompleks penukar kation tanah liat dan bahan organik (Wicart, 2018).

Setelah Nitrogen dan Fosfor, Kalium merupakan mineral yang paling dibutuhkan tanaman. Ketersediaan kalium akan membantu memastikan ketahanan tanaman, merangsang pertumbuhan akar, mencegah hama dan penyakit, meningkatkan kualitas gabah dan mengelola cekaman kekurangan air. Kalium diambil oleh tanaman sebagai ion K^+ , dengan kalium bertindak sebagai aktivator berbagai enzim yang terlibat dalam sintesis pati dan protein serta merangsang titik pertumbuhan tanaman. Kalium berperan dalam berbagai proses fisiologis termasuk fotosintesis, transpirasi, pertumbuhan dan perkembangan (Dewi dkk., 2021). Secara umum aplikasi Kalium akan meningkatkan Kalium

tanah yang larut dalam air dan Kalium dapat ditukar. Sementara aplikasi pupuk kandang akan mampu meningkatkan fraksi Kalium di semua kedalaman olah tanah (Habib dkk., 2014).



Gambar 7.8. Siklus Kalium

Sumber: <https://nutrientsforlife.org/product/potassium-cycle-poster/>

Siklus Kalium melibatkan tiga proses utama: pelapukan, penyerapan oleh tanaman, dan dilepaskan kembali ke dalam tanah.

1. Pelapukan: Kalium dilepaskan dari formasi batuan melalui pelapukan dan erosi, berkontribusi pada genangan potasium di dalam tanah. Seiring waktu, curah hujan dan pergerakan air mengangkut potasium ini ke area daratan, di mana ia dapat diambil oleh akar tanaman, atau mungkin tercuci dari tanah.
2. Penyerapan oleh tanaman: Tanaman mengambil ion kalium dari tanah melalui akarnya. Ion kalium bermuatan positif, dan

penyerapannya dipengaruhi oleh partikel tanah bermuatan negatif (tanah liat, bahan organik tanah) yang dapat mengikat ion kalium, mengurangi mobilitasnya di dalam tanah.

3. Pelepasan kembali ke dalam tanah: Kalium dapat dilepaskan kembali ke dalam tanah selama dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme atau oleh tanaman selama penuaan (penuaan). Itu juga dapat diperkenalkan ke tanah melalui pupuk.

Siklus kalium sangat penting untuk pertumbuhan tanaman, dan ketersediaan kalium dalam tanah dan tanaman dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis tanah, pH, kandungan bahan organik, dan suhu. Memahami keterbatasan dan kendala siklus kalium penting untuk mengelola kesuburan tanah untuk pertumbuhan tanaman yang maksimal. Faktor-faktor yang mempengaruhi ketersediaan kalium dalam tanah dan tanaman meliputi:

1. pH Tanah - Seperti halnya fosfor, ketersediaan Kalium meningkat pada pH 6,5-7,5 dan menurun pada tanah asam atau basa.
2. Jenis tanah - Tanah berpasir memiliki kapasitas tukar kation dan retensi kalium yang lebih rendah, sedangkan tanah lempung memiliki kapasitas retensi kalium atau pertukaran ion yang lebih tinggi.
3. Bahan organik - tanah yang kaya akan bahan organik cenderung memiliki kalium tersedia lebih tinggi dan tanah dengan bahan organik rendah memiliki ketersediaan kalium yang rendah.
4. Suhu - kalium memobilisasi lebih baik di lingkungan yang lebih hangat.

Memahami keterbatasan dan kendala siklus kalium penting untuk mengelola kesuburan tanah secara maksimal. Ketersediaan kalium untuk tanaman seringkali dapat dibatasi oleh adsorpsi

partikel tanah lempung. Gaya tarik-menarik elektrostatis antara ion kalium yang bermuatan positif dan partikel tanah liat yang bermuatan negatif menyebabkan kalium tertahan di dalam tanah, sehingga kurang tersedia bagi tanaman. Praktik pengelolaan tanah yang meningkatkan fraksi kalium yang dapat ditukar pada partikel tanah liat dapat meningkatkan ketersediaan kalium bagi tanaman.

7.4.2 Permasalahan dalam Aplikasi dan Rekomendasi Kalium

Permasalahan dalam pemupukan Kalium sebagaimana yang disampaikan oleh Brouder dkk. (2020), antara lain adalah sebagaimana tersaji berikut ini:

1. Kurangnya kalibrasi definitif uji tanah K terhadap respon tanaman di beberapa daerah
2. Dalam kisaran uji tanah tertentu, variabilitas yang besar dalam menanggapi K yang diterapkan di antara musim tanam di satu lokasi, atau di antara lokasi dalam satu musim tanam
3. Terlalu sering kurangnya tanggapan terhadap aplikasi K pada tanah yang menguji kadar K yang dapat ditukar rendah
4. Respon yang terlalu sering terhadap aplikasi K pada tanah yang tidak diharapkan, berdasarkan tingkat K yang dapat ditukar tinggi atau sangat tinggi
5. Pola variabilitas spasial tak terduga dari uji tanah K di lapangan
6. Variabilitas temporal yang besar dalam uji tanah K yang tampaknya tidak terkait dengan penambahan K atau penghilangan K oleh tanaman dan berkontribusi terhadap “kebisingan” substansial dalam rekaman uji tanah jangka panjang
7. Pengaruh yang tidak konsisten secara langsung dari faktor-faktor yang berhubungan dengan cuaca, seperti kadar air

- tanah, pada kadar K uji tanah di seluruh lokasi baik di petak penelitian maupun di lahan perkebunan
8. Perubahan dalam kadar K terukur dan interpretasinya akibat pengambilan sampel atau prosedur penanganan sampel
 9. Perubahan genetik pada tanaman yang berdampak pada permintaan K progresif selama musim tanam dan perkembangan akar yang pada gilirannya dapat mempengaruhi kebutuhan K tanah dan pelepasannya ke larutan tanah
 10. Dampak yang tidak diketahui pada interpretasi uji K tanah permukaan, termasuk perubahan kadar K di bawah tanah akibat pemusnahan tanaman dalam jangka panjang, kerentanan tanaman terhadap tekanan kelembapan, dan pengelolaan K secara umum
 11. Pengabaian pendekatan pengujian tanah K di beberapa bagian dunia karena akses yang buruk ke pengujian tanah atau korelasi, kalibrasi, dan interpretasi pendukung yang terbatas

Kerangka rekomendasi nutrisi didukung oleh pemahaman ilmiah tentang bagaimana siklus nutrisi dalam rentang waktu yang relevan dengan pengambilan keputusan manajemen. Sifat siklik transfer K dan transformasi dalam produksi tanaman dapat ditunjukkan oleh diagram yang menggambarkan genangan K dalam sistem tanah-tanaman dan fluks K antara genangan tersebut dalam volume tanah tertentu selama periode waktu tertentu. Skala waktu biasanya merujuk tanaman dalam satu musim atau urutan tanaman dalam waktu yang relatif singkat (2–4 tahun) di mana satu atau rangkaian kecil keputusan manajemen yang saling terkait akan dibuat. Luas spasial horizontal dapat berkisar dari tanaman individu hingga keseluruhan perusahaan pertanian, tetapi secara tradisional telah menekankan “skala lapangan”, yang

mencerminkan unit manajemen petani yang telah ditentukan sebelumnya. Batas spasial vertikal biasanya berkisar dari bagian atas kanopi tanaman hingga ke dalam tanah hingga kedalaman perakaran tanaman. Oleh karena itu, cakupan spasial dan temporal yang menarik mencakup semua komponen sistem yang intrinsik pada tanah dan tapak serta yang dipengaruhi oleh pengelolaan dan pengembangan tanaman yang secara langsung berdampak pada produktivitas tanaman. Untuk membangun rekomendasi Kalium, pertimbangan simultan perlu diberikan kepada beberapa hal berikut ini:

- (1) Siklus K tanaman-tanah
 - a. Total kebutuhan K tanaman pada saat serapan maksimum
 - b. K offtake dengan panen
 - c. Perubahan kebutuhan K tanaman sebagai fungsi pertumbuhan dan perkembangan
 - d. Kemampuan khusus tanaman untuk mengakses kumpulan K yang berbeda,
- (2) Faktor Biofisik tambahan atau sekunder yang dapat mempengaruhi siklus K tanaman-tanah tetapi sering menjadi subyek rekomendasi terpisah, dan
- (3) Faktor sosial ekonomi & preferensi petani yang meliputi:
 - a. Pengembalian ekonomi jangka pendek untuk satu musim
 - b. Pengembalian ekonomi jangka panjang selama beberapa musim
 - c. Sasaran & tujuan pengelolaan pertanian & lahan lainnya
 - d. Status keuangan & kemauan untuk menanggung risiko (Brouder dkk., 2020).

Input pupuk K yang intensif sangat diperlukan untuk memaksimalkan hasil dan kualitas tanaman dan untuk pemeliharaan produktivitas tanah jangka panjang. Pandangan ini

tidak dapat diselaraskan dengan sejumlah besar bukti ilmiah yang disajikan di sini, yang mencakup pengujian tanah untuk K yang tersedia bagi tanaman dan konsekuensi pemupukan KCl untuk produktivitas pertanian, keamanan pangan, dan degradasi tanah. Jika penggunaan pupuk K ingin menguntungkan dalam pengaturan produksi, rekomendasi saat ini tidak lagi cukup dengan mengandalkan pengujian tanah untuk K yang dapat ditukar. Sebagai alternatif yang lebih layak, produsen harus secara berkala melakukan uji sendiri (Khan dkk., 2014).

Unsur hara K yang ditambah dalam tanah melalui proses pemupukan harus dikelola dengan baik dengan memperhatikan: (1) penyusunan peta status ketersediaan K tanah sebagai pedoman penetapan rekomendasi pemupukan K spesifik lokasi; (2) Pemanfaatan limbah pertanian K tinggi seperti jerami padi, jagung dan kedelai, serta pupuk kandang; (3) mengurangi kehilangan K akibat erosi dan pencucian melalui penerapan konservasi terpadu dengan peternakan; dan (4) mengoptimalkan aerasi dan kelembaban tanah di lapisan olah tanah atas untuk aktivitas akar dan serapan hara tanaman yang baik (Subandi, 2013).

DAFTAR PUSTAKA

- Allison, F. E. 1957. Nitrogen and Soil Fertility. *Yearbook of Agriculture*, 85–94.
- Archana, H. A., & Maragatham, N. 2017. Chemical Science Review and Letters Nitrogen, Phosphorus and Potassium Dynamics in Soil under Drip and Micro Sprinkler Fertigation and Its Effects on Turmeric Yield. *Chemical Science Review and Letters*, 6(23), 2058–2062.
- Bayrak Ozbucak, T., Kutbay, H. G., Yalcin, S., & Kilic, D. D. 2011. Foliar Nitrogen (N), Phosphorus (P) Dynamics, and Foliar Resorption of *Corylus avellana* var. *avellana*. *Ekoloji*, 81, 1–7. <https://doi.org/10.5053/ekoloji.2011.811>
- Bhardwaj, A. K., Malik, K., Chejara, S., Rajwar, D., Narjary, B., & Chandra, P. 2023. Integration of organics in nutrient management for rice-wheat system improves nitrogen use efficiency via favorable soil biological and electrochemical responses. *Frontiers in Plant Science*, 13(January), 1–18. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1075011>
- Björnsne, A.-K. 2018. *The Nitrogen Cycle in Soil – Climate Impact and Methodological Challenges in Natural Ecosystem* (Nomor January) [University of Gothenburg]. <http://hdl.handle.net/2077/56724>
- Blake, L., Mercik, S., Koerschens, M., Moskal, S., Poulton, P. R., Goulding, K. W. T., Weigel, A., & Powlson, D. S. 2000. Phosphorus content in soil, uptake by plants and balance in three European long-term field experiments. In *Nutrient Cycling in Agroecosystems* (Vol. 56, Nomor 3, hal. 263–275). <https://doi.org/10.1023/A:1009841603931>
- Brady, N. C., & Weil, R. R. 2017. The Soils Around Us. In *The Nature and Properties of Soils* (15 ed., Nomor 1, hal. 1–31). Pearson Education Inc. https://www.researchgate.net/publication/330993523_The_Soils_Around_Us

- Brouder, S. M., Volenec, J. J., & Murrell, T. S. 2020. The Potassium Cycle and Its Relationship to Recommendation Development. In T. S. Murrell et al. (Ed.), *Improving Potassium Recommendations for Agricultural Crops* (hal. 1–46). Department of Agronomy, Purdue University. https://doi.org/10.1007/978-3-030-59197-7_1
- Collins, J. L. 2013. *Soil Nitrogen Dynamics and Mineralization*. Oklahoma State University.
- Dessureault-Rompré, J. 2022. Restoring Soil Functions and Agroecosystem Services Through Phytotechnologies. *Frontiers in Soil Science*, 2(7), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fsoil.2022.927148>
- Dewi, F. A., Widyasunu, P., & Maryanto, J. 2021. Distribusi Unsur Hara Kalium Tanah dan Kadarnya pada Tanaman Padi Sawah di Wilayah Sub Das Serayu Hilir Kecamatan Sampang Kabupaten Cilacap. *Proceedings Series on Physical & Formal Sciences*, 2, 117–123. <https://doi.org/10.30595/pspfs.v2i.178>
- FAO. 2022a. *FAOSTAT: Fertilizers by Nutrient* (hal. 1–5). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RFN>
- FAO. 2022b. Soils for Nutrition: State of The Art. In M. Taboada, V. S. Santillán, C. C. Lisboa, & C. Olivera (Ed.), *Soils: Where Food Begins*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://doi.org/10.4060/cc0900en>
- Filippelli, G. M. 2008. The Global Phosphorus Cycle: Past, Present, and Future. *Elements*, 4(2), 89–95. <https://doi.org/10.2113/GSELEMENTS.4.2.89>
- Filippelli, G. M. 2009. Encyclopedia of Paleoclimatology and Ancient Environments. *Encyclopedia of Paleoclimatology and Ancient Environments*, May, 3–7. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4411-3>

- Firnia, D. 2018. Dinamika Unsur Fosfor Pada Tiap Horison Profil Tanah Masam. *Jurnal Agroekoteknologi*, 10(1), 45–52. <https://doi.org/10.33512/j.agrtek.v10i1.5464>
- Government of Alberta. 2022. *Global Fertilizer: Explained in Brief*. Agriculture. Forestry and Rural Economic Development. <https://open.alberta.ca/publications/explained-in-brief-global-fertilizer>
- Habib, F., Javid, S., Saleem, I., Ehsan, S., & Ahmad, Z. A. 2014. Potassium Dynamics in Soil Under Long Term Regimes of Organic and Inorganic Fertilizer Application. *Soil and Environment by Soil Science Society of Pakistan*, 33(2), 110–115. <http://www.sss-pakistan.org>
- Hasanuzzaman, M., Fujita, M., Oku, H., Nahar, K., & Hawrylak-Nowak, B. 2018. Plant nutrients and abiotic stress tolerance. *Plant Nutrients and Abiotic Stress Tolerance*, July, 1–590. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-9044-8>
- Hyland, C., Ketterings, Q., Dewing, D., Stockin, K., Czymmek, K., Albrecht, G., & Geohring, L. 2005. Phosphorus Basics – The Phosphorus Cycle. In *Cornell University Cooperative Extension* (Nomor Fact Sheet 12, hal. 1–2). Cornell University, Department of Crop and Soil Sciences. <http://nmsp.cals.cornell.edu/publications/factsheets/factsheet12.pdf>
- Jiang, W., Zhang, J., & Jia, Z. 2023. Physiological and Nutrient Responses to Nitrogen, Phosphorus, or Potassium Deficiency of Hydroponically Grown Strawberry. *HortScience*, 58(6), 628–634. <https://doi.org/https://doi.org/10.21273/HORTSCI17086-23> Physiological
- Kementan RI. 2007. *Acuan Penetapan Rekomendasi Pupuk N, P dan K pada Lahan Sawah Spesifik Lokasi (per Kecamatan)*. Kementrian Pertanian RI.

- Kementan RI. 2022. *Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2022 tentang Penggunaan Dosis Pupuk N, P, K untuk Padi, Jagung, dan Kedelai pada Lahan Sawah* (hal. 1–889). Kementrian Pertanian RI.
- Khalsa, S. D. S., Hartz, T. K., & Brown, P. H. 2019. *Principles of Nitrogen Cycling and Management* (hal. 1–8). Department of Plant Sciences, University of California.
- Khan, S. A., Mulvaney, R. L., & Ellsworth, T. R. 2014. The potassium paradox: Implications for soil fertility, crop production and human health. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 29(1), 3–27. <https://doi.org/10.1017/S1742170513000318>
- Khan, Z., Zhang, K., Khan, M. N., Bi, J., Zhu, K., Luo, L., & Hu, L. 2022. How Biochar Affects Nitrogen Assimilation and Dynamics by Interacting Soil and Plant Enzymatic Activities: Quantitative Assessment of 2 Years Potted Study in a Rapeseed-Soil System. *Frontiers in Plant Science*, 13(March), 1–18. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.853449>
- Lawniczak, A. E. 2011. Nitrogen, Phosphorus, and potassium resorption efficiency and proficiency of four emergent macrophytes from Nutrient-Rich Wetlands. *Polish Journal of Environmental Studies*, 20(5), 1227–1234.
- Lizcano-Toledo, R., Reyes-Martín, M. P., Celi, L., & Fernández-Ondoño, E. 2021. Phosphorus dynamics in the soil-plant-environment relationship in cropping systems: A review. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(23). <https://doi.org/10.3390/app112311133>
- McLauchlan, K. 2006. The nature and longevity of agricultural impacts on soil carbon and nutrients: A review. In *Ecosystems* (Vol. 9, Nomor 8, hal. 1364–1382). <https://doi.org/10.1007/s10021-005-0135-1>

- Mulyani, N. S., Suryadi, M. E., & Dwiningsih, S. (2013). Dinamika Hara Nitrogen pada Tanah Sawah. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 3, 14–25.
- Muntwyler, A., Panagos, P., Morari, F., Berti, A., Jarosch, K. A., Mayer, J., & Lugato, E. 2023. Modelling Phosphorus Dynamics in Four European Long-term Experiments. *Agricultural Systems*, 206(November 2022), 103595. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2022.103595>
- Perera, U. I. D. 2023. *Impact of Cover Crops on Soil Health, Soil Nitrogen Dynamics, and Cytokinin Profiles* (Nomor January). Trent University.
- Punuindoong, S., Sinolungan, M. T. M., & Rondonuwu, J. J. 2021. Kajian Nitrogen, Fosfor, Kalium dan C-Organik Pada Tanah Berpasir Pertanaman Kelapa Desa Ranoketang Atas. *Soil Enveronmental*, 21(3), 6–11.
- Ruttenberg, K. C. 2001. Phosphorus Cycle. *Encyclopedia of Ocean Sciences*, 2149–2162. <https://doi.org/10.1006/rwos.2001.0277>
- Shi, L. L., Shen, M. X., Lu, C. Y., Wang, H. H., Zhou, X. W., Jin, M. J., & Wu, T. D. 2015. Soil phosphorus dynamic, balance and critical P values in long-term fertilization experiment in Taihu Lake region, China. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(12), 2446–2455. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(15\)61183-2](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(15)61183-2)
- Singh, S. K., Wu, X., Shao, C., & Zhang, H. 2022. Microbial enhancement of plant nutrient acquisition. *Stress Biology*, 2(1). <https://doi.org/10.1007/s44154-021-00027-w>
- Sinha, D., & Tandon, P. K. 2020. An Overview of Nitrogen, Phosphorus and Potassium: Key Players of Nutrition Process in Plants. In K. Mishra (Ed.), *Sustainable Solutions for Elemental Deficiency and Excess in Crop Plants* (Nomor 11, hal. 85–117). Springer Nature Singapore Pte Ltd. https://doi.org/10.1007/978-981-15-8636-1_5

- Srivastava, V., Sarkar, A., Singh, S., Singh, P., de Araujo, A. S. F., & Singh, R. P. 2017. Agroecological Responses of Heavy Metal Pollution with Special Emphasis on Soil Health and Plant Performances. *Frontiers in Environmental Science*, 5(OCT), 1–19. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2017.00064>
- Subandi. 2013. Role and Management of Potassium Nutrient for Food Production in Indonesia. *Agricultural Innovation Development*, 6(1), 1–10.
- Walworth, J. 2013. *Nitrogen in Soil and the Environment* (Vol. 2, Nomor January, hal. 3–5). The University of Arizona.
- Weil, R. R., & Brady, N. C. 2016. *The Nature and Properties of Soil* (D. Fox (ed.); Nomor 1). Pearson/ Prentice Hall.
- Weil, R. R., & Brady, N. C. 2017. Phosphorus and Potassium. In *The Nature and Properties of Soils* (15 ed., hal. 643–695). Pearson Education Inc. https://www.researchgate.net/publication/337262066_Soil_Phosphorus_and_Potassium
- Wicart, F. M. 2018. *Stratifikasi Kandungan Nitrogen (N), Fosfor (P) dan Kalium (K) dalam Tanah di Bawah Tumbuhan Desmodium heterophyllum*. Universitas Borneo Tarakan.
- World Bank. 2023. *Global Market Outlook: Trends in Global Agricultural Commodity Prices Food Price Inflation Dashboard (Update March 23, 2023)*.
- Yara International. (2022) *Fertilizer Industry Handbook 2022* (hal. 32). <https://www.yara.com/siteassets/investors/057-reports-and-presentations/other/2022/fertilizer-industry-handbook-2022.pdf/>
- Zou, C., Pearce, R. C., Grove, J. H., Li, Y., Hu, X., Chen, J., Li, J., & Jin, Y. 2016. Relationship of Agronomic Practices to Soil Nitrogen Dynamics. In *Soil Productivity Enhancement* (Vol. 11, hal. 13). <https://doi.org/10.5772/intechopen.77229>

BAB 8

KLASIFIKASI DAN MACAM PUPUK

Oleh Indra Permana

8.1 Pendahuluan

Pertanian merupakan salah satu sektor penting dalam menyediakan kebutuhan pangan dan kehidupan manusia. Untuk mencapai hasil pertanian yang optimal, tanaman membutuhkan nutrisi yang cukup dan seimbang. Namun, tanah pertanian tidak selalu dapat menyediakan semua nutrisi yang dibutuhkan tanaman secara alami atau memiliki tingkat kesuburan yang berbeda (Kurniati et al., 2015). Perlu adanya upaya yang dilakukan untuk meningkatkan unsur hara di dalam tanah guna mencukupi kebutuhan tanaman agar dapat tumbuh dan memberikan hasil yang optimal. Salah satu cara peningkatan unsur hara di dalam tanah yakni dengan pemberian pupuk. Hal tersebut menjadikan penggunaan pupuk menjadi sangat penting dalam pertanian modern.

Pupuk adalah zat atau material yang ditambahkan ke tanah atau tanaman dengan tujuan memberikan nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pupuk memiliki peran vital dalam menyediakan nutrisi esensial seperti nitrogen, fosfor, kalium, dan unsur mikro lainnya yang diperlukan oleh tanaman untuk tumbuh dengan baik. Balai Penelitian Tanah (2012) mengungkapkan bahwa pupuk berkontribusi terhadap biaya produksi padi sebesar 15 – 30%. Penggunaan pupuk terus meningkat dari tahun ke tahun sejak revolusi hijau pada tahun 1970 hingga saat ini (Husnain, Kasno, & Rochayati, 2016). Namun, dengan berbagai jenis dan formulasi pupuk yang tersedia, penting untuk memiliki kerangka kerja yang terstruktur dalam

mengelompokkan pupuk agar dapat memahami karakteristik dan kegunaannya.

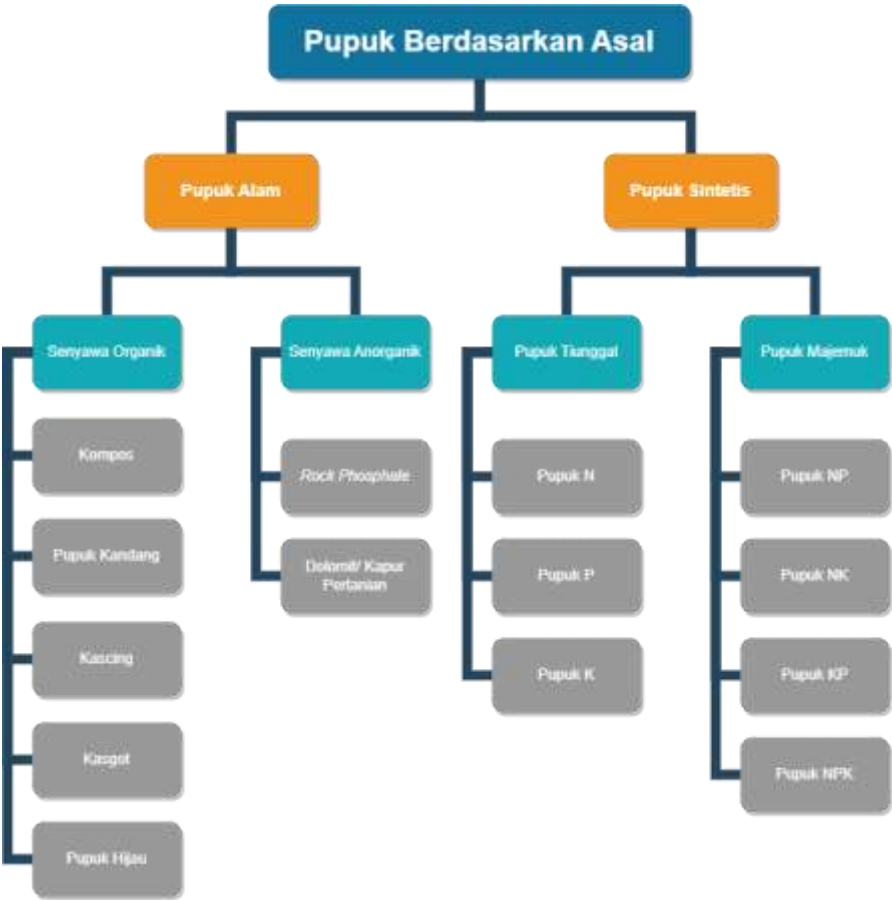
Iniilah yang mendasari pentingnya klasifikasi pupuk. Klasifikasi pupuk melibatkan pengelompokan pupuk berdasarkan beberapa kriteria, seperti kandungan nutrisi, bentuk fisik atau kimia, sumber asal, dan tujuan pemupukan. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang klasifikasi pupuk, petani dan ahli pertanian akan dapat mengoptimalkan penggunaan pupuk, meningkatkan hasil panen, dan menjaga keseimbangan lingkungan pertanian sesuai dengan prinsip praktek pertanian yang baik (FAO, 2016).

Jenis pupuk yang digunakan dalam pertanian beragam dan dapat diklasifikasikan berdasarkan asal atau sumber bahan, kandungan nutrisi, bentuk fisik, tingkat kelarutan, dan konsentrasi nutrisi (Paat, 2022). Setiap jenis pupuk memiliki komposisi nutrisi yang berbeda dan memberikan manfaat khusus bagi tanaman . Penggunaan pupuk harus dilakukan secara tepat dan bijak untuk menghindari keracunan tanaman dan keamanan lingkungan. Beberapa dampak negatif yang terjadi apabila tidak memahami prinsip pemupukan dan klasifikasi pupuk diantaranya meningkatkan emisi gas rumah kaca dan pencemaran air tanah (Leimona *et al.*, 2015).

8.2 Pupuk Berdasarkan Asal Pembuatan

Penggolongan pupuk yang umumnya diketahui oleh petani salah satunya berdasarkan asal maupun sumber pembuatannya. Berdasarkan asal pembuatannya, pupuk dapat dikategorikan menjadi dua jenis yakni pupuk alam dan sintetis (buatan pabrik) (Kurniati *et al.*, 2015). Klasifikasi pupuk berdasarkan asal pembuatannya dapat dilihat pada Gambar 8.1. Baik pupuk alam maupun sintetis mengandung unsur hara esensial yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Oleh karena itu, pengetahuan tentang jenis-jenis pupuk alam dan buatan sangat

penting bagi petani ataupun praktisi di bidang pertanian supaya pemupukan yang dilakukan efektif dan efisien.



Gambar 8.1. Klasifikasi pupuk berdasarkan asal pembuatannya
(Sumber : Dokumentasi pribadi)

8.2.1 Pupuk Alam

Pupuk alam merupakan pupuk yang terbuat dari bahan-bahan alami yang berasal dari sumber alam atau mineral organik. Pupuk alami biasanya tidak mengalami proses kimia sintetik yang sama dengan pupuk anorganik (Purba, Situmeang, & Rohman, 2021). Pupuk alam dibuat dari bahan yang dapat terurai secara alami atau bahan yang diolah secara mekanis. Mineral organik yang biasa digunakan sebagai pupuk salah satunya adalah batuan fosfat. Beberapa contoh yang termasuk kedalam kategori pupuk alam diantaranya adalah pupuk kompos, pupuk kandang, kascing, pupuk hijau, pupuk guano, dan kasgot.

Pupuk alam memiliki kelebihan dan kekurangan dalam penggunaannya. Adapun kelebihan dan kekurangan pupuk alam adalah sebagai berikut:

Tabel 8.1. Kelebihan dan kekurangan pupuk alam

No.	Kelebihan	Kekurangan
1.	Meningkatkan kesuburan dan bahan organik tanah	Diperlukan dalam jumlah yang cukup besar untuk dapat memenuhi kebutuhan tanaman
2.	Meningkatkan struktur tanah dan kemampuan tanah dalam menahan air	Kebutuhan lahan dan sumber daya alam yang cukup besar.
3.	Ramah lingkungan	Memerlukan waktu yang cukup lama untuk mengalami dekomposisi hingga menghasilkan nutrisi yang tersedia bagi tanaman.
4.	Meningkatkan keanekaragaman hayati tanah	Pengelolaan pupuk alam yang kurang tepat dapat menarik serangan hama dan penyakit

Pupuk Kompos

Kompos merupakan salah satu pupuk organik yang dihasilkan melalui proses dekomposisi atau penguraian bahan organik dengan bantuan mikroorganisme seperti bakteri dan jamur. Pupuk kompos dapat berasal dari sisa-sisa tanaman (daun, ranting, akar, jerami, dll.), kotoran hewan, bahkan serbuk gergaji yang dikumpulkan dalam satu tumpukan dan dibiarkan terlapuk supaya memiliki nisbah C dan N yang rendah sebelum diaplikasikan (Gambar 8.2). Proses dekomposisi bahan organik menghasilkan dua produk turunan utama yang bermanfaat bagi tanah dan tanaman yakni unsur hara (makro dan mikro esensial) dan humus. Pada saat proses komposting berlangsung, tumpukan bahan organik menghasilkan air lindi (*leachate*), gas CO₂ dan energi panas (Stentiford & de Bertoldi, 2010).



Gambar 8.2. Pupuk kompos matang (siap diaplikasikan)
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Penggunaan pupuk kompos telah banyak dilakukan oleh petani di lapangan. Kombinasi kompos, humat kalium dan pupuk NPK meningkatkan jumlah pipilan jagung per tongkol hingga 58% dibandingkan dengan perlakuan hanya Pupuk NPK standar (Abdullah, Ullah, Jamil, Akram, & Haq, 2022). Hasil penelitian Permana *et al.* (2023) pun menunjukkan bahwa penambahan pupuk kompos pada budidaya cabai merah keriting mampu menurunkan penggunaan pupuk kimia sebesar 25 – 50% dengan tetap memberikan hasil tanaman yang optimal setara dengan dosis standar (100% pupuk kimia). Pemanfaatan kompos memberikan dampak positif terhadap hasil tanaman serta mampu mensubstitusi kebutuhan pupuk anorganik sehingga meminimalisir residu bahan sintesis pada tanah.

Pupuk Kandang

Pupuk kandang merupakan jenis pupuk alam yang berasal dari kotoran hewan seperti sapi, kambing, ayam, babi, atau hewan lainnya (Gambar 8.3). Pupuk kandang digunakan untuk meningkatkan kesuburan tanah dan memberikan nutrisi yang diperlukan oleh tanaman seperti nitrogen, fosfor, kalium, dan beberapa unsur hara mikro. Konsentrasi hara yang terkandung dalam pupuk kandang berbeda-beda tergantung dari sumber atau jenis kotoran hewan yang digunakan. Bahkan, kondisi kotoran hewan (mentah atau matang) juga mempengaruhi kadar karbon organik serta konsentrasi unsur hara yang terkandung. Kandungan hara pada beberapa jenis kotoran hewan disajikan pada Tabel 8.2. Pupuk kandang ayam memiliki kadar hara N dan P yang cenderung lebih tinggi dari pupuk kandang lainnya. Sedangkan unsur hara kambing menunjukkan kadar hara K yang sedikit lebih besar dibandingkan dengan sapi dan ayam.

Tabel 8.2. Kandungan unsur hara pada beberapa jenis kotoran hewan

Jenis Kotoran	N (%)	P (%)	K (%)
Sapi*	2,33	0,61	1,58
Kambing**	2,10	0,66	1,97
Ayam*	3,21	3,21	1,57

Sumber :

*(Wiryanta dan Bernardius, 2002)

** (Semekto, 2006)

Pupuk kandang telah banyak digunakan baik pada tanaman pangan maupun hortikultura. Pengaplikasian pupuk kandang kambing dengan dosis 1 kg per tanaman menunjukkan jumlah daun dan bobot buah melon yang lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang itik (Ifantri & Ardiyanto, 2016). Hasil penelitian Yuniarti, Solihin and Arief Putri, (2020) menunjukkan bahwa aplikasi pupuk kandang ayam dengan dosis 10 ton ha⁻¹ dan Pupuk N,P,K 100% (300kg urea/ha, 50kg TSP/ha, dan 50kg KCl/ha) memberikan hasil terbaik pada beras hitam (*Oryza sativa* L.) dengan hasil 55,40 g/tanaman atau setara dengan 7,09 t/ha. Pupuk kandang memiliki potensi yang cukup besar untuk digunakan sebagai pupuk alam atau organik karena proses fermentasi yang lebih singkat dibandingkan dengan kompos (Widowati & Hartatik, 2015). Namun, kelemahan pupuk kandang yakni memiliki bau yang sangat menyengat meskipun telah mengalami fermentasi.



Gambar 8.3. Pengaplikasian pupuk kandang ayam sebagai pupuk dasar dalm budidaya kentang
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Pupuk Hijau

Pupuk hijau terdiri dari tanaman hijau yang ditanam secara sementara atau paruh waktu pada suatu lahan. Tanaman tersebut kemudian dicacah dan ditanam kembali ke dalam tanah untuk memperkaya nutrisi dan meningkatkan struktur tanah. Beberapa tanaman yang paling umum digunakan sebagai pupuk hijau diantaranya adalah tanaman legum atau kacang-kacangan (Gambar 8.4). Hal tersebut dikarenakan tanaman legum memiliki

kemampuan untuk melakukan fixasi nitrogen di udara melalui simbiosi dengan bakteri *Rhizobium* pada akar sehingga mampu menghasilkan nitrogen organik bagi tanah.



Gambar 8.4. Penanaman kacang tanah sebagai tanaman rotasi sekaligus pupuk hijau
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Manfaat pupuk hijau lainnya yakni melindungi tanah dari air hujan secara langsung sehingga mengurangi resiko terjadinya erosi dan pencucian tanah. Adanya tanaman legum pada lahan membantu dalam memperbaiki struktur tanah dan menghambat pertumbuhan gulma. Proses pencacahan tanaman sumber pupuk hijau dapat dilakukan dengan menggunakan alat bantu seperti bajak atau traktor sehingga hasil cacahannya dapat menyatu dengan tanah lalu dibiarkan membusuk atau terdekomposisi di dalam tanah hingga menghasilkan unsur hara pada tanah.

Penggunaan pupuk hijau memiliki beberapa kelemahan. Adapun kelemahan penggunaan pupuk hijau diantaranya adalah memerlukan waktu dan tenaga tambahan untuk kegiatan budidaya dan pemeliharaan tanaman hijau hingga proses pencacahan dan penutupan ke dalam tanah, adanya kompetisi unsur hara tertentu

bila ditanam secara tumpangsari dengan tanaman utama, dipengaruhi oleh iklim, dan adanya keterbatasan nutrisi tertentu. Selain daripada itu, biaya budidaya dan pemeliharaan juga menjadi salah satu kelemahan dalam penggunaan pupuk hijau.

Pupuk Kascing

Pupuk kascing atau disebut juga pupuk cacing atau vermikompos adalah sejenis pupuk organik yang dihasilkan melalui proses pengomposan menggunakan cacing tanah. Pupuk ini terbentuk dari sisa-sisa organik seperti daun-daunan, rerumputan, sayuran, dan bahan organik lainnya yang dicerna oleh cacing tanah dan dikembalikan ke lingkungan dalam bentuk feses cacing yang kaya nutrisi. Penggunaan Kascing mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman, kandungan unsur hara tanaman, dan kualitas buah dan biji (Olle, 2019). Gambar 8.5 merupakan contoh pupuk kascing atau vermikompos yang diperoleh dari pengolahan limbah peternakan sapi.



Gambar 8.5. Pupuk Kascing atau vermikompos hasil pengolahan limbah peternakan sapi. (Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Keuntungan penggunaan Kascing pada tanah diantaranya adalah (Sinha, Patel, Soni, & Li, 2014) :

1. Meningkatkan bahan organik tanah, struktur tanah, dan mengurangi resiko erosi
2. Meningkatkan populasi mikroorganisme yang menguntungkan bagi tanah, aktivitas mikroorganisme dan unsur hara.
3. Meningkatkan kation tukar kation tanah
4. Menurunkan bobot tanah, menghindari terjadinya pemadatan tanah
5. Menekan pertumbuhan patogen tular tanah
6. Meningkatkan kapasitas tanah dalam menahan air
7. Menurunkan salinitas dan sodisitas tanah
8. Menjaga pH optimal pada tanah

Pupuk Fosfat Alam

Pupuk fosfat alam berasal dari batuan fosfat yang dihasilkan dari endapan geologis.

8.2.2 Pupuk Buatan/ Anorganik

Pupuk sintetis adalah jenis pupuk yang diproduksi secara kimiawi, bukan berasal dari sumber alami (Santillano-Cázares *et al.*, 2022). Bahan kimia ini mengandung nutrisi penting untuk tanaman seperti nitrogen, fosfor, dan kalium, serta unsur hara lainnya. Pupuk buatan merupakan produk yang menjadi andalan bagi para petani dalam memenuhi kebutuhan unsur hara tanaman yang dibudidayakan. Hal tersebut dikarenakan pupuk buatan mudah diperoleh dan mengandung unsur hara dalam jumlah yang besar sehingga diperlukan dalam jumlah yang tidak begitu banyak. Berikut merupakan kelebihan dan kekurangan akan penggunaan pupuk buatan (Tabel 8.3)

Tabel 8.3. Kelebihan dan kekurangan penggunaan pupuk buatan

No.	Kelebihan	Kekurangan
1.	Mudah dalam menentukan jumlah pupuk sesuai dengan kebutuhan tanaman	Pengaplikasian melebihi dosis standar dan terus menerus dapat menyebabkan kerusakan tanah (degradasi lahan) dan pencemaran lingkungan (air tanah dan emisi gas rumah kaca)
2.	Mengandung Unsur hara dalam jumlah besar dengan tingkat kelarutan yang tinggi sehingga cepat tersedia bagi tanaman	Terganggunya keseimbangan nutrisi dalam tanah (rendahnya unsur hara mikro pada tanah)
3.	Mudah dalam pemakaian dan biaya angkut cenderung lebih murah	Menurunkan populasi dan keanekaragaman hayati di dalam tanah.
4.	Meningkatkan unsur hara tanah secara instan atau cepat	Biaya budidaya yang dikeluarkan oleh petani cukup besar dikarenakan harga pupuk yang sangat mahal

Berdasarkan pada kandungan unsur hara, pupuk buatan terbagi menjadi dua jenis yaitu pupuk tunggal dan pupuk majemuk. Pupuk yang memiliki satu jenis kandungan hara tanaman disebut dengan pupuk tunggal, sedangkan pupuk memiliki kandungan lebih dari satu unsur hara disebut sebagai pupuk majemuk. Pupuk tunggal biasa digunakan untuk memberikan unsur hara yang spesifik kepada tanaman saat menunjukkan gejala defisiensi hara sehingga lebih tepat sasaran dalam penggunaannya. Adapun yang termasuk kedalam pupuk tunggal adalah sebagai berikut (Purba *et al.*, 2021):

1. Pupuk Nitrogen (N)

a. Urea

Urea memiliki rumus kimia $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ dengan bentuk kristal bulat berwarna putih. Urea memiliki kadar N yang tinggi yakni 45-46% sehingga dibutuhkan dalam jumlah yang jauh lebih sedikit dibandingkan dengan pupuk alam. Namun, urea bersifat higroskopis sehingga mudah sekali menguap pada suhu ruang. Hal tersebut menjadikan urea mudah sekali hilang di dalam tanah baik melalui pencucian (*leaching*), penguapan (*volatile*), dan berubah menjadi bentuk gas (denitrifikasi).

b. Amonium Sulfat (ZA)

Amonium sulfat atau biasa dikenal dengan pupuk ZA, memiliki rumus kimia $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$, kandungan N sebesar 20,5-21%, berbentuk kristal dengan warna yang bervariasi mulai dari putih, abu-abu, kebiru-biruan, bahkan kuning tergantung dari pembuatannya. Pupuk ZA bersifat asam sehingga mampu menurunkan pH tanah jika digunakan berlebihan.

c. Amonium Sulfat Nitrat (ASN)

Pupuk amonium sulfat nitrat (ASN) adalah jenis pupuk kompleks yang mengandung nitrogen (N) dalam bentuk amonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^-), serta belerang (S). Pupuk ini mengkombinasikan beberapa nutrisi penting dalam satu produk. Rumus kimia pupuk ASN yakni $2 \text{NH}_4\text{NO}_3$, berbentuk kristal dan berwarna kuning hingga kuning kemerahan. Kadar N yang terkandung adalah 26% dengan rincian 19,5% dalam bentuk amonium dan 6,5% dalam bentuk nitrat.

2. Pupuk Fosfor (P)

a. Double Super Phosphate (DSP)

Memiliki kandungan P_2O_5 36-38% dengan rumus kimia $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$. Berbentuk tepung kasar berwarna putih

gelap atau abu-abu dan coklat muda. Bersifat larut dalam air namun secara perlahan (*slow release*).

b. *Triple Super Phosphate* (TSP)

Memiliki kadar P_2O_5 sebesar 46-48% dengan rumus kimia $Ca(H_2PO_4)_2$ (sama dengan DSP). Berbentuk butiran kecil-kecil dengan warna abu-abu. Bersifat larut dalam air dan dapat segera diserap oleh tanaman.

c. *Super Phosphate 36* (SP-36)

Memiliki kadar P_2O_5 sebesar 36% berbentuk butiran kecil-kecil dengan warna abu-abu. Bersifat larut dalam air dan dapat segera diserap oleh tanaman.

3. Pupuk Kalium (K)

a. Kalium Sulfat (ZK)

Memiliki kadar K_2O sebesar 48-52% dengan kadar Cl tidak diperkenankan melebihi 3% dan rumus kimianya yakni K_2SO_4 . Berbentuk tepung dengan warna putih. Bersifat larut dalam air dan dapat segera diserap oleh tanaman.

b. Kalium Chlorida (KCl)

Memiliki kadar K_2O sebesar 52-55% dengan rumus kimianya yakni KCl. Berbentuk butiran kecil seperti kristal berwarna merah muda atau merah. Bersifat agak higroskopis dan dapat segera diserap oleh tanaman.

c. Kalium Magnesium Sulfat ($KMgSO_4$)

Memiliki kadar K_2O sebesar 21-30% dan MgO 6-19,5% dengan rumus kimianya yakni K_2MgSO_4 . Berbentuk butiran kecil seperti kristal atau serbuk berwarna putih. Bersifat larut dalam air dan dapat segera diserap oleh tanaman.

Pupuk Majemuk

Pupuk majemuk disebut juga pupuk lengkap atau pupuk campuran adalah pupuk yang mengandung beberapa unsur hara tertentu yang dibutuhkan oleh tanaman. Pupuk ini dirancang untuk memberikan nutrisi yang lengkap dan seimbang pada tanaman dalam satu formula. Pupuk majemuk biasanya mengandung tiga makronutrien utama, yaitu nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), sering ditunjukkan dengan tiga angka pada kemasan pupuk, seperti 15-15-15. Angka-angka ini mewakili konten persentase relatif dari masing-masing elemen ini. Misalnya, pupuk 15-15-15 berarti mengandung 15% nitrogen, 15% fosfor, dan 15% kalium.

Tabel 8.4. Jenis pupuk majemuk beserta karakteristik yang dimiliki

Jenis Pupuk	Contoh Pupuk	Rumus Kimia	Kadar Hara	Sifat/ Karakteristik
Pupuk NP	Ammo-Phos	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (mono amonium fosfat)	Ammo-phos A N: 11% P_2O_5 : 48% Ammo-phos B N: 16,5% P_2O_5 : 20%	- Berbentuk butir (granula) - Berwarna abu muda - Larut dalam air - Bersifat tidak higroskopis
Pupuk NK	Kalium Nitrat	KNO_3	KNO_3 Putih N: 13% K_2O : 45% KNO_3 merah N: 15%	- berbentuk butiran kristal (prill) - Berwana putih untuk KNO_3 Putih,

Jenis Pupuk	Contoh Pupuk	Rumus Kimia	Kadar Hara	Sifat/ Karakteristik
			K_2O : 14%	sedangkan KNO_3 merah berwarna merah muda • Larut dalam air
Pupuk PK	Mono Kalium Fosfat	KPO_4	P_2O_5 : 52% K_2O : 34%	• Berbentuk butiran kristal (prill) • Berwana putih • Larut dalam air
Pupuk NPK	<i>Rustica Yellow</i>	NH_4NO_3 - $NH_4H_2PO_4$ - KCl	N: 15% P_2O_5 : 15% K_2O : 15% MgO: 0,5%	• Berbentuk butiran atau granular • Berwarna abu muda/ kuning/ kebiruan • Larut dalam air

Sumber:(Purba et al., 2021).

8.3 Berdasarkan Bentuk dan Cara Aplikasi

Klasifikasi pupuk menurut bentuk meliputi penggolongan pupuk berdasarkan ciri-ciri fisiknya, seperti kerapatan, konsistensi, dan kemudahan penggunaan. Secara umum, berdasarkan bentuknya pupuk dikategorikan menjadi pupuk padat dan cair. Pupuk berdasarkan padatan terbagi menjadi beberapa bentuk yakni granular, curah atau tepung, pelet, dan tablet. Pupuk padat memiliki tingkat kelarutan mulai dari mudah hingga sukar terlarut. Pupuk Urea dan KNO_3 merupakan contoh pupuk padat yang mudah terlarut sehingga pengaplikasiannya dapat dilakukan dengan cara dikocor (disiram) pada lubang tanam. Penggunaan pupuk cair yang umumnya dilakukan yakni dengan cara disemprotkan langsung ke daun atau melalui pengocoran setelah sebelumnya dilakukan pengenceran atau pelarutan terlebih dahulu.

Berdasarkan cara aplikasi, pupuk dapat diaplikasikan pada tanah ataupun daun tanaman yang dituju. Pupuk yang cara pengaplikasiannya dilarutkan dalam air lalu disemprotkan pada permukaan daun disebut pupuk daun. Pupuk yang diaplikasikan ke dalam tanah baik dengan cara dibenamkan maupun dikocor ke lubang tanam agar mudah diserap oleh akar tanaman disebut dengan pupuk akar. Tidak semua jenis pupuk dapat diaplikasikan dengan cara disemprotkan pada daun. Terdapat beberapa kriteria yang termasuk atau dikategorikan kedalam pupuk daun seperti:

1. Larut dalam air
2. Ukuran partikel yang halus
3. Kualitas formulasi yang tinggi (konsentrasi nutrisi tepat dan seimbang)
4. Mudah diserap oleh tanaman
5. kompatibel dengan pestisida

Pupuk daun sering digunakan untuk memberikan nutrisi tambahan pada tanaman, khususnya ketika tanaman mengalami defisiensi nutrisi atau memerlukan pemulihan cepat setelah stres.

Meskipun demikian, pengaplikasian pupuk daun harus mengikuti dosis anjuran karena dapat berdampak negatif terhadap tanaman bila diberikan secara berlebih.

8.4 Berdasarkan Kadar Unsur Hara

Berdasarkan kadar hara yang terkandung, pupuk digolongkan menjadi 3 kategori yakni berkadar tinggi, sedang, dan rendah. Klasifikasi ini memberikan gambaran tentang konsentrasi unsur hara utama yang terkandung dalam pupuk. Berikut adalah penggolongan pupuk berdasarkan kadar hara (Purba et al., 2021):

1. Kadar Hara Tinggi

Pupuk ini mengandung unsur hara dalam jumlah yang tinggi yaitu lebih dari 30%. Pupuk dengan kandungan hara yang tinggi biasanya digunakan pada saat tanaman membutuhkan pasokan hara yang cepat dan banyak atau pada kondisi tanah yang sangat miskin unsur hara. Beberapa contoh pupuk yang termasuk pada kategori ini adalah Urea dengan kandungan hara 45-46% N, TSP 46% P_2O_5 dan KCl 55-60% K_2O .

2. Kadar Hara Sedang

Kriteria yang termasuk kedalam pupuk berkadar hara sedang memiliki kandungan hara 20 – 30%. Beberapa contoh pupuk yang termasuk dalam kategori ini yaitu ZA (Amonium Sulfat) dengan 20,5% N dan NH_4Cl (Amonium Chlorida) dengan 25% N.

3. Kadar Hara Rendah

Pada kategori pupuk dengan hara rendah, unsur hara yang terkandung lebih kecil dari 20%. Contoh pupuk yang termasuk pada kategori ini adalah pupuk Fused Magnesium Fosfat dengan kadar P_2O_5 sebesar 19%.

8.5 Berdasarkan Kelarutan

Berdasarkan tingkat kelarutan, pupuk digolongkan menjadi 3 kategori yakni larut dalam air, asam sitrat, dan asam kuat. Klasifikasi ini memberikan gambaran tentang kemampuan pupuk dalam melarutkan unsur hara yang terkandung. Berikut adalah penggolongan pupuk berdasarkan kelarutannya (Singh, 2022):

1. Larut oleh air

Pupuk larut air adalah pupuk yang mudah larut dalam air, membentuk larutan homogen. Hal ini memungkinkan pupuk mudah larut dalam air dan diserap oleh tanaman. Contoh pupuk yang larut dalam air adalah pupuk nitrogen seperti urea, amonium nitrat, dan kalium nitrat.

2. Larut oleh asam sitrat

Beberapa pupuk mungkin tidak larut dalam air, tetapi larut dalam asam sitrat. Asam sitrat digunakan sebagai pengganti air dalam uji kelarutan karena sifatnya yang cukup asam. Pupuk yang larut dalam asam sitrat lebih mampu menyediakan unsur hara pada tanah yang asam atau ber-pH rendah. Contoh pupuk yang larut dalam asam sitrat antara lain Amonium sitrat dan Fused Magnesium Phosphate.

3. Larut oleh asam kuat

Beberapa pupuk memiliki kelarutan yang sangat rendah dalam air atau asam sitrat, tetapi larut dalam asam kuat. Pupuk jenis ini sering digunakan pada lahan dengan pH masam hingga sangat masam seperti lahan gambut. Contoh pupuk larut asam kuat termasuk pupuk jejak seperti fosfat alam.

8.6 Pupuk Lepas Lambat (*Slow Release Fertilizer*)

Teknologi pemupukan terus dikembangkan guna meningkatkan efektivitas dan efisiensi pupuk yang digunakan. Teknologi pupuk yang saat ini telah banyak diteliti serta

dikembangkan salah satunya adalah pupuk lepas lambat. Pupuk lepas lambat adalah pupuk yang dirancang untuk melepaskan unsur hara ke dalam tanah secara bertahap dalam jangka waktu yang lebih lama. Pupuk lepas lambat biasanya mengandung aditif yang mengontrol laju pelepasan nutrisi, seperti pengikat atau pelindung yang membantu melindungi nutrisi dari degradasi atau kehilangan lingkungan, seperti pergerakan tanah, air, suhu, dan aktivitas mikroba dalam pupuk tanah.

Pupuk UZAAKH merupakan modifikasi pupuk Urea yang dikombinasikan dengan beberapa bahan alam seperti zeolit, arang aktif, kompos dan agen hayati yang mampu melepaskan unsur nitrogen secara perlahan sekaligus mengikat logam berat dalam tanah (Permana, Arifin, & Sudirja, 2018). Pupuk lepas lambat biasanya berbentuk granul ataupun tablet yang tidak mudah larut oleh air (Gambar 9.6). Pengaplikasian pupuk UZAAKH pada tanah sawah tercemar logam Cr (*chromium*) mampu meningkatkan pH tanah dan menurunkan kelarutan logam Cr pada tanah dan tanaman (Sudirja, Permana, & Rosniawaty, 2019).



Gambar 8.6. Pupuk UZAAKH berbentuk granul
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., Ullah, M., Jamil, M., Akram, M., & Haq, A. U. L. 2022. *Effectiveness of Compost , Potassium Humate , and Inorganic Effectiveness of Compost , Potassium Humate , and Inorganic Fertilizers on Maize Growth*. (May).
- FAO. 2016. *A Scheme and Training manual on Goo Agricultural Practices (GAP) For Fruits and Vegetables* (Volume 1). Bangkok.
- Husnain, A., Kasno, S., & Rochayati. 2016. Pengelolaan Hara dan Teknologi Pemupukan Mendukung Swasembada Pangan di Indonesia Role of Inorganic Fertilizer in Supporting Indonesian Food Self Sufficiency. *Sumberdaya Lahan*, 10(1), 25–36.
- Ifantri, J., & Ardiyanto. 2016. *Pengaruh Jumlah Daun Dan Jenis Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Melon (Cucumis melo L.)*. 1–14.
- Kurniati, I. D., Setiawan, R., Rohmani, A., Lahdji, A., Tajally, A., Ratnaningrum, K., ... Wahab, Z. 2015. *Buku Ajar: Kesuburan Tanah dan Pemupukan*.
- Leimona, B., Amaruzaman, S., Arifin, B., Yasmin, F., Hasan, F., Agusta, H., ... Frias, J. 2015. *Indonesia ' s ' Green Agriculture ' Strategies and Policies : Closing the Gap between Aspirations and Application*. World Agroforestry Centre.
- Olle, M. 2019. Review: Vermicompost, its importance and benefit in agriculture. *Agraarteadus*, 30(2), 93–98. <https://doi.org/10.15159/jas.19.19>
- Paat, F. J. 2022. *Klasifikasi pupuk*. (June).
- Permana, I., Arifin, M., & Sudirja, R. 2018. Aplikasi Berbagai Dosis Pupuk UZAAKH dalam Menurunkan Kelarutan Logam Cr pada Tanah Sawah Tercemar Limbah Tekstil. *Soil Rens: Jurnal Ilmiah Lingkungan Tanah Pertanian*, 16(1), 20–26. <https://doi.org/10.24198/soilrens.v16i1.18318>

- Permana, I., Yuliyani, L., Rahmatullah, P., & Ardiansyah, I. 2023. Potential of Compost and Bio Fertilizer Combination in Improving Growth and Yield of Red Curly Chili. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(3), 91–101. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.29303/jbt.v23i3.5005>
- Purba, T., Situmeang, R., & Rohman, H. F. 2021. Pemupukan dan Teknologi Pemupukan. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.
- Santillano-Cázares, J., Turmel, M. S., Cárdenas-Castañeda, M. E., Mendoza-Pérez, S., Limón-Ortega, A., Paredes-Melesio, R., ... Ortiz-Monasterio, I. 2022. Can Biofertilizers Reduce Synthetic Fertilizer Application Rates in Cereal Production in Mexico? *Agronomy*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/agronomy12010080>
- Singh, A. K. 2022. *Classification , composition and properties of major phosphatic and potassic fertilizers*. (April 2021).
- Sinha, R. K., Patel, U., Soni, B. K., & Li, Z. 2014. wastes and wastewaters , remediation of contaminated soils and mitigation of global warming: A review. *Journal of Environment and Waste Management*, 1(1), 11–25.
- Stentiford, E., & de Bertoldi, M. 2010. Composting: Process. *Solid Waste Technology & Management*, 2, 513–532. <https://doi.org/10.1002/9780470666883.ch34>
- Sudirja, R., Permana, I., & Rosniawaty, S. 2019. Bio agent added organomineral nitrogen fertilizer for heavy metal contaminated paddy field treatment. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 393(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/393/1/012028>
- Widowati, L. R., & Hartatik, W. 2015. Pupuk Kandang. *Pupuk Organik Dan Pupuk Hayati*, 59–82.

Yuniarti, A., Solihin, E., & Arief Putri, A. T. 2020. Aplikasi pupuk organik dan N, P, K terhadap pH tanah, P-tersedia, serapan P, dan hasil padi hitam (*Oryza sativa* L.) pada inceptisol. *Kultivasi*, 19(1), 1040. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v19i1.24563>

BAB 9

WAKTU DAN CARA PEMUPUKAN

Oleh Fadil Rohman

9.1 Pendahuluan

Waktu dan cara aplikasi pupuk (pupuk organik atau pupuk anorganik) merupakan komponen penting dari praktik pertanian yang baik. Jumlah dan waktu penyerapan unsur hara tergantung pada berbagai faktor, seperti genetika tanaman, tanggal tanam, rotasi tanaman, kondisi tanah dan iklim. Dalam rangka menghasilkan produk pertanian yang baik, petani mempertimbangkan waktu dan cara pemupukan agar unsur hara yang terkandung dalam pupuk yang telah diberikan dapat terserap oleh tanaman secara efektif.

Untuk efisiensi penggunaan tanaman yang optimal dan potensi pencemaran lingkungan yang minimum, petani harus melakukan pemupukan sedekat mungkin dengan waktu tanaman membutuhkan nutrisi tersebut. Hal ini sangat penting untuk unsur hara yang *mobile* seperti nitrogen yang dapat dengan mudah mengalami pencucian dari tanah jika tidak diserap oleh akar tanaman. Salah satu permasalahan aplikasi pupuk urea adalah kehilangan unsur nitrogen yang dapat terjadi melalui emisi amoniak ke udara. Pupuk harus segera dibenamkan ke dalam tanah setelah aplikasi, terutama jika tidak ada air hujan atau air irigasi yang masuk ke dalam tanah. Selain itu, ketika curah hujan sangat tinggi, pupuk juga harus segera dibenamkan ke dalam tanah untuk menghindari kehilangan unsur hara akibat limpasan permukaan (*surface run off*) dan erosi.

Pemupukan dapat dilakukan dengan berbagai metode. Pemupukan yang dilakukan dengan tangan, perlu diperhatikan

secara teliti agar unsur hara terdistribusi secara merata dengan takaran yang tepat. Pemupukan yang dilakukan dengan peralatan harus disesuaikan untuk memastikan penyebaran yang seragam dan takaran yang benar. Adapun beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan pemupukan antara lain ketersediaan nutrisi dari dalam tanah, jumlah nutrisi yang terkandung dalam pupuk, kebutuhan nutrisi tanaman pada setiap fase pertumbuhan, waktu aplikasi, cara aplikasi, interaksi antara tanah dan pupuk, residu yang ditimbulkan dan biaya yang diperlukan.

9.2 Waktu Pemupukan

Pemupukan perlu diberikan pada waktu yang tepat yang didasarkan pada sifat-sifat pupuk dan fase pertumbuhan tanaman. Pupuk yang mengandung unsur hara yang cepat larut, pemberiannya dilakukan secara bertahap, misalnya pupuk urea yang mengandung unsur nitrogen (N) dan pupuk KCl yang mengandung unsur kalium (K). Sedangkan pupuk yang mengandung unsur hara yang lambat larut, dapat diberikan sekaligus pada satu waktu, misalnya pupuk SP36 dan TSP yang mengandung unsur fosfor (P). Secara garis besar, berdasarkan waktu pemberiannya, pemupukan dibedakan menjadi pemupukan sebelum pengolahan tanah, pemupukan dasar dan pemupukan susulan.

9.2.1 Pemupukan Sebelum Pengolahan Tanah

Pemupukan sebelum pengolahan tanah dapat dilakukan dengan mengaplikasikan pupuk organik dan pembenah tanah. Ada tiga jenis pembenah tanah yang banyak dikenal yaitu *soil conditioner*, *soil ameliorant* dan *soil decomposer*. *Soil conditioner* digunakan untuk memperbaiki sifat fisik tanah. *Soil ameliorant* bermanfaat untuk memperbaiki sifat kimia tanah. *Soil decomposer* diaplikasikan untuk memperbaiki sifat biologi tanah.

9.2.2 Pemupukan Dasar

Pemupukan dasar merupakan pemberian pupuk yang diberikan pada saat pengolahan tanah atau awal tanam. Pemupukan dasar dilakukan untuk menyiapkan sifat fisik, kimia dan biologi tanah yang dapat mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pemupukan dasar dapat menggunakan pupuk organik maupun pupuk anorganik. Pupuk organik yang digunakan dapat berupa kompos sisa-sisa tanaman maupun pupuk kandang dari kotoran ternak, seperti ayam dan sapi. Pupuk yang diberikan biasanya bersifat *slow release* atau memiliki reaksi yang lambat di tanah untuk tersedia bagi tanaman. Pemberian pupuk kandang ayam pada 8 minggu menjelang tanam (MMT) menghasilkan tanaman kubis dengan pertumbuhan dan perkembangan lebih baik dibandingkan dengan pemberian pupuk kandang ayam pada 4 MMT (Tabel 9.1). Dari beberapa jenis pupuk organik, pupuk kandang ayam mengandung unsur hara makro dan mikro yang lebih tinggi sehingga sangat efektif digunakan sebagai pupuk dasar tanaman cabai dalam meningkatkan produksi (Tabel 9.2).

Tabel 9.1. Tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun dan bobot kering tanaman kubis pada beberap dosis dan waktu pemberian pupuk kandang ayam

Dosis dan waktu aplikasi pupuk kandang ayam	Jumlah daun (cm ²)	Diameter bunga (cm)	Bobot bunga (ton/ha)
Kontrol	9.85 d	10.88 d	7.52 d
15 ton/ha pada 4 MMT	10.25 cd	11.73 c	8.01 cd
15 ton/ha pada 8 MMT	10.55 c	12.16 bc	8.22 cd
20 ton/ha pada 4 MMT	10.60 c	12.23 bc	8.39 cd
20 ton/ha pada 8 MMT	11.25 b	12.40 bc	8.89 bc

Dosis dan waktu aplikasi pupuk kandang ayam	Jumlah daun (cm²)	Diameter bunga (cm)	Bobot bunga (ton/ha)
25 ton/ha pada 4 MMT	11.45 b	12.87 ab	9.77 b
25 ton/ha pada 8 MMT	11.90 a	13.36 a	11.34 a

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%.

Sumber: Pambudi et al. (2020).

Tabel 9.2. Umur berbunga, umur panen, bobot buah dan jumlah buah tanaman cabai pada beberapa jenis pupuk dasar

Pupuk Dasar	Umur berbunga (hari)	Umur panen (hari)	Bobot buah per tanaman (g)	Jumlah buah per tanaman (buah)
Kompos jerami	50.33 ab	96.44	45.33 ab	15.31 a
Pupuk kandang sapi	46.99 b	94.11	35.33 bc	10.36 b
Pupuk kandang ayam	45.44 b	91.00	49.96 a	16.07 a
Pupuk kimia	52.22 a	98.00	23.45 c	7.27 b

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji BNJ pada taraf 5%.

Sumber: Karjunita dan Kuswandi (2021).

9.2.3 Pemupukan Susulan

Pemupukan susulan diberikan pada saat tanaman sudah ditanam pada suatu media tumbuh untuk memenuhi kebutuhan nutrisi selama masa pertumbuhan. Pemberian unsur N dan K biasanya dilakukan secara bertahap berdasarkan fase pertumbuhan suatu tanaman untuk meningkatkan efisiensi pemupukan. Oleh karena itu, waktu pemupukan susulan pada setiap komoditas tanaman berbeda-beda seperti yang tercantum pada Tabel 9.3.

Tabel 9.3. Pemupukan susulan unsur N, P dan K beberapa komoditas tanaman

Tanaman	Fase Tumbuh	Umur (HST) ^a	Dosis Unsur (kg/ha) ^b		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Padi ^[1]	Vegetatif awal	0 – 14	23 – 46	30 – 45	30
	Anakan aktif	21 – 28	23 – 46	-	-
	Primordia	35 – 50	23 – 46	-	30
Kedelai ^[2]	Vegetatif	10	37 – 56	14 – 37	63 – 88
	Generatif	30	16 – 24	-	17 – 38
Jagung ^[3]	Vegetatif	10 – 15	161	36 – 54	30 – 60
Semangka ^[4]	Vegetatif	15	4	0.8	2.2
	Generatif awal hingga 14 hari sebelum panen	20, 25, 30, 35, 40, 45	@ 5.3	@ 1	@ 2.9
Melon ^[5]	Vegetatif	5	8	8	8
	Vegetatif	12	9.6	9.6	9.6
	Menjelang berbunga	20	9.6	9.6	9.6
	Berbunga	30	9.6	9.6	9.6
	Pengisian buah	37	9.6	9.6	9.6
Tomat ^[6]	Vegetatif awal (25 – 30 HSS)	0	46	90	30
	Generatif	25 – 30	46	-	30

Keterangan: ^a = bergantung pada kultivar; ^b = bergantung pada kesuburan tanah, HSS = hari setelah semai

Sumber: [1] Kementerian Pertanian (2011); [2] Permadi dan Haryati (2015); [3] Kementerian Pertanian (2020) dan Universitas Negeri Makasar (2021); [4] Kementerian Pertanian (2011b); [5] Dinas Pertanian Kabupaten Sragen (2009); [6] Mugiyanto dan Nugroho (2016)

9.3 Cara Pemupukan Bentuk Padat

9.3.1 Sebar

Pemberian pupuk dapat dilakukan dengan cara disebar menggunakan tangan secara merata ke seluruh permukaan lahan. Cara ini sangat cocok untuk diaplikasikan pada beberapa kondisi, yaitu tanaman dengan jarak tanam yang teratur, perakaran tanaman dangkal, pupuk diberikan dalam jumlah yang besar dan pupuk mudah larut. Metode pemupukan ini harus dilakukan secara hati-hati, yaitu pupuk jangan sampai terkena daun secara langsung karena dapat menimbulkan luka seperti terbakar pada daun. Kelemahan dari metode pemupukan ini adalah dapat merangsang pertumbuhan gulma di seluruh lahan budidaya.

Tujuan penyebaran pupuk pada pemupukan dasar yang dilakukan pada saat pengolahan tanah atau penanaman adalah untuk mendistribusikan dan mencampur pupuk secara merata dengan sebagian atau seluruh lapisan olah tanah. Hal ini harus dilakukan dengan berbagai pertimbangan berdasarkan status kesuburan tanah dan jenis pupuk. Pupuk N seperti amonium sulfat dan amonium sulfat nitrat dan pupuk K seperti KCl harus diaplikasikan pada tanah yang kekurangan atau kehabisan N dan K, misalnya karena budidaya tanaman sebelumnya. Pada tanah masam, P mudah terikat oleh Fe dan Al, sehingga pupuk P yang cocok adalah pupuk fosfat terlarut asam sitrat seperti kerak baja yang mengandung 14-18% P_2O_5 dan dicalcium phosphate/DCP ($CaHPO_4$) yang mengandung 39% P_2O_5 .

9.3.2 Penempatan

Pemupukan dapat dilakukan dengan memberikan pupuk di tanah pada tempat tertentu dengan mempertimbangkan posisi benih atau tanaman. Cara pemupukan ini direkomendasikan bila jumlah pupuk yang diberikan sedikit, perkembangan sistem perakaran buruk dan tanah memiliki tingkat kesuburan yang rendah. Penempatan pupuk dapat dilakukan pada:

1. Alur Bajak (*Plow Sole Placement*)

Pupuk ditempatkan dan dibenamkan di bagian bawah alur bajak secara terus menerus selama proses pembajakan. Pupuk ditempatkan di tanah yang lembab agar dapat menyediakan nutrisi untuk tanaman selama musim kemarau. Metode ini cocok untuk daerah di mana tanah menjadi sangat kering hingga beberapa cm di bawah permukaan tanah dan tanah yang memiliki lapisan tanah liat yang berat tepat di bawah lapisan tapak bajak.

2. Tanah Lapisan Dalam (*Deep Placement*)

Pupuk seperti amonium sulfat dan urea, ditempatkan di zona reduksi seperti di lahan sawah, sehingga nitrogen tetap dalam bentuk amonia dan tersedia untuk tanaman selama masa vegetatif aktif. Hal ini memastikan distribusi yang lebih baik di zona akar, dan mencegah hilangnya limpasan permukaan (*surface run off*). Metode ini dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu pada jalur irigasi dan lapisan *sub soil*.

- a) Jalur Irigasi

Pupuk dibenamkan di bawah alur bajak untuk jalur irigasi sebelum lahan atau sawah digenangi.

- b) Lapisan *Sub Soil*

Pupuk dibenamkan pada lapisan *sub soil* dengan bantuan alat berat. Cara ini cocok diterapkan pada daerah yang lembab dimana lapisan *sub soil* tanahnya sangat asam, sehingga nutrisi tanaman yang tersedia

sangat rendah. Pupuk fosfat dan kalium dapat diberikan dengan metode ini untuk perkembangan akar yang lebih baik.

3. Lubang (*Spot Placement*)

Pupuk ditempatkan dan ditanamkan pada lubang yang dibuat di salah satu atau beberapa sisi tanaman dengan jarak dan kedalaman tertentu. Lubang tempat pupuk dapat dibuat dengan menggunakan tugal. Metode pemupukan ini memiliki kelemahan yaitu memerlukan waktu yang cukup lama karena harus menakar jumlah pupuk yang diberikan untuk setiap lubang.

4. Antar Barisan/Larikan (*Row Placement*)

Pupuk diberikan di antar barisan tanaman atau di sepanjang larikan antar bedengan. Metode ini biasanya digunakan pada budidaya tanaman semusim.

5. Keliling Tanaman (*Circular Placement*)

Pupuk diberikan di sekeliling tanaman secara melingkar pada alur yang sudah dibuat. Jarak alur tempat pupuk adalah sepanjang daerah yang tegak lurus dengan tajuk atau kanopi tanaman. Setelah diberikan, pupuk dapat ditutup dengan tanah dan seresah-seresah tanaman. Metode ini biasanya digunakan pada budidaya tanaman tahunan.

9.4 Cara Pemupukan Bentuk Cair/Larutan

9.4.1 Larutan Starter

Pemberian pupuk dilakukan dengan membuat larutan N, P_2O_5 dan K_2O dengan perbandingan tertentu, misalnya 1:2:1 dan 1:1:2 pada tanaman muda pada saat pindah tanam, khususnya untuk tanaman sayuran. Larutan starter membantu mempercepat pertumbuhan bibit.

9.4.2 Pupuk Daun (*Foliar Application*)

Pemupukan dilakukan dengan penyemprotan larutan pupuk yang mengandung satu atau lebih nutrisi pada permukaan daun tanaman. Beberapa unsur hara mikro mudah diserap oleh daun ketika dilarutkan dalam air, seperti besi (Fe), tembaga (Cu), boron (Bo), seng (Zn) dan mangan (Mn). Konsentrasi larutan pupuk harus diperhatikan agar tidak menimbulkan kerusakan serius yang dapat terjadi seperti munculnya luka seperti terbakar pada daun.

9.4.3 Fertigasi

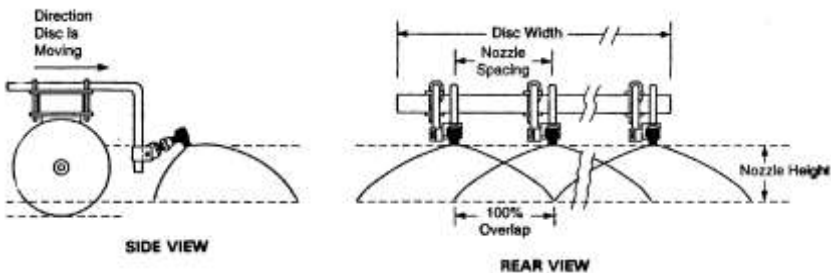
Pemupukan dilakukan bersamaan dengan penyiraman dalam bentuk larutan air nutrisi. Teknis fertigasi bisa dilakukan dengan sistem irigasi tetes (*drip irrigation system*) sehingga fertigasi bisa merata serta menghemat tenaga dan waktu (dalam waktu singkat bisa menyiram tanaman dalam jumlah yang banyak). Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, antara lain:

1. Kualitas air (sumber air/sumur/mata air), harus bersih dan bebas dari penyakit/kimia.
2. Kualitas pupuk/nutrisi (komposisi hara harus sesuai dengan kebutuhan tanaman, pupuk yang dipakai mempunyai kemampuan larut 100 %).
3. Waktu, volume dan frekuensi fertigasi.
4. Konsentrasi air nutrisi
5. pH air nutrisi

Nilai konsentrasi (jumlah pupuk yang larut dalam air) dan nilai pH (tingkat keasaman) suatu larutan sangatlah penting sebab akan menunjukkan berapa banyak unsur hara yang tersedia bagi tanaman. Konsentrasi yang diberikan harus disesuaikan dengan fase pertumbuhan tanaman.

9.4.4 Injeksi Ke Dalam Tanah

Pupuk cair untuk injeksi ke dalam tanah dapat berupa jenis tekanan atau non-tekanan. Larutan non-tekanan dapat diterapkan baik di permukaan atau di alur dengan ukuran dan kedalaman tertentu untuk mencegah kehilangan nutrisi. Amonia anhidrat harus ditempatkan di alur sempit pada kedalaman 12-15 cm dan segera ditutup untuk mencegah hilangnya unsur N. Amonia dapat dengan cepat menguap, tetapi dapat ditangkap oleh beberapa komponen di dalam tanah termasuk air, liat, dan mineral lainnya. Peralatan injeksi amoniak anhidrat terdiri dari traktor, tangki bertekanan berisi amoniak anhidrat, sistem pengukur, manifold, dan pisau injeksi. Komponen penting dari sistem injeksi adalah sistem pengukur dan pisau injeksi. Sistem pengukur mengontrol distribusi pupuk secara proporsional dengan kecepatan traktor. Kedalaman injeksi antara 10 hingga 25 cm di bawah permukaan tanah, bergantung pada jenis tanah, kondisi tanah, dan jarak pisau injeksi. Gambar 9.1 menunjukkan trailer sederhana yang digunakan untuk menginjeksi amonia anhidrat dan pupuk cair.



Gambar 9.1. Tampilan samping dan belakang dari sistem nosel semprot yang digunakan untuk injeksi pupuk cair
(Sumber : United States Environmental Protection Agency, 1995)

DAFTAR PUSTAKA

- Dinas Pertanian Kabupaten Sragen. 2009. *Standar Operasional Prosedur (SOP) Melon Kabupaten Sragen*. Sragen: Pemerintah Kabupaten Sragen Dinas Pertanian.
- Karjunita, N. and Kuswandi, K. 2021. 'No Title', *Jurnal Pembangunan Nagari*, 6(2), p. 203. Available at: <https://doi.org/10.30559/jpn.v6i2.268>.
- Kementerian Pertanian. 2011a. *Prosedur Operasional Standar (POS) Budidaya Padi Sawah.pdf*. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Kementerian Pertanian. 2011b. *Standard Operating Procedure (SOP) Semangka Berbiji Lombok Tengah.pdf*. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Kementerian Pertanian. 2020. *Rekomendasi Padi, Jagung dan Kedelai pada Lahan Sawah (Per Kecamatan)*. Buku II: J. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Mugiyanto and Nugroho, H. 2016. *Budidaya Tomat*. Jambi: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Instalasi Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian Kotabaru Jambi.
- Pambudi, D.R., Purnamasari, R.T. and Pratiwi, S.H. 2020. 'Efek pemberian pupuk kandang ayam dan waktu aplikasi terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kubis bunga (*Brassica oleracea* L.)', *Jurnal Agroteknologi Merdeka Pasuruan*, 4(1), pp. 19–24.
- Permadi, K. and Haryati, Y. 2015. 'Pemberian pupuk N, P, dan K berdasarkan pengelolaan hara spesifik lokasi untuk meningkatkan produktivitas kedelai', *Agrotrop: Journal on Agriculture Science*, 5(1), pp. 1–8.
- United States Environmental Protection Agency. 1995. *Compilation of Air Pollutant Emission Factors. Volume I: Stationary Point And Area Sources*. Fifth. Durham: Research Triangle Park. Available at: <https://www.epa.gov>.

Universitas Negeri Makasar. 2021. *Teknologi Budidaya Tanaman Jagung (Zea mays) dan Sorgum (Sorghum bicolor L. Moench)*. Makassar: Penerbit Jurusan Biologi FMIPA UNM.

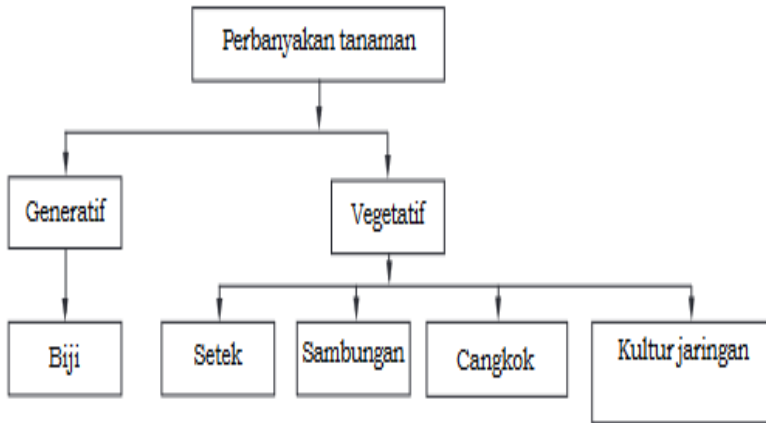
BAB 10

PERBANYAKAN TANAMAN

Oleh Josina Irene Brigetha Hutubessy

10.1 Pendahuluan

Perbanyakan tanaman merupakan cara proses perkembangbiakan untuk menghasilkan tanaman yang baru. Secara teknis perbanyakan tanaman digolongkan menjadi dua yaitu : perbanyakan generatif dan perbanyakan vegetatif (Luta, 2022). Perbanyakan generatif/perbanyakan secara kawin/perbanyakan seksual, merupakan perbanyakan dengan cara pengadaan benih tanaman (biji). Sedangkan perbanyakan vegetatif/ tak kawin/ perbanyakan aseksual, merupakan perbanyakan dengan menggunakan bagian-bagian vegetatif tanaman (akar, batang, daun). Bagian vegetatif ini merupakan bagian sel / jaringan tanaman yang memiliki kemampuan menumbuhkan kembali (regenerasi) untuk menjadi tanaman yang baru. Setiap tanaman memiliki cara perbanyakan yang berbeda dengan tanaman lainnya. Untuk keberhasilan cara pembiakan faktor- faktor yang mempengaruhi antara lain : iklim (hujan, udara, kelembaban dll), bahan tanaman, cahaya, air, unsur hara dan faktor gangguan hama.



Gambar 10.1. Skema Beberapa Teknik Perbanyakan Tanaman
(Limbongan J, 2012)

10.2 Perbanyakan Tanaman Secara Seksual

Perbanyakan secara seksual/ generatif melibatkan organ tanaman berupa biji. Biji merupakan bagian tanaman yang terbentuk setelah terjadinya proses fertilisasi, suatu proses peleburan gamet jantan dan betina. Peranan biji menjadi penting dalam perbanyakan karena adanya embrio. Pengembangbiakan tanaman secara generatif adalah metode perbanyakan tanaman melalui proses perkawinan antara dua tanaman induk melalui organ bunga pada salah satu induk, yang kemudian terjadi penyerbukan hingga menghasilkan buah dengan kandungan biji di dalamnya (Kurniawan and Fatmawati, 2019). Penyerbukan atau penyatuan benang sari / serbuk sari (jantan) dan putik. Sel telur (betina) akan menghasilkan biji. Biji terdiri dari tiga bagian : 1) kulit biji (pelindung biji), 2) endosperma (cadangan makanan) dan 3) embrio (calon tanaman). Biji mulai berkecambah ketika biji sudah dewasa dan berada paada lingkungan yang sesuai.

Terdapat dua tipe pembiakan secara seksual/generative yaitu :

1. Isogami : penyatuan dua gamet yang secara morfologis tidak berbeda
2. Heterogami : Perkembangbiakan yang mempertemukan 2 buah sel kelamin yang berbeda, baik bentuk, ukuran, maupun tingkah lakunya

Perbanyakan tanaman dengan biji (generatif) yang digunakan untuk batang bawah disaat okulasi atau penyambungan sebagai batang atas (batang atas biasanya dari jenis tanaman unggul). (Chaniago *et al.*, 2021). Perbanyakan dengan biji /benih dilakukan karena lebih praktis dan mudah dan salah satu cara untuk jenis tanaman tertentu.

Keuntungan dari perbanyakan generatif (Dewi, Handayani and Rosnina, 2016), diantaranya adalah :

1. Sistem perakaran intensif dan kuat, dengan perakarang yang kuat seringkali digunakan sebagai batang bawah untuk melakukan sambung pucuk.
2. Masa produktif lebih lama dan produktivitas lebih tinggi,
3. Lebih mudah diperbanyak dan dapat menghasilkan tanaman baru yang banyak,
4. Lebih tahan terhadap penyakit yang berasal dari tanah, tetapi masih resiko penyakit penyerang dari biji/benih

Sedangkan kerugian dari perbanyakan generatif (Gunawan, 2014) diantaranya adalah :

1. Pertumbuhan tanaman relatif sangat lambat atau rendah
2. Hasil anakan berbeda dengan induknya
3. Masa pembungaan lama dan berbuah



Gambar 10.2. Persemaian biji/benih (I Gde Adi Suryawan Wangiyana, 2018)

10.3 Perbanyakan Secara Aseksual

Perbanyakan secara Aseksual/vegetatif menggunakan bagian tanaman (akar, batang dan daun). Untuk perbanyakan vegetative ada istilah perbanyakan vegetative buatan karena dilakukan dengan campur tangan manusia dengan upaya untuk mendapatkan tanaman yang baru pada tanaman jenis-jenis tertentu.

Ada beberapa alasan kenapa dilakukan perbanyakan secara vegetatif, (Luta, 2022) yaitu :

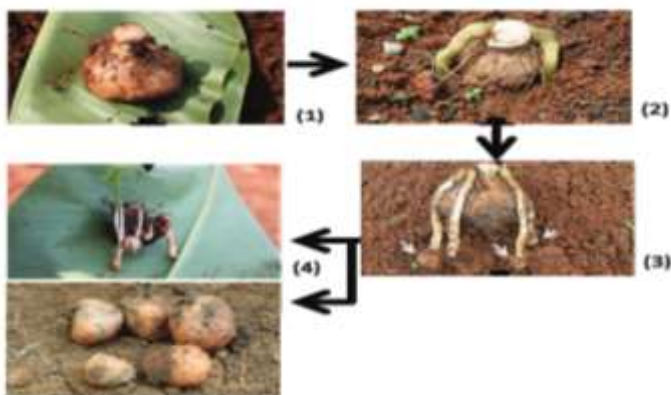
1. Menghasilkan biji sedikit dan ada yang tidak memiliki biji
2. Perkecambahan dari biji sangat sulit / sukar
3. Tanaman akan lebih cepat berbunga dan berbuah
4. Ada jenis-jenis tanaman tertentu lebih tahan terhadap hama dan penyakit khususnya terserang dari akar
5. Hasil persambungan tanaman lebih
6. Perkembangbiakan secara vegetative lebih ekonomis

Perbanyakan secara vegetative memiliki keuntungan Antara lain : 1) sifat sama dengan induk, 2) lebih cepat berbuah, 3)

tumbuh didaerah lapisan tanah dangkal, 4) biaya murah dan kelemahannya antara lain : 1) tanaman induk rusak karena menggabil beberapa bagian tanaman, 2) akar tidak kuat .

Perbanyakan vegetatif dibagi menjadi tiga yaitu :

1. Vegetatif alamiah, perbanyakan yang terjadi dengan sendirinya.
 - a. Anakan contoh tanaman hias *sansivera*
 - b. *Rhizome* / rimpang dahan yang berbentuk tabung yang tumbuh lateral dalam tanah, dapat berdaging, dapat pula ramping, dan pada umumnya kaya akan simpanan makanan. contoh : jahe, kunyit, lengkuas
 - c. 1) Umbi lapis (*bulb*) dengan ciri-ciri batang pendek, tebal, mempunyai lembaran-lembaran daging dan bersisik, contoh tanaman bawang, 2) umbi batang (*tuber*) contoh : tanaman talas dan kentang, 3) umbi akar, akar membesar berisis cadangan makanan, ciri-ciri tidak berua-ruas, tidak memiliki mata tunas. Tidak memiliki daun dan kuncup, umbinya didalam tanah, contoh tanaman wortel dan lobak.



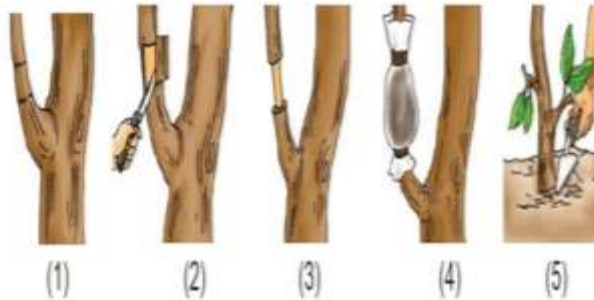
Gambar 10.3. Tahap pola pertumbuhan taka asal umbi empu. (1) pertumbuhan tunas, (2) pertumbuhan stolon, (3) pembentukan umbi, (4) pertumbuhan tajuk tanaman (Wawo, Lestari and Utami, 2015)

- d. *Stolon* /Geragih adalah batang ramping yang tumbuh keluar dari ketiak daun pada dasar tajuk dan menjalar sepanjang permukaan tanah.
2. Vegetatif buatan, perbanyakan yang dilakukan dengan bantuan manusia untuk mendapatkan tanaman yang baru.
 - a. Stek (*cutting/stuk*) adalah merupakan potongan tanaman yang ditumbuhkan menjadikan tanaman baru (Anwar *et al.*, 2019). 1) stek batang dengan cara memotong batang dan ditanam kedalam tanah, stek batang paling banyak digunakan dalam perbanyakan tanaman secara vegetative. contohnya stek batang singkong, tebu, 2) stek daun biasanya pada tanaman hias contohnya tanaman cocor bebek, begonia, dan 3) stek akar Salah satu penelitian pada perbanyakan tanaman lada menggunakan stek dengan sulur panjang dapat menghasilkan pertumbuhan akar dan tunas untuk memicu pertumbuhan stek lada (Nengsih, Marpaung and ., 2016)



Gambar 10.4. Stek (Sudomo, Rohandi and Mindawati, 2013)

- b. Cangkok, dengan tujuan memiliki sifat yang sama dengan induknya. Tanaman yang digunakan adalah yang mempunyai kambium dan berbatang kayu yang dilakukan adalah : menghilangkan kambium dengan cara menyayat batang sepanjang 5 – 10 cm. Salah contoh : mencangkok pada batang manga, ketika akarnya sudah tumbuh makan batang/ dahang tersebut dipotong untuk ditanaman.



Gambar 10.5. Langkah-langkah mencangkok pada tanaman manga (1) Cabang yang akan digunakan (2) Kulit batang dikupas (5 – 10 cm), (3) bersihkan kambium sampai bersih, (4) bungkus cangkakan (5) bibit cangkok. <https://bibitbunga.com/cara-mencangkok-pohon-mangga-yang-baik-dan-benar/>

- c. Merunduk, merunduk (*layerage*) merupakan salah satu cara pembiakan vegetatif buatan, yang dapat pula terjadi secara alamiah. Bagian tepi atau ujung batang yang terkulai cenderung berakar bila bersentuhan dengan tanah (Reynald Philianda Purba, Ni Made Titiaryanti, 2017). Contoh : arbei, apel, bugenvil.

3. Vegetatif-generatif

- a. Okulasi, Okulasi (menempel, budding) dilakukan dengan cara menempel mata tunas dari jenis tanaman yang unggul ke batang yang lainnya hal ini dilakukan untuk memperbaiki kualitas tanaman. Kelebihan dari okulasi adalah umur tanaman dari hasil okulasi umur lebih panjang jika dibandingkan dengan hasil cangkok, pertumbuhan tanaman seragam, memiliki akar tunggang sehingga dapat menyerap unsur hara dan system perakaran lebih intensif, tanaman tidak mudah roboh, sifat genetic sama dengan induknya , dalam satu

pohon memiliki banyak warna contoh okulasi untuk tanaman hias (Aeni, Salman and Sukmasari, 2017).



Gambar 10.6. Tahapan Okulasi (Dewi, Handayani and Rosnina, 2016).

- b. Sambung, perbanyak tanaman dengan sambung ada dua jenis yaitu ; a) sambung samping yang merupakan teknik untuk memperbaiki bahan tanam tanaman yang di lakukan dengan cara menyisipkan batang atas (*Entres*) yang berasal dari klon- klon unggul ke batang bawah, b) sambung pucuk dimana menggunakan batang bawah adalah bibit dan disambung pucuk dengan batang (*entres*) dari jenis tanaman yang unggul (Josina Irene Brigetha Hutubessy and Djata, 2020)

Faktor – faktor yang mempengaruhi Perbanyak Vegetatif adalah : factor dalam (Zat pengatur tumbuh atau hormon , masa dormasi), hormon ini akan dihasilkan oleh tanaman sendiri untuk memacu, perkembangan dan pertumbuhan dan factor luar (Lingkungan : suhu/temperatur), Kelembaban udara, cahaya, jamur dan bakteri.

10.4 Perbanyak Tanaman Kultur Jaringan

Kultur jaringan berdasarkan teori telipotensi dimana, sel tanaman mampu hidup mandiri. Dengan kata lain kultur jaringan adalah metode untuk mengisolasi bagian -bagian dari tanaman (sel, organ, jaringan dan protoplasma). Bagian- bagian tanaman ini dapat perbanyak diri dan beregenasi (Ziraluo, 2021). Tujuan dari kultur jaringan : membuat jaringan tanaman menjadi kecil-kecil tetapi tetap memiliki sifat yang sama dengan induknya. Kultur jaringan juga disebut sebagai kultur *in – vitro*.

Kelebihan dari kultur jaringan (Pebr Heriansyah, Trinop Sagiarti, 2014) dan (Zulkarnain, 2011) :

1. Menghasilkan tanaman dengan sifat identic dengan induknya atau seragam dalam jumlah yang banyak dalam kurung waktu yang cepat
2. Bebas dari penyakit
3. Tidak membutuhkan lahan yang luas
4. Dapat melakukan perbanyak sepanjang tahun dan tanpa mengenal musim sehingga ketersediaan bibit selalu ada dan terjamin

Tahapan – tahapan dalam kultur jaringan (Basri, 2016) :

1. Pembuatan media
2. Inisiasi
3. Sterilisasi
4. Multiplikasi
5. Pengakaran
6. Aklimatisasi

Beberapa jenis kultur jaringan : kultur kalus, kultur pucuk, kultur embrio, kultur maritem, kultur kloroplas dan kultur arten dan polen.

DAFTAR PUSTAKA

- Aeni, N., Salman, S. and Sukmasari, M.D. 2017. 'How Vegetative Propagation And Growing Regrowth Agent Growth Of Buds On Lemon Plants (*Citrus aurantifolia* swingle)', *Jurnal Ilmu Pertanian dan Peternakan*, 5, pp. 180–189.
- Anwar, M.D. *et al.* 2019. 'Pengaruh Bahan Stek Batang Dan Media Tanama Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Jeruk Lemon (*Citrus limon* L.)', *Jurnal Ilmiah Hijau Cendekia*, 4(1), pp. 39–46. Available at: <https://ejournal.uniska-kediri.ac.id/index.php/HijauCendekia>.
- Basri, A.H.H. 2016. 'Kajian Pemanfaatan Kultur Jaringan Dalam Perbanyakan Tanaman Bebas Virus', *Agrica Ekstensia*, 10(6), pp. 64–73.
- Chaniago, E. *et al.* 2021. 'Pelatihan Dan Penyuluhan Pembibitan Tanaman Buah', *J. Deputi*, 1(1), pp. 10–13.
- Dewi, E.S., Handayani, S. and Rosnina (2016) 'Teknologi perbanyakan tanaman', *Modul Praktikum*, pp. 1–44.
- Gunawan, E. 2014. *Perbanyakan Tanaman*. PT Agromedia Pustaka.
- I Gde Adi Suryawan Wangiyana, S.K.W. 2018. 'Pkm Kelompok Pembibit Gaharu Desa Kekait Puncang Untuk Meningkatkan Efisiensi Produksi Bibit', *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 3(2), pp. 48–53.
- Josina Irene Brigetha Hutubessy, F. and Djata, D.C. 2020. 'Penggunaan Metode Sambung Samping Pada Beberapa Klon Kakao (*Theobroma cacao* L.) Sebagai Sumber Bahan Tanam', *Jurnal Agrica*, 13(1), pp. 77–86.
- Kurniawan, M.A. and Fatmawati, I. 2019. 'Analisis Komparatif Pendapatan Pembibitan Jati Secara Vegetatif Dan Generatif Pada Ud. Bintang Jaya Bibit', *Seminar Nasional Optimalisasi Sumberdaya Lokal di Era Revolusi Industri 4.0*, pp. 130–139.

- Limbongan J, L.Y. 2012. 'Petunjuk Praktis Memperbanyak Tanaman Secara Vegetatif (Grafting dan Okulasi).', in, p. Cetakan Pertama. Toraja, UKI Toraja Press. 74 hlm.
- Luta, D.A. 2022. 'Perbanyak Tanaman Secara Vegetatif Buatan', in. Medan: Penerbit Tahta Media Group, p. 62.
- Nengsih, Y., Marpaung, R. and . A. 2016. 'Sulur Panjat Merupakan Sumber Stek Terbaik Untuk Perbanyak Bibit Lada Secara Vegetatif', *Jurnal Media Pertanian*, 1(1), p. 29. Available at: <https://doi.org/10.33087/jagro.v1i1.13>.
- Pebra Heriansyah, Trinop Sagiarti, R. 2014. 'Pengaruh Pemberian Myoinositol dan Arang Atif pada Media Subkultur Jaringan Tanaman Anggrek (*Dendrobium* sp.)', *Jurnal Agroteknologi*, 5(1), pp. 9–16.
- Reynald Philianda Purba, Ni Made Titiaryanti, U.K.R. 2017. 'Pengaruh Beberapa Cara Merunduk Terhadap Pertumbuhan *Mucuna Bracteata*', *Jurnal Agromast*, 17(2), pp. 80–85.
- Sudomo, A., Rohandi, A. and Mindawati, N. 2013. 'Penggunaan Zat Pengatur Tumbuh Rootone - F Pada Stek Pucuk Manglid (*Manglietia glauca* BI)', *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 10(2), pp. 57–63. Available at: <https://doi.org/10.20886/jpht.2013.10.2.57-63>.
- Wawo, A.H., Lestari, P. and Utami, N.W. 2015. 'Studi Perbanyak Vegetatif Tanaman Taka (*Tacca leontopetaloides* (L.) Kuntze) dan Pola Pertumbuhannya [Study on Vegetative Propagation of Polynesian Arrowroot (*Tacca leontopetaloides*) and Its Growth Pattern]', *Berita biologi*, 14(1), pp. 1–9.
- Ziraluo, Y.P.B. 2021. 'Metode Perbanyak Tanaman Ubi Jalar Ungu (*Ipomea batatas* Poiret) dengan Teknik Kultur Jaringan atau Stek Planlet', *Jurnal Inovasi Penelitian*, 2(3), pp. 1037–1046.
- Zulkarnain. 2011. *Kultur Jaringan Tanaman. Solusi Perbanyak Tanaman Budidaya*. Jambi: PT. Bumi Aksara.

BAB 11

CARA BUDIDAYA TANAMAN PANGAN

Oleh Silvia Permata Sari

11.1 Pendahuluan

Tanaman pangan adalah segala jenis tanaman yang menjadi sumber utama karbohidrat dan protein untuk memenuhi kebutuhan tubuh manusia. Selain mengandung karbohidrat, tanaman pangan juga mengandung lemak, vitamin, dan mineral namun jumlahnya sangat kecil. Tanaman pangan merupakan tanaman yang umumnya dibudidayakan dan dikonsumsi secara meluas oleh masyarakat Indonesia. Oleh karena itu, tanaman pangan telah menjadi sumber mata pencarian bagi petani. Hal ini menjadikan tanaman pangan sebagai komoditas pertanian yang sangat penting bagi masyarakat Indonesia (Alfaniah, 2022).

Berdasarkan umurnya, tanaman pangan dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu : a). Tanaman pangan semusim yaitu tanaman pangan yang berumur semusim, contohnya: padi, jagung, sorgum (3-4 bulan), ubi kayu dan ubi jalar (4-8 bulan), b). Tanaman tahunan yaitu tanaman yang terus tumbuh dan berbuah dalam jangka waktu lebih dari 2 tahun, contohnya: sukun dan sagu.

Kemudian berdasarkan budidayanya, tanaman pangan dikelompokkan menjadi: a). Tanaman sereal, termasuk ke dalam Graminae atau rumput-rumputan, contohnya: padi, jagung, dan sorgum. Padi dan jagung merupakan tanaman biji-bijian penghasil karbohidrat utama di Indonesia. Bagian yang dipanen dari tanaman sereal ini adalah biji., b). Kacang-kacangan, termasuk ke dalam famili Leguminosae, contohnya: kacang hijau, kacang tanah, kedelai. Kedelai, kacang tanah, kacang hijau adalah tanaman sumber protein dan lemak. Bagian yang dipanen dari tanaman

kacang-kacangan ini adalah biji yang terdapat dalam polong, c). Umbi-umbian, contohnya: ubi jalar, dan ubi kayu. Ubi kayu dan ubi jalar merupakan tanaman sumber karbohidrat dari tanaman umbi-umbian. Bagian yang dipanen dari tanaman umbi-umbian ini adalah umbi.

Pada uraian di bawah ini akan dijelaskan lebih rinci mengenai teknologi budidaya beberapa tanaman pangan di Indonesia, seperti: padi, jagung, kedelai, dan ubi kayu.

11.2 Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.)

Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) merupakan komoditas tanaman pangan utama di Indonesia karena sebagian besar penduduk Indonesia makanan pokoknya adalah beras. Meningkatnya jumlah penduduk dan terjadinya perubahan pola makanan pokok pada beberapa daerah tertentu (dari umbi-umbian ke beras) mengakibatkan kebutuhan beras semakin meningkat.

Tanaman padi termasuk tanaman semusim dari golongan rumput-rumputan (Graminae). Padi mempunyai umur yang pendek yaitu kurang dari satu tahun, hanya satu kali produksi, setelah berproduksi maka akan mati atau dimatikan. Tanaman padi dapat digolongkan menjadi beberapa kelompok berdasarkan keadaan berasnya, cara dan tempat tanamnya, dan menurut umurnya. Menurut Tjitrosoepomo (2004), klasifikasi tanaman padi sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae (Tumbuhan)
Subkingdom	: Tracheobionata (Tumbuhan berpembuluh)
Super Divisi	: Spermatophyta (Menghasilkan biji)
Divisi	: Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)
Kelas	: Liliopsida (Berkeping satu/ monokotil)
Sub Kelas	: Commelinidae
Ordo	: Poales
Famili	: Oryza
Spesies	: <i>Oryza sativa</i> L.

Pada bab ini kita akan bahas teknologi budidaya padi sawah, yang meliputi: persemaian, pengolahan lahan, penanaman, pemeliharaan, panen, dan pasca panen. Adapun teknologi budidaya padi sawah, sebagai berikut:

11.2.1 Persemaian

Persemaian adalah tahapan penting dalam budidaya tanaman padi, karena merupakan proses penumbuhan benih menjadi bibit sehat, akar yang tidak putus, dan lembaga yang masih menempel sebagai cadangan makanan sehingga tidak stress ketika pindah tanam. Kunci keberhasilan persemaian adalah kualitas benih, media gembur dan adanya pembatas akar.

Kualitas benih sangat menentukan keberhasilan budidaya tanaman padi, sehingga apabila kemampuan tumbuhnya rendah, jumlah populasi per satuan luas akan berkurang. Media gembur dapat menggunakan arang sekam, campuran lumpur dan arang sekam, penambahan pupuk kandang atau lumpur yang dijaga pengairannya supaya tidak keras ketika tanaman dicabut.

Kebutuhan benih untuk keperluan penanaman seluas 1 hektar sebanyak ± 20 kg. Luas persemaian sebaiknya 400m^2 /ha (4% dari luas tanam). Persemaian diawali dengan seleksi benih menggunakan larutan garam. Benih yang melayang dibuang, sedangkan benih yang tenggelam disemai. Perendaman benih dilakukan selama 24 jam dan diinkubasi selama 24 jam. Setelah berkecambah, bakal akar dan tunas menembus kulit gabah. Pada hari ke 2 atau ke 3 setelah benih disebar di persemaian, daun pertama menembus keluar melalui koleoptil. Daun pertama yang muncul masih melengkung dan bakal akar memanjang. Bibit dengan umur 14-21 hari adalah bibit yang siap pindah tanam dengan jumlah daun ± 5 helai. Pada varietas unggul, jumlah anakan mencapai 35-110 anakan, tinggi tanaman mencapai ukuran 150-200 cm.

Persemaian memiliki beberapa teknik, yaitu:

1. Teknik persemaian konvensional: pada teknik ini persemaian dilakukan tanpa pembatas akar. Persemaian ini dilakukan pada tanah gembur dan dijaga agar akar tidak kekeringan dan putus ketika dicabut. Penanaman benih minimal umur 10 hari setelah tebar dan maksimal 21 hari setelah tebar.
2. Persemaian kering: persemaian kering menggunakan campuran media tanah, abu, dan pupuk kandang dengan perbandingan 7:1:2 yang diletakkan dalam tampah bambu.
3. Persemaian dapog: persemaian dapog dapat dilakukan menggunakan dua jenis media yaitu arang sekam dan lumpur tipis. Cara persemaian dapog dengan media arang sekam adalah dengan meletakkan media arang sekam diatas daun pisang. Lipat bagian pinggir daun pisang, lalu taburkan benih padi yang sudah diperam. Selanjutnya benih tersebut ditutup kembali dengan media arang sekam, dengan tujuan agar benih tidak dimakan burung.

11.2.2 Pengolahan Lahan

Tanah yang ideal untuk tanaman padi adalah tanah dengan kandungan liat minimal 20%. Pengolahan tanah sangat memerlukan keberlanjutan pertumbuhan tanaman padi. Lahan sawah disiapkan paling lambat 15 hari sebelum tanam. Pengolahan tanah dilakukan 2-3 kali. Pengolahan pertama, yaitu tanah diolah atau dibajak dalam keadaan air macak-macak. Pengolahan lahan diawali dengan penggenangan selama 1 minggu, kemudian dilakukan bajak singkal dengan kedalaman 10-20 cm. Pembajakan lahan dapat dilakukan dengan traktor (*hand traktor*), kerbau atau dicangkul dengan tenaga manusia. Tujuan utama pembajakan adalah membalikkan tanah agar memperoleh sirkulasi udara dan penyinaran matahari. Selain itu pembajakan juga bertujuan mendistribusikan air menjadi lebih merata karena bongkahan-bongkahan tanah akan mampu menjadi penahan air yang akan

sangat bermanfaat dalam proses pelunakan tanah dan dekomposisi bahan organik oleh jasad renik. Pembajakan dilakukan pada awal musim. Hasil bajakan dibiarkan 2-3 hari sambil digenangi air, agar proses pelumpuran berjalan dengan baik.

Pengolahan kedua, setelah tanah diolah, tanah dibiarkan selama satu minggu dan digenangi air. Tahap selanjutnya adalah tanah diolah/dibajak dan digaru untuk melumpurkan dan meratakan lahan agar siap ditanami bibit padi. Proses melumpurkan tanah ini bertujuan untuk menghancurkan dan mencampurkan gulma dengan tanah sehingga penguraian berjalan sempurna. Pengolahan tanah terakhir (ketiga), diberikan pupuk kandang atau pupuk kompos jerami. Berbeda dengan padi sawah, padi gogo memerlukan dua kali pengolahan tanah, yaitu pada musim kemarau atau setelah terjadi hujan pertama dan pengolahan tanah kedua pada saat menjelang tanam dengan tujuan menghaluskan bongkahan tanah.

11.2.3 Penanaman

Penanaman dilakukan dengan memindahkan anakan dari bedengan persemaian ke lahan sawah, pemindahan anakan tersebut dilakukan setelah anakan berumur 20-25 hari. Penanaman dilakukan dengan posisi tegak dengan kedalaman lubang tanam 2-3 cm dan jarak tanam yang dianjurkan yaitu 20 cm x 20 cm. Hal ini bertujuan agar anakan tidak mudah tumbang dan hayut. Jumlah anakan dalam tiap lubang tanam sebanyak 2-3 batang tergantung pada varietas padi yang digunakan.

11.2.4 Penyulaman

Penyulaman bertujuan mengganti tanaman yang rusak atau mati agar tanaman dapat tumbuh serentak. Tindakan penyulaman dilakukan pada saat tanaman berumur 10-12 hari.

11.2.5 Pemupukan

Pemupukan bertujuan memberikan dan mencukupi kebutuhan makanan tanaman, baik unsur hara makro maupun unsur hara mikro sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik (optimal). Pupuk yang diberikan dapat berupa pupuk anorganik (pupuk kimia) dan pupuk organik (pupuk alam). Pada umumnya, pemupukan dilakukan sebanyak dua kali setiap musim tanam dengan dosis yang digunakan yaitu pupuk Urea 200 kg/ha, pupuk SP36 200 kg/ha, pupuk KCl 100 kg/ha, atau disesuaikan dengan hasil analisa tanah lahan sawah. Contoh pupuk organik yang dapat diaplikasikan di lahan sawah yaitu pupuk kompos jerami, pupuk kandang, dan pupuk hijau. Pemupukan pertama dilakukan setelah tanaman berumur 12 hari, dan pemupukan kedua dilakukan setelah tanaman berumur 40 hari. Unsur hara yang dikandung pupuk kandang sapi adalah Nitrogen sebanyak 0,4%, Fosfor 0,2%, Kalium 0,1%, dan air sebanyak 85%. Selain itu, pupuk kandang juga mengandung unsur hara mikro meskipun dalam jumlah yang sangat kecil (Balitbang, 2009; Humaerah, 2013).

11.2.6 Penyiangan

Penyiangan merupakan tindakan pengendalian tumbuhan liar (gulma) dengan cara mencabut gulma yang tumbuh di sekitar tanaman budidaya. Umumnya dilakukan sebanyak 2 kali tiap masa produksi yaitu pada saat tanaman berumur 15 hari dan pada saat tanaman berumur 30-35 hari. Kegiatan penyiangan tersebut dapat dilakukan secara manual (menggunakan tangan) dan bisa juga menggunakan alat seperti cangkul, sabit, dan parang. Penyiangan umumnya dilakukan bersamaan dengan kegiatan penyiulaman.

11.2.7 Pengairan

Pengairan atau irigasi adalah suatu usaha mendatangkan air dengan membuat bangunan dan saluran-saluran ke sawah atau ladang dengan cara teratur dan membuang air yang tidak diperlukan lagi. Pengairan dalam tanaman dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain: pengairan di atas tanah, pengairan di dalam tanah (*sub irrigation*), pengairan dengan penyemprotan (*sprinkler irrigation*), pengairan tetes (*drip irrigation*). Untuk tanaman padi, teknik pengairan yang digunakan adalah pengairan di atas tanah.

11.2.8 Pengendalian Hama dan Penyakit

Tanaman padi merupakan salah satu tanaman yang rentan terhadap serangan hama dan penyakit di lapang. Pada umumnya, petani di Indonesia mengendalikan hama dan penyakit dengan menggunakan pestisida sintetis (kimia) yang disemprotkan pada tanaman yang terserang hama dan penyakit. Selain itu, tindakan yang dilakukan petani adalah dengan pencegahan atau preventif. Padahal pengendalian hama dan penyakit pada tanaman padi juga bisa dilakukan secara organik, seperti aplikasi pestisida organik yang berbahan dasar tumbuh-tumbuhan atau yang dikenal dengan sebutan “pestisida nabati”.

Selain itu, pengendalian hama dan penyakit juga bisa dengan cara penggunaan varietas unggul dan tahan, penggunaan musuh alami (predator, parasitoid, entomopatogen, mikroorganisme antagonis), dan tanaman refugia di sekitar areal persawahan. Tindakan pengendalian hama dan penyakit dengan cara organik tersebut lebih disarankan untuk diterapkan di lapang, karena lebih aman terhadap lingkungan, manusia dan organisme bermanfaat lainnya (Sari, 2021; Sari, 2022).

11.2.9 Panen dan Pascapanen

Umur panen tanaman padi tergantung pada jenis varietas padi yang digunakan. Waktu panen sangat berpengaruh terhadap jumlah produksi, mutu gabah, dan mutu beras yang dihasilkan. Sebagian besar, varietas padi yang ditanam petani di Indonesia dipanen pada umur 3-4 bulan, sehingga dapat dilakukan penanaman 2-3 kali dalam satu tahun.

Proses pemanenan padi dapat dilakukan setelah 110-115 hari setelah tanam dengan ciri-ciri sebagai berikut: daun bendera, 95% gabah menguning (tua) tetapi malai masih segar, malai terisi penuh (merunduk), bulir padi apabila ditekan atau dikupas terlihat berwarna putih. Pemanenan yang terlambat akan menyebabkan penurunan produksi, karena bulir padi sudah banyak yang rontok sehingga akan berpengaruh terhadap jumlah produksi. Sebaliknya waktu panen yang terlalu cepat juga akan menurunkan kualitas gabah, karena gabah akan mudah pecah, masih terdapat bulir hijau atau berbutir kapur).

Adapun cara pemanenan tanaman padi yaitu sebagai berikut: potong padi dengan sabit gerigi, 30-40 cm di atas permukaan tanah. Gunakan terpal sebagai alas tanaman padi yang baru dipotong dan ditumpuk sebelum rontok. Sebaiknya panen padi dilakukan oleh kelompok pemanen dan gabah dirontok dengan power thresher atau pedal thresher. Apabila panen dilakukan pada waktu pagi hari, sebaiknya pada sore harinya langsung dirontokkan gabah tersebut. Perontokan lebih dari dua hari menyebabkan kerusakan gabah. Kemudian jemur gabah di atas lantai jemur dengan ketebalan 5-7 cm. Lakukan pembalikan setiap 2 jam sekali. Pada musim hujan, gunakan pengering buatan dan pertahankan suhu pengering 50°C untuk gabah konsumsi atau 42°C untuk mengeringkan benih. Pengeringan dilakukan sampai kadar air gabah mencapai 12-14% untuk gabah konsumsi, dan 10-12% untuk benih. Gabah yang sudah kering dapat digiling dan disimpan.

11.3 Tanaman Jagung (*Zea Mays* L.)

Tanaman jagung (*Zea mays* L.) merupakan komoditas pertanian penting di Indonesia. Jagung adalah komoditas sereal utama kedua yang ditanam di Indonesia setelah padi, dan produksinya menduduki posisi keenam di dunia. Luas tanam jagung di Indonesia juga mengalami peningkatan selama 5 tahun terakhir. Hampir seluruh daerah di Indonesia terdapat pertanaman jagung (Zhiwu *et al.*, 2019; Sari, 2023).

Tanaman jagung memerlukan persyaratan tanah yang ideal yaitu pH 5,6-7,5 dan membutuhkan drainase yang baik. Tanah dengan tekstur lempung atau liat (latosol) berdebu merupakan tanah terbaik untuk pertumbuhan jagung. Namun tanah dengan tekstur berat (grumosol) masih dapat ditanami jagung dengan hasil yang baik, asalkan pengolahan tanahnya tepat. Kemiringan tanah yang optimum untuk tanaman jagung maksimal 8%, karena kemungkinan terjadinya erosi tanah sangat kecil. Tanaman jagung tumbuh pada daerah yang beriklim sedang hingga beriklim subtropis atau tropis basah.

Adapun tahapan teknologi budidaya jagung sebagai berikut :

11.3.1 Penyiapan Benih

Benih jagung yang digunakan harus memiliki sifat unggul dengan daya tumbuh minimal 90%, dan berproduksi tinggi. Seleksi biji jagung untuk benih dilakukan dengan memperhatikan kondisi fisik biji jagung yang baik, sehat, dan berbobot, serta matang fisiologis. Benih jagung dengan kualitas fisiologis yang tinggi mengakibatkan benih lebih toleran terhadap kondisi fisik yang kurang optimal dan lebih efektif dalam memanfaatkan pupuk dan unsur hara di dalam tanah. Adapun pemilihan benih jagung yakni tongkol dikupas dan dikeringkan, lalu dipipil. Kebutuhan benih jagung untuk luas lahan satu hektar yaitu sekitar 20-30 kilogram/hektar.

Sebelum ditanam, benih diberi perlakuan terlebih dahulu (*seed treatment*) dengan fungisida. Perlakuan benih dengan

fungisida dan insektisida dilakukan dengan cara mengambil cairan fungisida dan insektisida sesuai dosis dan dimasukkan ke dalam wadah pencampur, lalu ditambahkan air secukupnya, aduk hingga rata, kemudian masukkan benih ke dalam wadah tersebut dan dicampurkan merata, lalu keringanginkan selama beberapa jam sebelum benih digunakan.

Fungisida yang digunakan sebagai *seed treatment* tersebut contohnya Insure Max 510 FS. Fungisida sistemik yang bersifat protektif dan kuratif berbentuk pekatan suspensi berwarna merah muda, yang digunakan untuk mengendalikan penyakit bulai (*Peronosclerospora maydis*) pada tanaman jagung. Manfaat penggunaan Insure Max 510 FS antara lain: melindungi bibit jagung dari serangan penyakit bulai di lapang, mengendalikan penyakit bulai yang sudah resisten dengan fungisida lain, serta meningkatkan pertumbuhan awal tanaman (vigor tanaman terlihat lebih baik), warna daun lebih hijau dan sehat.

11.3.2 Pengolahan Lahan

Pengolahan lahan bertujuan untuk memperbaiki kondisi tanah dan memberikan kondisi menguntungkan bagi pertumbuhan akar. Jagung membutuhkan media tumbuh yang gembur dan beraerasi baik untuk pertumbuhan yang optimal. Pada tanah masam, sebaiknya tanah diberi kapur Dolomit dan bahan organik terlebih dahulu satu bulan sebelum tanam,. Tujuannya untuk menaikkan pH tanah dan meningkatkan kesuburan tanah. Pengapuran (apabila tanah masam). Jika lahan tempat kita budidaya jagung pH tanahnya kurang dari 5, maka perlu dilakukan pengapuran (pemberian Dolomit). Pemberian kapur (Dolomit) dilakukan dengan cara menyebar kapur secara merata atau pada barisan tanaman, sekitar 1 bulan sebelum tanam, dengan dosis 300 kg/hektar per musim tanam dengan cara disebar pada barisan tanaman.

Apabila drainase kurang baik dan struktur tanahnya padat, maka jagung dapat ditanam di atas guludan. Drainase dan aerasi yang kurang baik dapat diperbaiki melalui kegiatan pengolahan tanah tersebut. Tanah diolah pada kondisi yang lembab tetapi tidak terlalu basah. Tanah yang sudah gembur hanya diolah secara umum.

Pengolahan lahan diawali dengan membersihkan lahan dari sisa-sisa tanaman sebelumnya, gulma, sampah maupun kotoran yang berada di lahan tersebut. Bila perlu sisa tanaman yang cukup banyak, dilakukan pembakaran tetapi abunya dikembalikan ke dalam tanah (lahan tersebut). Kemudian dilanjutkan dengan pencangkulan dan pengolahan tanah dengan bajak. Tujuan pengolahan lahan tersebut adalah membalikkan dan menggemburkan tanah, serta memperbaiki aerasi tanah. Pembalikan tanah dapat dilakukan dengan cara mencangkul dan membongkar bongkahan tanah menjadi partikel atau bongkahan yang lebih kecil sehingga tanah mudah diolah dan ditanami.

11.3.3 Pembuatan Bedengan

Setelah lahan diolah, langkah selanjutnya adalah pembuatan bedengan dengan ukuran 150 cm x 180 cm dengan cangkul. Kemudian bedengan yang sudah jadi tersebut diberi pupuk kandang dan diolah ringan. Penambahan pupuk kandang bertujuan untuk menggemburkan tanah dan menyempurnakan aerasi tanah sehingga proses penanaman akan lebih mudah. Pada bagian pinggir lahan dibuat saluran drainase dengan lebar 25-30 cm dengan kedalaman 20 cm untuk menghindari genangan air di sekitar lahan budidaya. Jarak antara pengolahan dengan waktu tanam yaitu 1 minggu. Lubang tanam dibentuk pada bedengan yang telah dibuat dengan bantuan alat tanam konvensional (tongkat kayu atau besi).

11.3.4 Penanaman

Proses penanaman benih jagung dilakukan apabila lahan sudah cukup gembur dan subur. Lubang digali dengan sistem tugal sedalam 5-15 cm. Pemberian jarak yang tepat dapat mencegah pertumbuhan jagung saling menutupi kanopinya, menekan tingkat serangan hama dan penyakit, serta meningkatkan produksi tanaman jagung. Pola penanaman pada setiap lahan dilakukan pembentangan tali jarak lubang yang sudah diberi tanda jarak ada tali. Setiap tanda pada tali ditugal menggunakan kayu sebagai pembuatan lubang tanam. Jarak tanam yang digunakan yaitu 70 cm x 20 cm dengan benih 1 per lubang tanam, 75 cm x 40 cm dengan 2 benih per lubang, 25 cm x (50 cm x 100 cm) dengan 1 benih per lubang, atau 50 cm x (50 cm x 100 cm) dengan 2 benih tanaman per lubang (dengan jumlah populasi tanaman 66.000-71.000 tanaman/hektar).

11.3.5 Penyiangan

Kegiatan penyiangan bertujuan membersihkan lahan dari tanaman pengganggu (gulma). Penyiangan dilakukan satu kali dalam dua minggu. Penyiangan pada tanaman jagung yang masih muda biasanya dilakukan secara manual (menggunakan tangan) atau menggunakan cangkul kecil (tajak), garpu atau alat lainnya. Yang penting dalam penyiangan ini tidak mengganggu perakaran tanaman yang pada umur tersebut. Biasanya tindakan penyiangan ini dilakukan setelah tanaman jagung berumur 15 hari. Pengendalian gulma juga dapat dengan menggunakan herbisida dan pemakaian mulsa. Contoh herbisida yang dapat digunakan adalah herbisida kontak paraquat (1,0-1,5 liter/ha), sedangkan mulsa yang bisa digunakan untuk pengendalian gulma contohnya: jerami padi alang-alang atau sisa-sisa tanaman lainnya, dan mulsa plastik.

11.3.6 Pembumbunan

Waktu pelaksanaan kegiatan pembumbunan ini yaitu satu kali dalam dua minggu, yang biasanya bersamaan dengan kegiatan penyiangan. Adapun tujuan pembumbunan tersebut adalah memperkokoh posisi batang sehingga tanaman tidak mudah rebah. Selain itu, pembumbunan juga bertujuan menutup akar yang bermunculan di atas permukaan tanah karena adanya aerasi. Pembumbunan juga dilakukan pada saat tanaman berumur 6 minggu, bersamaan dengan waktu pemupukan. Caranya: tanah di sebelah kanan dan kiri barisan tanaman diuruk dengan cangkul, kemudian ditimbun di barisan tanaman, sehingga akan terbentuk guludan yang memanjang. Untuk efisiensi tenaga, biasanya pembumbunan dilakukan bersama dengan penyiangan kedua yaitu setelah tanaman berumur 1 bulan (sekitar 4 minggu).

11.3.7 Pemupukan

Salah satu kunci keberhasilan dalam budidaya jagung agar mendapatkan produksi yang tinggi adalah pemupukan. Pemupukan merupakan suatu bahan yang ditambahkan ke dalam tanah untuk menyediakan unsur hara dan mendukung pertumbuhan tanaman budidaya. Pupuk yang diberikan untuk tanaman jagung tersebut dapat berupa pupuk anorganik dan pupuk organik, dimana pada dasarnya digunakan untuk memenuhi kebutuhan unsur hara, baik unsur makro maupun unsur hara mikro. Pada prinsipnya, pemupukan dilakukan secara berimbang yang disesuaikan dengan kebutuhan tanaman dan pertimbangan kemampuan tanah menyediakan unsur hara secara alami, serta keberlanjutan sistem produksi dan keuntungan yang memadai bagi petani. Selain itu, penambahan unsur organik apda tanah, juga sebagai upaya peningkatan produksi tanaman (Ghosh *et al.*, 2020^a; Siallagan, *et al.*, 2021; Sari, 2023).

Pemupukan pada tanaman jagung dilakukan pada umur 10-15 hari setelah tanam. Jenis pupuk yang digunakan pada tanah

yang kandungan N-nya rendah yaitu Urea 300-400 kg/ha, SP 36 100-200 kg/ha, dan KCL 100-200 kg/ha. Pemupukan dilakukan dengan cara menaburkan pupuk anorganik tersebut ke sekeliling tanaman jagung dengan jarak 10 cm dari pangkal batang. Di sisi lain, penggunaan pupuk organik seperti pupuk kandang juga direkomendasikan dalam budidaya jagung. Pemberian pupuk kandang dapat dilakukan pada saat pengolahan lahan (pembuatan bedengan), atau pada saat tanam dimana pupuk kandang tersebut digunakan sebagai penutup benih pada lubang tanam (Wartapa et al., 2019). Takaran dari pupuk kandang tersebut yaitu sekitar 25-50 gram (satu genggam) untuk setiap lubang tanam atau setara dengan 1,5-3,0 ton/hektar. Penggunaan pupuk organik (pupuk kandang) ini sangat disarankan pada lahan dengan kandungan bahan organik yang rendah sampai sangat rendah. Bila pemupukan yang diinginkan secara penuh organik, maka pupuk kandang yang dikomposkan diberikan sekitar 5-10 ton per hektar. Pupuk kompos organik ini merupakan campuran kotoran ayam dengan kotoran sapi atau kambing (1:1). Kotoran ayam berkontribusi pada pemberian kadar N yang relatif tinggi dan lebih terurai, sedangkan kotoran sapi berkontribusi pada pemberian kadar P dan K yang tinggi.

Pupuk organik selain berperan sebagai pupuk juga mempunyai fungsi sebagai berikut: 1). Meningkatkan efisiensi pemakaian pupuk anorganik, 2). Memperbaiki struktur tanah berliat sehingga menjadi lebih ringan, 3). Menambah daya pegang tanah terhadap air dan unsur hara, 4). Memperbaiki drainase dan tata udara dalam tanah, 5). Memberi ketersediaan bahan makanan bagi mikroba yang berperan dalam penambatan unsur hara dan penghambat mikroorganisme dan serangan yang merugikan, 6). Memperbesar daya ikat/agregasi tanah berpasir sehingga tanah tidak lepas, 7). Membantu proses pelapukan bahan mineral.

11.3.8 Pengairan

Pengairan merupakan faktor penting dalam budidaya tanaman jagung. Kekurangan air dapat berpengaruh pada produktivitas tanaman, termasuk tanaman jagung. Sebaliknya kelebihan air (lahan tergenang dalam jangka waktu lama) juga dapat menyebabkan tanaman jagung mati. Apabila lahan yang digunakan memiliki saluran irigas dan persediaan air yang cukup, maka lakukan pengairan setiap 10 hari sekali dengan cara mengalirkan pada larikan dan secepatnya dibuang dan dipastikan tidak ada air yang tergenang di lahan. Sebaliknya jika lahan yang digunakan merupakan lahan tanpa irigasi (lahan darat) yang tidak mempunyai persediaan air (sungai, rawa, danau, dan lain-lain), maka pengairan bisa dilakukan dengan sistem irigasi sumur atau disiram secara manual, walaupun pada dasarnya jagung tidak membutuhkan banyak air. 10 hari menjelang panen sebaiknya pengairan dihentikan, agar proses pengeringan tongkol dapat dipercepat.

11.3.9 Pengendalian Hama dan Penyakit

Pengendalian hama dan penyakit dapat dilakukan dengan berbagai teknik pengendalian, seperti penggunaan jagung varietas unggul dan tahan hama, secara kultur teknis (mengatur jarak tanam, sanitasi), musuh alami (predator, parasitoid, dan patogen serangga), dan alternatif terakhir dengan penggunaan pestisida sintetik (kimia). Penggunaan pestisida kimia haruslah secara bijaksana, dimana pestisida digunakan ketika populasi hama dan penyakit sudah di atas ambang ekonomi dan teknik pengendalian yang lainnya tidak efektif. Jenis pestisida yang digunakan pun harus sesuai dengan sasaran hama dan penyakit yang akan dikendalikan (Sari, 2023).

11.3.10 Panen dan Pascapanen

Tongkol jagung dipanen apabila telah mencapai masak fisiologis yang ditandai dengan mengeringnya kelobot atau berwarna coklat kadar air kurang lebih 30% yang ditandai dengan biji telah mengeras dan telah membentuk lapisan hitam minimum 50% di setiap barisan biji. Pemanenan dilakukan pada saat kondisi cuaca cerah guna menghindari serangan jamur pasca panen seperti *Aspergillus flavus*. Setelah tongkol dipanen, lakukan penjemuran tongkol sampai kadar air biji mencapai kurang lebih 20%. Kemudian biji jagung dipipil dari tongkolnya menggunakan alat pemipil. Biji pipilan ini kembali dijemur. Sampai kadar airnya kurang dari 14%. Apabila kondisi cuaca terus mendung dan tidak memungkinkan untuk menurunkan kadar air biji, maka untuk mempercepat pengeringan bisa digunakan alsin pengering bertipe *flat bade* yang berbahan bakar minyak tanah atau solar. Setelah kering, pisahkan biji jagung yang baik dengan sisa-sisa tongkol, biji yang kecil, biji pecah, biji hampa, maupun dengan kotoran lainnya. Hal itu bertujuan untuk menekan tingkat serangan hama dan penyakit pascapanen (seperti kumbang dan jamur *Aspergillus* sp.), serta memperbaiki sirkulasi udara selama penyimpanan. Khusus untuk biji yang akan digunakan sebagai sumber benih, pilihlah biji yang memiliki ukuran relatif sama dan memperlihatkan penampakan morfologi yang bagus dan sehat.

11.4 Tanaman Kedelai (*Glycine Max L.*)

Tanaman kedelai (*Glycine max L.*) merupakan salah satu komoditas pangan utama ketiga setelah padi dan jagung yang kaya akan kandungan protein, sehingga komoditas ini memiliki kegunaan yang beragam terutama sebagai bahan baku industri makanan dan sekaligus sebagai bahan baku industri pakan ternak (Zakaria, 2010).

Kedelai merupakan tanaman asli Daratan Cina dan telah dibudidayakan oleh manusia sejak 2500 SM. Sejalan dengan makin

berkembangnya perdagangan antar negara yang terjadi pada awal abad ke-19, menyebabkan tanaman kedelai juga ikut tersebar ke berbagai negara tujuan perdagangan tersebut, yaitu Jepang, Korea, Indonesia, India, Australia, dan Amerika. Kedelai mulai dikenal di Indonesia sejak abad ke-16. Awal mula penyebaran dan pembudidayaan kedelai yaitu di Pulau Jawa, kemudian berkembang ke Bali, Nusa Tenggara, dan pulau-pulau lainnya. Pada awalnya, kedelai dikenal dengan beberapa nama botani, yaitu *Glycine soja* dan *Soja max*.

Tanaman kedelai menghendaki tanah yang subur, gembur dan kaya akan humus atau bahan organik. Nilai pH ideal bagi pertumbuhan kedelai dan bakteri rhizobium adalah 6,0-6,8. Apabila pH diatas 7,0 tanaman kedelai akan mengalami klorosis sehingga tanaman menjadi kerdil dan daunnya menguning. Tanaman kedelai memerlukan kondisi lingkungan tumbuh yang optimal. Tanaman kedelai sangat peka terhadap perubahan faktor lingkungan tumbuh, khususnya tanah dan iklim. Kebutuhan air sangat tergantung pada pola curah hujan yang turun selama pertumbuhan, pengelolaan tanaman, serta umur varietas yang ditanam.

Tanaman kedelai dapat tumbuh pada kondisi suhu yang beragam. Suhu tanah yang optimal dalam proses perkecambahan yaitu 30 °C. Curah hujan berkisar antara 150 mm–200 mm perbulan, dengan lama penyinaran matahari 12 jam/hari, dan kelembaban rata-rata (RH) 65%. Akar tanaman kedelai terdiri atas akar tunggang, akar lateral dan akar serabut. Pada tanah yang gembur, akar ini dapat menembus tanah sampai kedalaman kurang lebih 1,5 m. Pada akar lateral terdapat bintil-bintil akar yang merupakan kumpulan bakteri rhizobium pengikat nitrogen dari udara. Bintil akar ini biasanya akan terbentuk 15-20 hari setelah tanam.

Cabang akan muncul di batang tanaman. Jumlah cabang tergantung dari varietas dan kondisi tanah, tetapi ada juga varietas

kedelai yang tidak bercabang. Jumlah cabang bisa menjadi sedikit bila penanaman dirapatkan dari 250.000 tanaman/hektar menjadi 500.000 tanaman/hektar. Jumlah cabang tidak mempunyai hubungan yang signifikan dengan jumlah biji yang diproduksi. Artinya, walaupun jumlah cabang banyak, belum tentu produksi kedelai juga banyak.

Tanaman kedelai mulai berbunga antara umur 30-50 hari, tergantung dari varietas dan iklim. Semakin pendek penyinaran dan semakin tinggi suhu udaranya, akan semakin cepat berbunga. Bunga kedelai berbentuk kupu-kupu, berwarna ungu atau putih dan muncul diketiak daun. Polong dan biji kedelai pertama kali terbentuk sekitar 7-10 hari setelah munculnya bunga pertama. Panjang polong muda sekitar 1 cm. Jumlah polong yang terbentuk pada setiap ketiak tangkai daun sangat beragam, antara 1-10 buah dalam setiap kelompok. Pada setiap tanaman, jumlah polong dapat mencapai lebih dari 50, bahkan ratusan. Di dalam polong terdapat biji yang berjumlah 2-3 biji. Setiap biji kedelai mempunyai ukuran bervariasi, mulai dari kecil (sekitar 7-9 g/100 biji), sedang (10-13 g/100 biji), dan besar (>13 g/100 biji). Biji kedelai terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu kulit biji dan embrio.

Tanda-tanda kedelai matang antara lain daun-daunnya rontok, warna polong telah berubah menjadi kecoklatan atau keabu-abuan, warna batang tidak hijau lagi dan kulit polong mudah dikupas. Pada masak fisiologis, bobot kering telah mencapai bobot maksimum, namun polong masih berwarna hijau dan daun belum rontok. Dari stadia ini, benih masih berkadar air sekitar 50%, tetapi bila dikeringkan dapat tumbuh normal sekalipun perawatannya lebih sulit. Tanaman kedelai berdasarkan umur dapat dibedakan menjadi tiga varietas, yaitu varietas genjah yang berumur 75-85 hari, varietas sedang berumur 86-95 hari dan varietas dalam lebih dari 95 hari (Sumarno dan Harnoto, 1983). Varietas Orba umur panen 81 hari setelah tanam (HST) menghasilkan viabilitas benih yang lebih baik dari pada 88 HST. Demikian juga benih yang

dipanen pada umur panen 88 HST viabilitasnya lebih baik dari pada yang dipanen pada 95 HST.

Pengetahuan tentang pertumbuhan tanaman kedelai sangat penting, terutama bagi para pengguna aspek produksi kedelai. Hal ini terkait dengan jenis keputusan yang akan diambil untuk memperoleh pertumbuhan yang optimal dengan tingkat produksi yang maksimal dari tanaman kedelai, misalnya waktu pemupukan, penyiangan, pengendalian hama dan penyakit, serta penentuan waktu panen. Pertumbuhan vegetatif dihitung sejak tanaman mulai muncul kepermukaan tanah sampai saat mulai berbunga. Penandaan pertumbuhan vegetatif selanjutnya dihitung dari jumlah buku yang terbentuk pada batang utama. Pada umumnya pertumbuhan vegetatif dimulai pada buku ketiga. Sedangkan Pertumbuhan generatif dihitung sejak tanaman kedelai mulai berbunga sampai pembentukan polong, perkembangan biji, dan pemasakan biji.

Adapun tahapan dalam budidaya tanaman kedelai yaitu sebagai berikut :

11.4.1 Pemilihan Benih

Varietas memegang peranan penting dalam perkembangan penanaman kedelai karena untuk mencapai produktivitas yang tinggi sangat ditentukan oleh potensi daya hasil dari varietas unggul yang ditanam. Varietas unggul merupakan varietas yang telah dilepas oleh pemerintah dan memiliki sifat-sifat unggul dibandingkan varietas lain yang sudah ada.

Benih kedelai yang digunakan adalah varietas unggul, benih yang tidak cacat fisiologisnya, memiliki vigor dan daya kecambah yang tinggi ($> 90\%$), sehat, bernas, tidak keriput, benih murni (minimal 97%), bersih dari kotoran, kadar air minum 11% , serta tahan terhadap hama dan penyakit.

11.4.2 Persiapan Lahan

Sebelum dilakukan penanaman maka terlebih dahulu dipersiapkan lahan yang akan digunakan untuk penanaman. Langkah awal dalam persiapan lahan adalah pengolahan tanah. Pengolahan tanah bertujuan untuk memperbaiki struktur dan aerasi tanah agar pertumbuhan akar dan penyerapan hara dapat berlangsung secara baik. Pengolahan lahan kering dapat dilakukan dengan cara dibajak atau dicangkul agar gembur. Tanah dibersihkan dari gulma, kemudian dibuat bedeng dan disekeliling bedeng dibuat parit dengan lebar 20-25 cm sedalam 25-30 cm.

11.4.3 Penanaman

Sebelum benih ditanam, terlebih dahulu benih disiapkan terlebih dahulu sesuai perlakuan. Setelah itu benih kedelai ditanam di dalam lubang yang telah disiapkan sedalam 3-5 cm dengan 2-3 butir benih per lubang tanam. Selesai penanaman lubang ditutup kembali dengan tanah. Setelah benih tumbuh dengan baik (7 hari setelah tanam), dilakukan penjarangan dengan menyisakan 2 tanaman per lubang tanam. Pengamatan tanaman kedelai pada umur 3-5 hari untuk mengetahui adanya biji yang tidak tumbuh atau tanaman muda yang mati. Bilamana tanaman nampak jarang atau daya kecambahnya kurang, maka harus segera dilakukan penyulaman.

11.4.4 Pengairan

Tanaman kedelai harus tersedia air pada saat pertumbuhan awal sampai dengan 14 hari setelah tanam, pada saat pembungaan yaitu berumur 35 HST, dan pada saat pengisian polong yaitu pada waktu berumur 55 hari setelah tanam. Apabila kekurangan air pada waktu tersebut maka akan berakibat penurunan hasil tanaman kedelai. Selain itu, apabila air tidak tersedia pertumbuhan kedelai akan mengalami gangguan kritis terhadap pertumbuhan,

ada empat tahap kritis yaitu selama fase pertumbuhan awal, saat berbunga, pembentukan polong, dan pengisian biji.

11.4.5 Penyiangan

Penyiangan dilakukan pada umur 3-4 minggu. Manfaatnya agar tanah tetap gembur. Penyiangan tidak boleh dilakukan waktu kedelai sedang berbunga karena mengakibatkan bunga rontok. Penyiangan berikutnya pada waktu tanaman kedelai telah selesai berbunga. Cara penyiangan dengan membersihkan rumput-rumput liar di sekitar tanaman kedelai sambil menggemburkan tanah.

11.4.6 Pemupukan

Pemupukan dasar dilakukan dengan menggunakan pupuk nitrogen (N), Fosfor (P), dan kalium (K). Pupuk tersebut diberikan saat tanam atau satu minggu setelah tanam dengan cara disebar atau dimasukkan ke dalam lubang berjarak 4-5 cm di samping lubang tanam. Adapun tujuan dari pupuk dasar N, P, dan K adalah menyediakan unsur hara pokok yang dibutuhkan tanaman untuk tumbuh. Jenis pupuk yang diperlukan yaitu Urea (50-100 kg/ha), SP-36 (75-130 kg/ha) dan KCl (75-120 kg/ha). Pemupukan tanaman kedelai dilakukan 2 kali yaitu pemberian pupuk dasar yang diberikan pada saat tanaman kedelai berumur 3-7 hari dengan Urea, SP-36 dan KCl masing-masing setengah dosis, sedangkan setengah dosis lagi diberikan setelah tanaman berumur 20-30 hari yaitu menjelang tanaman berbunga.

11.4.7 Pengendalian Hama dan Penyakit

Pengendalian hama dan penyakit dilakukan apabila ada tanda-tanda serangan hama dan penyakit dengan cara membuang bagian yang terserang hama dan penyakit tersebut. Selain itu, ketika populasi hama dan penyakit tinggi, maka tindakan pengendalian hama dan penyakit dapat dengan menggunakan

pestisida sintetik (kimia). Jenis pestisida sintetik yang digunakan tergantung dari mikroorganisme penyakit (patogen) dan hamanya.

11.4.8 Panen

Panen kedelai dilakukan apabila sebagian besar daun sudah menguning, tetapi bukan karena serangan hama atau penyakit, lalu gugur, buah mulai berubah warna dari hijau menjadi kuning kecoklatan dan, atau polong sudah kelihatan tua, batang berwarna kuning agak coklat dan gundul. Kedelai yang akan dikonsumsi dipetik pada umur 75-100 hari, sedangkan untuk benih dipetik pada umur 100-110 hari.

11.5 Tanaman Ubi Kayu (*Ipomoea Batatas*)

Tanaman ubi kayu adalah tanaman berkayu yang dipanen umbinya. Daun tanaman ini dapat dimanfaatkan sebagai sayuran. Tanaman ubi kayu dapat menghasilkan biji tetapi tidak digunakan untuk perbanyakan. Tanaman ini biasanya diperbanyak dengan menggunakan stek batang. Umur tanaman ubi kayu sekitar 8-10 bulan. Tanaman ubi kayu mempunyai daya adaptasi yang luas, tetapi umumnya ubi kayu ditanam di lahan kering. Bagian umbi batang yang dimanfaatkan daun dan umbi.

Tanaman ubi kayu merupakan tanaman pangan berupa perdu dengan nama lain: ketela pohon, singkong atau kasape. Tanaman ubi kayu berasal dari benua Amerika, tepatnya dari negara Brazil. Ubi kayu atau singkong memiliki nilai ekonomi penting di Indonesia dibandingkan dengan umbi-umbi lainnya. Itu karena tanaman ubi kayu kaya akan karbohidrat dan merupakan makanan pokok di daerah tandus di Indonesia.

Adapun tahapan budidaya tanaman ubi kayu, yaitu sebagai berikut:

11.5.1 Pembibitan

Bibit yang baik untuk bertanam ubi kayu harus memenuhi syarat antara lain: ubi kayu berasal dari tanaman induk yang cukup

tua (10-12 bulan), pertumbuhannya normal dan sehat serta seragam, batangnya telah berkayu dan berdiameter sekitar 2,5 cm dan lurus, serta belum tumbuh tunas-tunas baru.

11.5.2 Pengolahan Lahan

Kegiatan yang perlu dilakukan sebelum pengolahan lahan adalah: a). Pengukuran pH tanah dilakukan dengan menggunakan kertas lakmus, pH meter dan cairan pH tester, b) Penganalisaan jenis tanah pada contoh atau sampel tanah yang akan ditanami untuk mengetahui ketersediaan unsur hara, kandungan bahan organik, c) Penetapan jadwal/waktu tanam berkaitan erat dengan saat panen. Hal ini perlu diperhitungkan dengan asumsi waktu tanam bersamaan dengan tanaman lainnya (tumpangsari), sehingga sekaligus dapat memproduksi beberapa variasi tanaman yang sejenis, d) Luas areal penanaman disesuaikan dengan modal dan kebutuhan setiap petani ketela pohon. Pengaturan volume produksi penting juga diperhitungkan karena berkaitan erat dengan perkiraan harga pada saat panen dan pasar. Apabila pada saat panen nantinya harga akan anjlok karena di daerah sentra penanaman terjadi panen raya maka volume produksi diatur seminimal mungkin.

Pembukaan lahan pada intinya merupakan pembersihan lahan dari segala macam gulma (tumbuhan pengganggu) dan akar-akar pertanaman sebelumnya. Tujuan pembersihan lahan untuk memudahkan perakaran tanaman berkembang dan menghilangkan tumbuhan inang bagi hama dan penyakit yang mungkin ada. Pembajakan dilakukan dengan hewan ternak, seperti kerbau, sapi, atau pun dengan mesin traktor. Pencangkulan dilakukan pada sisi-sisi yang sulit dijangkau, pada tanah tegalan yang arealnya relatif lebih sempit oleh alat bajak dan alat garu sampai tanah siap untuk ditanami.

11.5.3 Pembuatan Bedengan

Bedengan dibuat pada saat lahan sudah 70% dari tahap penyelesaian. Bedengan atau pelarikan dilakukan untuk memudahkan penanaman, sesuai dengan ukuran yang dikehendaki. Pembentukan bedengan/larikan ditujukan untuk memudahkan dalam pemeliharaan tanaman, seperti pembersihan tanaman liar maupun sehatnya pertumbuhan tanaman.

11.5.4 Pengapuran

Untuk menaikkan pH tanah, terutama pada lahan yang bersifat sangat masam/tanah gambut, perlu dilakukan pengapuran. Jenis kapur yang digunakan adalah kapur kalsit/kaptan (CaCO_3). Dosis yang biasa digunakan untuk pengapuran adalah 1-2,5 ton/ha. Pengapuran diberikan pada waktu pembajakan atau pada saat pembentukan bedengan kasar bersamaan dengan pemberian pupuk kandang.

11.5.5 Penanaman

Pola tanaman harus memperhatikan musim dan curah hujan. Pada lahan tegalan/kering, waktu tanam yang paling baik adalah awal musim hujan atau setelah penanaman padi. Budidaya ubi kayu bisa menggunakan pola tanam monokultur maupun tumpangsari. Pola tumpangsari dilakukan dengan mengatur jarak tanam ubi kayu sedemikian rupa sehingga ruang diantara barisan ubi kayu dapat ditanami dengan tanaman lain (kacang-kacangan, jagung maupun padi gogo). Pengaturan jarak tanam ubi kayu diistilahkan dengan *double row* (baris ganda). Cara penanaman dilakukan dengan meruncingkan ujung bawah stek ubi kayu, kemudian tanamkan sedalam 5-10 cm atau kurang lebih sepertiga bagian stek tertimbun tanah. Bila tanahnya keras/berat dan berair/lembab, stek ditanam dangkal saja.

11.5.6 Penyulaman

Bibit yang mati/abnormal segera dilakukan penyulaman, yakni dengan cara mencabut dan diganti dengan bibit yang baru atau cadangan. Bibit atau tanaman muda yang mati harus diganti atau disulam. Pada umumnya petani maupun pengusaha mengganti tanaman yang mati dengan sisa bibit yang ada. Bibit sulaman yang baik seharusnya juga merupakan tanaman yang sehat dan tepat waktu untuk ditanam. Penyulaman dilakukan pada pagi hari atau sore hari, saat cuaca tidak terlalu panas. Waktu penyulaman adalah minggu pertama dan minggu kedua setelah penanaman. Saat penyulaman yang melewati minggu ketiga setelah penanaman mengakibatkan perbedaan pertumbuhan yang menyolok antara tanaman pertama dan tanaman sulaman.

11.5.7 Penyiangan dan Pembubunan

Penyiangan bertujuan untuk membuang semua jenis rumput/tanaman liar/pengganggu (gulma) yang hidup di sekitar tanaman. Dalam satu musim penanaman minimal dilakukan 2 kali penyiangan. Cara pembubunan dilakukan dengan menggemburkan tanah di sekitar tanaman dan setelah itu dibuat seperti guludan. Waktu pembubunan dapat bersamaan dengan waktu penyiangan, hal ini dapat menghemat biaya. Apabila tanah sekitar tanaman ubi kayu terkikis karena hujan atau terkena air siraman sehingga perlu dilakukan pembubunan/ditutup dengan tanah agar akar tidak kelihatan.

11.5.8 Perempelan dan Pemangkasan

Tanaman ubi kayu perlu dilakukan pemangkasan atau pembuangan tunas karena minimal setiap pohon harus mempunyai cabang 2 atau 3 cabang. Hal ini agar batang pohon tersebut bisa digunakan sebagai bibit lagi di musim tanam mendatang.

11.5.9 Pemupukan

Pemupukan dilakukan dengan sistem pemupukan berimbang antara N, P, K dengan dosis 133–200 kg Urea; 60–100 kg TSP dan 120–200 kg KCl. Pupuk tersebut diberikan pada saat tanam dengan dosis N:P:K= $1/3 : 1 : 1/3$ (pemupukan dasar) dan pada saat tanaman berumur 2-3 bulan yaitu sisanya dengan dosis N:P:K= $2/3 : 0 : 2/3$.

11.5.10 Pengairan

Kondisi lahan Ketela pohon dari awal tanam sampai umur 4–5 bulan hendaknya selalu dalam keadaan lembab, tidak terlalu becek. Pada tanah yang kering perlu dilakukan penyiraman dan pengairan dari sumber air yang terdekat. Pengairan dilakukan pada saat musim kering dengan cara menyiram langsung akan tetapi cara ini dapat merusak tanah. Sistem yang baik digunakan adalah sistem genangan sehingga air dapat sampai ke daerah perakaran secara resapan. Pengairan dengan sistem genangan dapat dilakukan dua minggu sekali dan untuk seterusnya diberikan berdasarkan kebutuhan.

11.5.11 Pengendalian Hama dan Penyakit

Pengendalian hama dan penyakit ubi kayu dilakukan apabila terdapat tanda-tanda serangan hama dan penyakit. Teknik pengendalian hama dan penyakit antara lain dengan cara membuang bagian yang terserang hama dan penyakit tersebut. Selain itu, ketika populasi hama dan penyakit tinggi, maka tindakan pengendalian hama dan penyakit dapat dengan menggunakan pestisida sintetik (kimia). Jenis pestisida sintetik yang digunakan tergantung dari patogen dan hamanya.

11.5.12 Panen dan Pascapanen

Tanaman ubi kayu dipanen dengan cara mencabut batangnya dan umbi yang tertinggal diambil dengan cangkul atau garpu tanah. Pemilihan atau penyortiran umbi tanaman ubi kayu sebenarnya dapat dilakukan pada saat pencabutan berlangsung. Akan tetapi penyortiran umbi ketela pohon dapat dilakukan setelah semua pohon dicabut dan ditampung dalam suatu tempat. Penyortiran dilakukan untuk memilih umbi yang berwarna bersih terlihat dari kulit umbi yang segar serta yang cacat terutama terlihat dari ukuran besarnya umbi serta bercak hitam/garis-garis pada daging umbi.

Pengemasan umbi ketela pohon bertujuan untuk melindungi umbi dari kerusakan selama dalam pengangkutan. Untuk pasaran antar kota/ dalam negeri dikemas dan dimasukkan dalam karung-karung goni atau keranjang terbuat dari bambu agar tetap segar. Khusus untuk pemasaran antar pulau maupun diekspor, biasanya umbi ketela pohon ini dikemas dalam bentuk gablek atau dijadikan tepung tapioka. Kemasan selanjutnya dapat disimpan dalam karton ataupun plastik-plastik dalam berbagai ukuran, sesuai permintaan produsen. Setelah dikemas umbi ketela pohon dalam bentuk segar maupun dalam bentuk gablek ataupun tapioka diangkut dengan alat transportasi baik tradisional maupun modern ke pihak konsumen, baik dalam maupun luar negeri.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfaniah, D. 2022. *Prakarya dan Kewirausahaan: Budi Daya*. Buku Panduan Guru. Pusta Perbukuan Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. Jakarta. 204 hal.
- Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. 2009. *Pedoman Umum Peningkatan Produksi Padi Melalui Pelaksanaan IP Padi 400*. Balitpa, Sukamandi.
- Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. 2011. *Prosedur Operasional Standar (POS) Budidaya Padi Sawah*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian. 18 hal.
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Maluku Utara. 2013. *Budidaya Kedelai (Juknis PTT)*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian.
- Dibia, I.N., & Suyarto, R. 2017. *Teknologi Budidaya Jagung*. Program Studi Agroekoteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Udayana. 35 hal.
- Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. *Teknologi Budiaya Jagung*. Kementerian Pertanian. 2017. Petunjuk Pelaksanaan Kegiatan Budidaya Jagung Tahun 2017. 108 hal.
- Ghosh, D., Brahmachari, K., Brestic, M., Ondrisik, P., Hossain, A., Skalicky, M., Sarkar, S., Moulick, D., Dinda, N. K., Das, A., Pramanick, B., Maitra, S., & Bell, R. W. 2020a. *Integrated weed and nutrient management improve yield, nutrient uptake and economics of maize in the rice-maize cropping system of Eastern India*. *Agronomy*, 10(12), 1906. Doi: <https://doi.org/10.3390/agronomy10121906>.
- Humaerah, A.D. 2013. *Budidaya Padi (Oryza sativa) Dalam Wadah Dengan Berbagai Jenis Pupuk Pada Sistem Tanam Berbeda*. *Jurnal Agribisnis*, 7 (2): 199-210. ISSN: 1979-0058.

- Pusat Pendidikan Pertanian. 2017. *Buku Ajar Teknologi Produksi Tanaman Pangan*. Pusat Pendidikan Pertanian. Badan Penyuluhan dan Pengembangan SDM Pertanian. Kementerian Pertanian. 162 hal.
- Riwandi, Handajaningsih, & Hasanudin. 2014. *Teknik Budidaya Jagung Dengan Sistem Organik di Lahan Marjinal*. UNIB Press. 56 hal.
- Sari, Silvia Permata. 2023. *Pengelolaan Hama Tanaman Jagung Pada Berbagai Daerah Sentra Produksi Jagung di Sumatera Barat*. Disertasi. Program Pascasarjana Fakultas Pertanian. Universitas Andalas. 183 hal.
- Siallagan, C.R., Sutini, Pribadi, D.U, & Kusuma, R.M. 2021. *Teknologi Budidaya Jagung Manis (Zea mays saccharata Sturt) Varietas Bonanza Dengan Menggunakan Pengaturan Jarak Tanam Dan Penggunaan Pupuk NPK*. Sains dan Teknologi Pertanian Modern. Vol. 2021. <http://dx.doi.org/10.11594/nstp.2021.1503>.
- Sugiarto, R. 2018. *Pertumbuhan dan Produksi Beberapa Varietas Padi (Oryza sativa) Pada Berbagai Sistem Tanam*. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. 66 hal.
- Wartapa, A., Slamet, M., Ariwibowo, K., & Hartati, S. 2019. *Teknik Budidaya Jagung (Zea mays L.) Untuk Meningkatkan Hasil*. Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian, 26 (2). 1-13.
- Zakaria, A.K. 2010. *Kebijakan Pengembangan Budidaya Kedelai Menuju Swasembada Melalui Partisipasi Petani*. Analisis Kebijakan Pertanian, 8 (3): 259-272.
- Zhiwu, W., Kai, C., Shijun, Q., Zengbin, L., Wen, C., Huanying, X., Suxian, Z., Zhaohua, D., Musa, Y., Dermawan, R., & Syahrudin, K. 2019. *Budidaya Jagung dengan Populasi Tinggi Untuk Meningkatkan Produktivitas dan Efisiensi Lahan di Indonesia*. Agrosaintek, 3 (1): 15-20. E-ISSN: 2579-843X. P-IISN: 2615-2207. 15-20.

BAB 12

CARA BUDIDAYA TANAMAN SAYURAN

Oleh Kristono Yohanes Fowo

12.1 Pendahuluan

Sayuran adalah bahan pangan dari kelompok tanaman hortikultura yang berperan penting dalam mendukung ketahanan pangan dan pemenuhan gizi masyarakat secara nasional. Tanaman sayuran mempunyai keanekaragaman yang luas dan berfungsi sebagai sumber karbohidrat, vitamin, mineral serta protein nabati. (Taufik, 2012). Kebutuhan sayuran untuk pemenuhan gizi selalu mengalami peningkatan, sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk. Produksi tanaman sayuran terus ditingkatkan baik melalui metode intensifikasi maupun ekstensifikasi, namun perlu disadari bahwa peningkatan produktifitas tanaman sayuran juga sangat dipengaruhi oleh teknik budidaya. Teknik budidaya tanaman adalah upaya yang disusun secara terencana dari berbagai macam kegiatan pengembangan dan pemanfaatan sumber daya alam nabati yang dilakukan oleh manusia dengan menggunakan modal, teknologi, keterampilan maupun sumberdaya lainnya untuk menambah, menumbuhkan dan mewujudkan agar lebih besar/ tumbuh dan berkembang biak/ bertambah banyak untuk menghasilkan produk yang bermanfaat dan berguna dalam pemenuhan kebutuhan hidup manusia (Elfianis, 2021). Tanaman sayur secara umum dikelompokkan berdasarkan bagian yang dapat dikonsumsi atau dimanfaatkan yaitu daun; umbi; buah; bunga dan biji (Paresti, S. *et al*., 2017).

12.2 Budidaya Tanaman Sayur Daun (Bayam)

Budidaya sayuran daun secara umum di pengaruhi oleh jenis dari bahan tanam. Perbedaan jenis bahan tanam akan berpengaruh terhadap aktivitas budidaya atau perlakuan awal yang berkaitan dengan persemaian.

Tanaman bayam (*Amaranthus* spp.) mengandung banyak vitamin dan mineral, serta tumbuh sepanjang tahun. Bayam termasuk jenis sayuran dataran tinggi, namun dapat dibudidayakan di dataran rendah serta menghendaki kondisi lingkungan tumbuh dengan kondisi lahan yang subur dan gembur dengan pH berkisar 6-7. Kondisi tanah dengan pH yang lebih rendah atau lebih tinggi tanaman bayam tidak dapat tumbuh secara baik (Susila, 2006).

1. Benih

Bayam di budiayakan melalui biji. Biji bayam yang dijadikan sebagai benih harus cukup tua ($\pm$ 3 bulan). Benih yang berumur mudah, daya simpan lebih singkat dan daya kecambah yang rendah. Benih bayam tidak memiliki masa dormansi, kebutuhan benih untuk untuk luasan 1 ha dapat mencapai 5-10 kg dan rata-rata 0,5-1 g/m².

2. Persiapan Lahan

- a. Pembesihkan gulma dan sisa tanaman terdahulu.
- b. Lahan di olah dengan cara di cangkul sedalam 20-30 cm.
- c. Pengaplikasikan pupuk dasar dengan dosis 5-10 ton/ha dengan cara disebar merata di atas permukaan tanah.
- d. Bedengan dibuat dengan arah barat ke timur yang bertujuan mendapatkan cahaya penuh dalam proses pertumbuhan. Lebar 1-1,2m dan panjang 5-10m, tinggi bedengan 20-30 cm, jarak antar bedengan 30 cm yang di jadikan sebagai saluran drainase dan akses pada aktivitas penanaman dan perawatan tanaman.

3. Penanaman

Penanaman bayam dilakukan dengan 3 cara:

- a. Benih di campur dengan pasir atau pupuk kandang dengan perbandingan 1:10, lalu di tebar secara merata pada permukaan bedengan .
- b. Benih bayam dapat di tabur pada garitan atau larikan yang dibuat menurut baris sepanjang bedengan dengan jarak antar baris 10-15 cm, kemudian ditutup dengan lapisan tanah.
- c. Benih bayam disemai terlebih dahulu, setelah tumbuh dan berumur 10-15 hari, bibit di pindahkan ke bedengan dengan jarak tanam 50 x 30 cm untuk tanaman bayam petik.

4. Pemeliharaan

Aspek pemeliharaan tanaman bayam meliputi:

- a. Penyiraman, dilakukan setiap hari sekali.
- b. Penyiangan, dengan cara mencabut gulma yang terdapat pada areal pertanaman dan secara bersamaan dilakukan pembumbunan.
- c. Organisme pengganggu tanaman (OPT) yang menyerang tanaman bayam diantaranya: ulat daun, kutu daun, penggerek daun dan belalang, sedangkan penyakit yang sering dijumpai adalah rebah kecambah (*Rhizoctonia solani*) dan penyakit karat putih (*Albugo* sp.). Pengendalian OPT menggunakan pestisida seperti pestisida hayati, pestisida nabati atau pestisida piretroid sintetis. Penggunaan pestisida harus memperhatikan jenis OPT sasaran sehingga efektif untuk tindakan pengendalian.

5. Panen dan Pasca Panen

Pemanenan bayam sebaiknya dilakukan di sore hari. Bayam dapat dipanen jika tinggi tanaman $\pm$ 20 cm untuk tanaman bayam cabut atau berumur 3-4 minggu setelah tanam. Tanaman ini di panen dengan cara dicabut beserta akar tanaman atau di potong pangkalnya. untuk bayam petik

pemanenan dilakukan pada umur 1-1,5 bulan dengan interval 1 minggu sekali.

12.3 Budidaya Tanaman Sayuran Bunga (Kembang Kol)

Kol (*Brassica oleracea* L.) merupakan tanaman semusim yang berbentuk perdu. Kol dapat tumbuh baik di dataran tinggi dengan ketinggian antara 1000-3000 m dpl. Lingkungan tumbuh yang cocok untuk tanaman kol adalah tanah yang gembur dan mengandung bahan organik, serta suhu udara rendah dan lembab. pH tanah berkisar 6-7. Kegiatan budidaya dalam bertani tanaman kol bunga meliputi:

1. Persiapan mediah dan Persemaian Benih



Gambar 12.1. Tray Semai

(Sumber : Tunas Agro)

- a. Persemaian benih menggunakan Tray, mempersiapkan media semai berupa tanah yang subur dan halus, pupuk kompos atau pupuk bokasi.

- b. Campurkan media tanah dan pupuk secara merata dengan perbandingan 1:1.
 - c. Masukkan media semai pada Tray, lalu di padatkan agar media bisa mencengkrap tanaman.
 - d. Siram Tray dengan air dan pembuatan lubang tanam.
 - e. masukan benih tanaman tomat di setiap lubang Tray 1 benih dari tanaman tomat dan ditutup dengan tanah halus.
 - f. Tray disimpan pada tempat yang sudah disiapkan dan ditutup agar tetap menjaga kelembaban pada media pembibitan (Rorasari, 2020).
2. Penyiapan lahan budidaya tanaman bungakol (Safitri, 2015)
- a. Pembersihan lahan dengan cara mencabut atau dibabat seluruh sisa tanaman terdahulu atau gulma yang terdapat pada lahan menggunakan parang atau sabit.
 - b. Pengolahan tanah dengan mencangkul tanah sedalam 20-30 cm, lalu bongkahan tanah di hancurkan untuk mendapatkan kondisi fisik tanah yang gembur.
 - c. Pengolahan tanah bertujuan memperbaiki sifat fisik tanah seperti struktur dan porositas tanah agar tanaman dapat tumbuh dengan baik.
 - d. Pengaplikasian pupuk dasar dilakukan dengan menaburkan pupuk pada lahan yang sudah di olah yang berasal dari ternak ruminansia atau ternak unggas yang telah melewati proses fermentasi.
 - e. Pembuatan bedengan dilakukan setelah pengaplikasian pupuk dasar, agar pupuk yang diaplikasi dapat terurai dan mempercepat proses dekomposer. Bedengan dibuat memanjang dengan dengan lebar 1-1,2m x 10-15m, jarak antar bedengan di buatkan saluran drainase selebar 30 cm, yang juga digunakan untuk akses pada aktivitas penanaman dan perawatan tanaman.

3. Penanaman

Berikut cara pemindahan bibit dari media semai menggunakan tray (Haryanti, et al., 2020):

- a. Bibit tanaman bunga kol di pindahkan ke lokasi penanaman jika bibit sudah memiliki 4-5 helai daun.
- b. Penanaman dilakukan pada sore hari
- c. Angkat tray semai perlahan-lahan dan disimpan pada bedengan yang akan ditanami.
- d. Siram media semai tray dengan air secukupnya dan tunggu beberapa saat sampai air teresap oleh media semai.
- e. Pengukuran jarak tanam 60x40 cm dan untuk setiap titik jarak tanam dibuat lubang tanam menggunakan tofa atau pacul.
- f. Pencet atau menekan sedikit bagian bawah lubang tray sehingga media semai terdesak ke atas.
- g. Keluarkan / tarik bibit beserta media semai secara perlahan agar media tanam tidak terpisah atau terlepas dari akar tanaman.
- h. Tanam bibit bunga kol pada setiap lubang tanam 1 anakan, tutup lubang tanam dengan tanah.
- i. Siram tanaman bunga kol yang baru dipindahkan ke lahan dengan air agar menghindar terjadinya layu

4. Perawatan

Perawatan tanaman kubis meliputi beberapa aktifitas yang mampu mendorong terhadap kualitas dan kuantitas tanaman bunga kol (Safitri, 2015):

- a. Penyiraman tanaman untuk musim kemarau dilakukan pagi dan sore hari terutama pada masa awal pertumbuhan.
- b. Penyulaman dilakukan dengan menanam kembali untuk menggantikan tanaman yang mati atau busuk maupun pertumbuhan tanaman tidak normal. Aktifitas ini

- dilakukan 7-14 hari setelah penanaman (hsp), agar pertumbuhan tanaman tetap seragam.
- c. Pembersihan gulma dan pembumbunan, pembersihan gulma perlu dilakukan agar menekan terjadinya kompetisi, gulma dibersihkan dengan cara mencabut seluruh tumbuhan pengganggu yang terdapat pada areal pertanaman budidaya dan bersamaan dengan pembumbunan. Akhir pertumbuhan vegetatif (Berbunga) kegiatan penyiangan dan pembumbunan dihentikan.
 - d. Pemupukan susulan, pemupukan tanaman bunga kol dilaksanakan setelah penyiangan. Pengaplikasian pupuk terbagi dalam tiga periode yaitu pada waktu awal pertumbuhan (7 hsp) dengan dosis 30 kg/ha pupuk urea yang diaplikasikan dengan cara di benamkan disekitar tanaman. Pemupukan ke-2 di lakukan ketika tanaman sudah berumur 15 dan 30 (hsp) dengan takaran 150 kg/ha NPK 2577, yang diaplikasikan dengan cara pupuk dilarutkan dengan air terlebih dahulu dan disiram disekitar tanaman kubis, sedangkan pemupukan ke-3 dilakukan pada umur 35 dan 45 (hsp) takaran pupuk sebanyak 150 kg/ha⁻¹ NPK mutiara, yang diaplikasikan dengan cara dilarutkan dan disiram disekitar perakaran tanaman.
 - e. Pengendalian OPT, hama penting yang selalu menyerang tanaman kubis: (1). Ulat Perusak Daun (*Plutella xylostella*) ulat ini menyerang bagian bawah daun sehingga daun menjadi tipis. Hama ini dikendalikan dengan insektisida diazinon 600 EC, dosis aplikasi 0,5 gr/liter air yang disamprot 4 kali selama musim tanam; (2). Ulat Grayak (*Spodoptera exiua*), hama ini menyerang seluruh bagian tanaman (akar, batang dan daun tanam). Pengendalian hama ini dapat menggunakan curacron 500 EC dengan takaran 1,5-2 gr/liter air.

5. Panen dan Pasca Panen

Tanaman kubis di panen pada umur 45-50 (hsp) yang ditandai dengan (*crop*) membesar berwarna putih kekuningan, keras dan belum mekar. Tanaman kubis sebaiknya di panen pagi atau sore hari dengan memotong menggunakan alat bantu seperti pisau pada batang bagian bawah dari bunga dan menyisahkan beberapa daun yang menyelubungi bunga. Kubis yang sudah dipanen dibersihkan dan disortir sesuai ukuran atau bobot *crop* dan dikemas untuk di pasarkan.

12.4 Budidaya Tanaman Sayuran Buah (Tomat)

Tomat (*Solanum lycopersicum*) adalah kelompok tanaman dari famili *solanaceae* dan merupakan tanaman dengan siklus hidup yang pendek, tomat mampu tumbuh setinggi 100-200 cm, buah dari tanaman ini berwarna hijau, kuning dan merah yang digunakan sebagai sayur dalam masakan atau dikonsumsi secara langsung tanpa diproses (Ariati, 2017). Budidaya tanaman tomat menurut Edi dan Julistia, (2010); Wasonowati, (2011) meliputi:

1. Persemaian Benih

Benih tomat disemai pada wadah semai yang dibuat dari kotak, lalu di isi dengan media semai yang berasal dari komposisi tanah dan pupuk kandang setebal 5-7 cm. Pada tempat yang lain benih tomat dicampur dengan pasir yang kering dan steril, lalu diaduk secara merata. Benih yang telah tercampur di tebarkan secara merata di atas permukaan media semai, lalu ditutup selama 2-3 hari dengan daun kelapa atau paranet. Setelah 7-8 hari bibit pada media semai di transplanting dan setiap hari perlu dilakukan penyiraman. Setelah berumur 1 bulan bibit dapat di pindahkan atau di tanam pada lahan.

2. Persiapan Lahan

Lahan untuk penanaman tomat dibersihkan dari sisa tanaman terdahulu maupun tumbuhan liar dengan membabat dan dikumpulkan, Tanah di olah secara minimum dengan mencangkul sedalam 20-25 cm. Pembuatan bedengan dengan ukuran 1-1,2 m untuk lebar bedeng, sedangkan panjang bedengan maksimum 15 m, jarak antara bedengan 30 cm yang di peruntukan sebagai saluran drainase dan akses dalam aktifitas perawatan tanaman. Gunakan pupuk organik sebanyak 0,5-1 kg untuk setiap lubang tanam, diamkan lahan selama 1 minggu.

3. Penanaman

Penanaman didahului dengan pengaturan jarak tanam dan pembuatan lubang tanam. Tanaman tomat memerlukan jarak tanam 50 x 70 cm atau 70 x 80 cm tergantung varietas. Lalu dibuatkan lubang tanam dengan cara digali menggunakan tofa pada setiap titik jarak tanam. Masukkan pupuk organik terlebih dahulu kedalam lubang tanam dengan takaran 0,5 kg, satukan pupuk dengan tanah disekitar lubang tanam, lalu lahan didiamkan selama 1 minngu. Penanaman dilakukan sore hari, Tiap bedengan berisi 2 baris tanaman, dan pada setiap lubang tanam di tanami 1 tanaman tomat, setelah itu siram tanaman tomat yang baru dipindahkan ke lahan dengan air agar menghindar terjadinya layu.

4. Perawatan

Perawatan tanaman tomat di lapangan:

- a. Penyiraman dilakukan pagi dan sore hari, terutama selama fase pertumbuhan awal dan ketika berbunga, penyiraman dilakukan 2 hari sekali hingga berbuah .
- b. Penyulaman menggantikan bibit yang mati, rusak atau busuk. Penyulaman dilakukan 7-14 hari setelah penanaman (hsp).

- c. Pembersihan gulma dan pembumbunan, pembersihan gulma dilakukan dengan mencabut seluruh tumbuhan pengganggu yang terdapat pada areal pertanaman budidaya yang dilakukan bersamaan dengan pembumbunan.
 - d. Pemupukan susulan I diberikan 14 (hsp) dengan dosis (urea 75 kg); pupuk susulan II diberikan 35 (hsp) dengan dosis (urea 75 kg). Pupuk diberikan dengan membuat larikan berbentuk lingkaran dengan jarak 5 cm disekeliling tanaman lalu setelah pemupukan, larikan ditutup dengan tanah $\pm$ 2 cm.
 - e. Hama dan penyakit yang menyerang tanaman tomat (1). *Heliothis ermigera*, hama ini menyerang buah dan menyebabkan buah membusuk dan buah akan rontok; (2). *Thrips* spp, hama ini menyerang bagian daun dan daun menjadi bergaris kecil berwarna perak yang menyebabkan layu; (3). Nematoda (*Meloidogyna* sp.) hama ini menyerang bagian akar sehingga berbinti-bintil. Penyakit yang sering menyerang tanaman tomat: (1). *Phytophthora infestans* dengan gejala bercak daun pada ujung dan pinggir daun bagian bawah yang meluas keseluruh daun; (2). *Fusarium oxysporum* (tulang daun menguning dan tangkai merunduk, tanaman menjadi kerdil; (3). *Pseudomonas solanacearum* penyakit ini menyerang mulai dari bagian pucuk, terus menyebar kesemua bagian tanaman serta batang tanaman menjadi lembek). Pengendalian dengan pestisida piretroid sintetik.
5. Penanganan panen dan pasca panen
- Buah tomat dipanen ketika berusia 9 minggu dari penanaman. Kriteria buah telah berubah warna dari hijau ke kuning- kuningan dipanen dengan cara di petik bersama tangkai buah dengan interfal pananen 2-3 hari sekali. Buah di

soertir berdasarkan grid, lalu buah dimasukan dalam kotak yang terbuat dari kayu dengan berat rata-rata 20-25 kg.

12.5 Budidaya Tanaman Sayuran Umbi (Kentang)

Tanaman kentang (*Solanum tuberosum*) adalah komoditi dari kelompok tanaman horty, yang dijadikan pangan alternatif sebagai sumber karbohidrat saat ini (Wulandari et al., 2014). Kentang tergolong tanaman dari kelompok dikotil yang bersifat sebagai tanaman semusim dan tergolong ke dalam famili *solanaceae* serta penghasil umbi batang yang dapat di makan (Safitri, 2017). Susunan tubuh tanaman kentang yaitu stolon, umbi, batang daun, bunga, buah, biji dan akar, tanaman ini memiliki umur 90-120 hari tergantung dari jenis varietas. Budidaya tanaman kentang sangat berpengaruh terhadap hasil yang diperoleh, berikut teknik budidaya kentang menurut Susila (2006); Sugiharyanto (2008):

1. Pembibitan, perbanyak tanaman kentang paling banyak digunakan berasal dari umbi.
 - a. kriteria umbi tidak terserang dari OPT, berasal dari umbi bibit terpilih dengan bobot 30-50 gr dan yang telah melewati masa dormasi $\pm$ 4 bulan.
 - b. Umbi di simpan di rak dengan kondisi sirkulasi udara yang baik dengan suhu 25°C dan lama penyimpanan $\pm$ 5-6 bulan.
 - c. Memilih umbi berukuran sedang dan terdapat 3-5 mata tunas
 - d. Setelah bertunas $\pm$ 2 cm, umbi siap di tanam.
2. Persiapan lahan
 - a. Lahan yang akan digunakan terlebih dahulu dibersihkan dari tumbuhan liar dan sisa tanaman sebelumnya, lahan di olah dengan membajak sedalam 30 cm.
 - b. Pengaplikasian pupuk dasar yang berasal dari pupuk organik dengan dosis 10-20 ton/ha. Pupuk diaplikasikan

dengan cara disebar di atas permukaan lahan yang telah diolah secara merata.

- c. Bedengan di buat memanjang timur-barat dengan lebar 70 cm untuk penanamn 1 jalur tanam atau 140 cm untuk penanaman 2 jalur tanam. Tinggi bedeng 30cm dan 40cm untuk jarak antar bedengan yang dijadikan sebagai saluran drainase. Setelah pembuatan bedeng, lahan di biarkan atau di jemur selama 2 minggu.

3. Penanaman

- a. Kebutuhan bibit tanaman kentang sebesar 1.300-1.700 kg/ha untuk penggunaan umbi dengan berat berkisar 30-45 gr dengan menggunakan jarak tanam 70 x 30 cm.
- b. Waktu penanaman sebaiknya dilakukan pada akhir musim hujan yaitu bulan (April-Juni), dan jika lahan memiliki sumber irigasi yang baik, kentang dapat ditanam di musim kemarau.
- c. Lubang tanam dibuat sedalam 5-10cm, lalu bibit di tanam pada lubang tanam dan selanjutnya timbun lubang tanam dengan tanah. Sekitar 10-14 hari Bibit akan tumbuh.

4. Pemeliharaan

- a. Penyiraman dilakukan secara rutin, namun diharapkam tidak berlebihan.
- b. Penyulaman adalah menggantikan kembali tanaman kentang yang mati, atau terserang hama dan penyakit dengan bibit cadangan yang sama. Penyulaman dilakukan 15 hari setelah tanam.
- c. Pembersihan gulma dan pembumbunan dapat dijalankan secara bersamaan agar menghemat waktu, pembersihan gulma sebaiknya dilakukan pada fase kritis diantaranya pertumbuhan vegetatif awal serta vegetatif akhir dan sebaiknya dilakukan sebelum pemupukan. Penyiangan dengan cara mencabut seluruh gulma menggunakan alat bantu seperti tofa.

- d. Pemupukan, setelah pengaplikasian pupuk organik, pemupukan susulan dari pupuk anorganik penting diaplikasikan, hal ini agar terpenuhinya kebutuhan unsur hara untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman kentang. Pupuk anorganik dapat di aplikasikan 3 kali diantaranya awal pra tanam, 3 mst dan 6 mst. Dosis untuk pupuk Urea (47;93;47 kg/ha), ZA (100;200;100 kg/ha), KCL (56;112;56 kg/ha) dan SP36 diaplikasikan 1 kali pada awal pra tanam (311 kg/ha) yang diaplikasikan ke dalam lubang yang dibuat dengan jarak 10cm dari batang tanaman.
- e. Pengendalian OPT, OPT pada tanaman dapat menjadi penghambat pertumbuhan. OPT yang menyerang tanaman kentang (1). Kutu daun dan ulat tanah, hama ini menyerang daun dan menjadi keriput, pertumbuhan daun terhambat, daun menjadi gugur dan penurunan produksi. Pengendalian dengan penyemprotan insektisida pada daun; (2). Ulat grayak daun, ulat ini memakan daun, sehingga daun menjadi rusak, daun berubah menjadi kemerahan, menggulung dan merusak permukaan daun. Hama penggerek juga menyerang umbi kentang di gudang dengan tanda kotoran berwarna merah tua pada kulit umbi. Pengendalian dengan memisahkan umbi yang terserang dan dimusnakan; (3). Orong-orong, hama ini tinggal di dalam tanah, memiliki kaki depan yang kuat untuk melubangi umbi kentang pada pertanaman, kesusakan akibat hama ini lebih sering terjadi pada saat musim kemarau. Upaya pengendalian dengan pengaplikasian pupuk kandang.
- f. Pemangkasan bunga, sangat perlu dilakukan bagi varietas kentang yang berbunga, sehingga mampu meminimalisir terjadi kompetisi kebutuhan unsur hara untuk proses pembentukan dan perkembangan umbi.

5. Panen dan pasca panen

Tanamaan kentang di panen setelah berumur 90-180 hari. Perbedaan umur panen dipengaruhi oleh varietas. Varietas genja di panen umur 90-120 hari, varietas madium 120-150 hari dan varietas dalam 150-180 hari, dengan ciri daun telah berwarna kekuningan, batang tanaman agak mengering serta di gosok dengan jari, kulit tidak mudah terkelupas. Panen kentang dilakukan dengan mencangkul tanah disekitar umbi, umbi di angkat dengan hati-hati menggunakan gerpu tanah, lalu umbih dikumpulkan pada tempat yang teduh, umbi dibersihkan dari sisa-sisa tanah dan perakaran dan disortir berdasarkan ukuran umbih.

12.6 Budidaya Tanaman Sayuran Polong dan Biji (Kacang)

Kacang panjang (*Virga sinensis* L.) adalah tanaman semusim yang digunakan sebagai sayuran atau lalapan untuk peningkatan nilai gizi bagi masyarakat dan sebagai sumber vitamin A,B,C serta mineral. Biji dari kacang panjang menyimpan protein, lemak dan karbohidrat. Selain memiliki kandungan gizi yang tinggi, tanaman ini juga memiliki kemampuan untuk mengikat nitrogen (N₂) dari udara melalui bintil akar (*Rhizobium*) dan meningkatkan kesuburan tanah (N₂)meningkatkan kesuburan tanah (Handayanto, E. et all., 1995). Teknik budidaya tanaman kacang panjang sangat mempengaruhi kualitas dan kuantitas. Berikut teknik budidaya kacang panjang menurut Edi, S dan Julistia (2010); Jali, S. et all (2020):

1. Benih, benih kacang panjang terdiri dari varietas lokal dan vaietas hibrida.
 - a. Bagi varietas lokal benih diperoleh melalui proses tertentu yang dilakukan oleh petani yaitu mulai dari seleksi tanaman, panen, penjemuran, seleksi biji,

pengemasan dan penyimpanan untuk ditanam pada musim tanam selanjutnya.

- b. Varietas hibrida di peroleh dengan membeli dari toko pertanian.
- c. Kebutuhan benih kacang panjang untuk 1 ha dapat mencapai 20 kg.

2. Persiapan lahan

- a. Persiapan lahan didahului dengan pembabatan atau pembersihan sisa tanaman sebelumnya, maupun tumbuhan gulma menggunakan sabit atau parang, lalu dikumpulkan.
- b. Pengolahan tanah dengan mencangkul / dibajak hingga tanah menjadi gembur.
- c. Pengaplikasian pupuk dasar dari pupuk kandang dengan dosis 10-15 ton/ha, pupuk dasar diaplikasi dengan disebar secara merata di atas permukaan lahan yang telah selesai di olah.
- d. Pembuatan bedeng berukuran 60-80cm lebar, panjang bedengan 10-15 atau disesuaikan dengan panjang lahan. Untuk sistem guludan, lebar guludan 30-50cm. Setiap bedengan ataupun guludan di buatkan saluran drainase selebar 40cm yang akan dimanfaatkan untuk akses pada setiap aktivitas budidaya.

3. Penanaman

- a. Benih kacang panjang terlebih dahulu diseleksi dengan merendam benih dalam air $\pm$ 5 menit. Benih yang terapung tidak perlu digunakan atau dibuang sedangkan untuk benih yang terbenam di ambil untuk ditanam.
- b. Pengaturan jarak tanam kacang panjang 20x50 cm dan 40x60 cm digunakan untuk kacang panjang tipe merambat, sedangkan bagi kacang panjang tipe tegak jarak tanam yang digunakan 20x40 cm dan 30x60 cm.

- c. Pembuatan lubang tanam dengan cara di tugal dengan kedalaman $\pm 2,5-3$ cm.
- d. Penanaman benih dilakukan dengan memasukan benih kacang panjang ke dalam lubang tanam, setiap lubang di tanami 2 biji, selanjutnya lubang tanam di tutup dengan tanah halus.

4. Pemeliharaan

Pemeliharaan kacang panjang meliputi:

- a. Penyiraman, untuk tanaman kacang panjang penyiraman dilakukan setiap hari.
- b. Penyulaman dilakukan pada umur 4-7 hari setelah penanaman, dengan menanam kembali untuk benih yang tidak tumbuh atau surak.
- c. Pembersihan gulma ketika areal pertanaman ditumbuhi gulma dengan cara mencabut gulma atau membersihkan menggunakan tofa.
- d. Pemasangan ajir dapat digunakan berupa kayu atau belahan bambu dengan panjang lebih kurang 2 m, yang berfungsi sebagai panjatan.
- e. Pemupukan susulan untuk tanaman kacang panjang menggunakan pupuk Urea; SP-36 dan KCL masing-masing sejumlah (45 ; 90 dan 60) kg ha-1. Namun untuk waktu aplikasi pupuk SP-36 dan KCl diberikan bersamaan pada waktu tanam, sedangkan pupuk urea diaplikasikan dua kali masing-masing setengah takaran pada saat dua minggu setelah tanam dan sisanya setengah takaran diaplikasikan pada saat 4 minggu setelah tanam.
- f. Pengendalian OPT, bididaya tanaman kacang panjang selalu dihadapkan pada serangan OPT yang secara langsung akan mempengaruhi kualitas dan kuantitas. Hama yang sering menyerang kacang panjang (1). Lalat kacang (*Ophiomya phaseoli tryon*) menunjukkan gejala bercak putih di sekitar tulang daun, pertumbuhan

melambat dan daun menguning. Pengendalian dengan pergiliran tanaman; (2). Kutu daun (*Aphis cracivora* Koch) menunjukkan tanda-tanda pertumbuhan terhambat, karena hama ini mengisap cairan dari tanaman. Kutu ini berkumpul pada pucuk tanaman dan bertindak sebagai vektor virus, pengendalian dengan perputaran tanaman yang tidak sefamili; (3). Ulat gerayak (*Spodoptera litura* F.) serangan yang ditimbulkan dengan gejala daun tanaman berlubang, tingkat serangan tinggi akan terjadi pada musim kemarau, hama ini juga dapat menyerang bagian tanaman yang lain seperti polong. Pengendalian dengan teknik budidaya yaitu penanaman serempak dan pergiliran tanaman.

5. Panen dan penanganan setelah panen

Polong kacang panjang siap panen ketika polong telah maksimal, biji kacang dalam polong tidak menonjol. Waktu panen kacang yang harus dihindari adalah pada siang hari, dimana akan meningkatkan transpirasi polong dan sebaiknya di panen pada sore hari, tanaman kacang di panen umur 2-3 dengan teknik panen memotong tangkai buah menggunakan gunting yang tajam. Polong kacang panjang dikumpulkan, polong disortasi berdasarkan ukuran dan panjang polong dan selanjutnya polong diikat sesuai ukuran dengan bobot maksimal 1 kg.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariati, P.E.. 2017. "Produksi Beberapa Tanaman Sayuran Dengan Ssistem Vertikultur Di Lahan Pekarangan," *Agrimeta*, 7(13), pp. 78–86.
- Edi, S dan Julistia, B. 2010. *Budidaya Tanaman Sayuran*. Jambi: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jambi.
- Elfianis, R. 2021. *Pengertian Budidaya Tanaman Menurut Para Ahli*, <https://agrotek.id/pengertian-budidaya-tanaman/>.
- Handayanto, E., Suhartini, T dan Rahayu, E. 1995. *Budidaya Kacang Panjang*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Haryanti, D., Efendi, D. and Sobir, D. 2020. "Keragaman Morfologi dan Komponen Hasil Kubis Bunga (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) di Dataran Tinggi dan Dataran Rendah," *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 47(3), pp. 291–298. doi:10.24831/jai.v47i3.25902.
- Jali, S., Syamsuddin, T dan Putra, A.E.J. 2020. "Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair dan Jarak Tanam Terhadap Hasil dan Pertumbuhan Tanaman Kacang Panjang (*Vigna senensis* L.)," *Jurnal Ilmu Pertanian Agronitas*, 2(1), pp. 43–53.
- Rorasari, D.M.M. 2020. *Persemaian*, <http://cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/94876/Persemaian-/>.
- Safitri, L.S. 2015. "Analisis Pendapatan Usahatani Kubis Bunga Di Desa Gandasari, Kecamatan Cikaum, Kabupaten Subang," *Jurnal Agrotek*, 2(1), pp. 30–41.
- Safitri, V.I. 2017. "Sistem Pakar Deteksi Penyakit Tanaman Kentang Menggunakan Metode Certainty Factor," *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 1(1), pp. 798–805.
- Sugiharyanto. 2008. "Prospek Pengembangan Budidaya Tanaman Kentang Di Indonesia," *Geomedia: Majalah Ilmiah dan Informasi Kegeografian*, 6(2), pp. 43–52. doi:10.21831/gm.v6i2.15388.

- Susila, D.A. 2006. *Budidaya tanaman sayuran*. Institut Pertanian Bogor.
- Taufik, M. 2012. "Strategi pengembangan agribisnis sayuran di sulawesi selatan," *Jurnal Litbang Pertanian*, 31(2), pp. 43-50.
- Wasonowati, C. 2011. "Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum*) Dengan Sistem Budidaya Hidroponik," *Agrovigor*, 4(1), pp. 21-28.
- Wulandari, N. A; Heddy, S. and Suryanto, A. 2014. "Penggunaan Bobot Umbi Bibit Pada Peningkatan Hasil Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) G3 Dan G4 Varietas Granola," *Jurnal Produksi Tanaman*, 2(1), pp. 65-72.

BAB 13

HAMA TANAMAN PANGAN DAN CARA PENGENDALIANNYA

Oleh Viza Yelisanti Putri

13.1 Pendahuluan

Indonesia terkenal sebagai daerah agraris, dimana sebagian dari rakyat daerahnya memiliki mata pencaharian di sektor pertanian, misalnya bertani dengan mengusahakan tanaman pangan. Golongan tumbuhan yang masuk dalam kategori komoditi pangan yaitu tumbuhan pangan, tumbuhan hortikultura yang tidak termasuk tumbuhan hias serta kelompok tumbuhan lain yang menghasilkan bahan mentah untuk produk pangan. Tumbuhan pangan termasuk sebagai sumber utama bagi denyut hidup manusia. Oleh sebab itu, eksistensi tanaman pangan tetap diperlukan selama manusia masih hidup.

Tumbuhan pangan dikategorikan menurut lama umur tanaman, yaitu tumbuhan musiman dan tumbuhan tahunan. Tumbuhan musiman yaitu tumbuhan yang hidup selama satu kali dalam siklus hidupnya berkisar tiga sampai empat bulan contohnya jagung atau kedelai dan berkisar enam sampai delapan bulan contohnya singkong. Tumbuhan tahunan yaitu tumbuhan yang selalu hidup sesudah bereproduksi atau selesai dalam daur hidupnya dengan kurun waktu >2 tahun, contohnya sukun atau sagu.

Tumbuhan pangan terbagi atas tiga golongan : gandum, kacang-kacangan serta umbi-umbian. Golongan gandum contohnya padi, jagung juga sorgum sedangkan kacang-kacangan memproduksi polong atau biji sebagai hasil berbudidaya misalnya

kedelai, kacang tanah dan kacang hijau, ubi-ubian memproduksi ubi batang/ubi akar untuk hasil budidayanya, misalnya singkong dan ubi jalar serta talas.

13.2 Tanaman Padi (*Oryza sativa L.*)

Batang padi mempunyai buku dan rongga. Daun serta anakan akan muncul melalui buku yang berada di batang. Tanaman padi memiliki akar serabut. Pada proses budi daya padi, selalu akan ada gangguan hama yang mengganggu tanaman tersebut. Gangguan hama bila dalam pengendaliannya tidak tepat, bisa mengurangi produktivitas dari tanaman padi tersebut. Oleh sebab itu, dibutuhkan kemampuan petani untuk mengetahui jenis-jenis hama serta pengendaliannya dengan tepat, cepat, dan akurat.

Serangan hama di areal pertanaman padi bisa menghambat pertumbuhan dan perkembangannya. Serangan hama harus segera dikenali dari dini supaya bisa ditangani secepatnya. Bila tidak segera ditindaklanjuti maka petani akan kehilangan hasil yang tinggi. Hama yang sering mengganggu pertanaman padi yaitu :

1. Hama Wereng

Wereng dikenal sebagai hewan pengisap cairan tumbuhan yang memiliki warna coklat. Tubuhnya memanjang antara dua sampai empat milimeter. Imago memiliki 2 bentuk, yaitu memiliki sayap memendek (*brakhiptera*) dan memiliki sayap memanjang (*makroptera*). Imago makroptera memiliki kemampuan untuk terbang dan bermigrasi. Wereng coklat termasuk serangga *monofag*, yang memiliki inang tertentu yaitu padi dan padi liar (*Oryza parennis* dan *Oryza spontanea*).

Hal – hal yang mendukung penyebab adanya gangguan wereng coklat yaitu :

- a. Keadaan cuaca, misalnya sudah masuk musim kering tapi tetap turun hujan (musim pancaroba)

- b. Kondisi sawah yang terus menerus selalu tergenang bisa mendukung terjadinya gangguan wereng.
- c. Model tanamnya hanya satu tidak di rotasi dengan tanaman lain
- d. Kurangnya keberadaan agensia hayati (parasit, predator dan patogen)
- e. Menanam tanaman yang tidak tahan terhadap serangan

Metode pencegahan hama wereng di areal pertanaman yaitu:

- a. Bercocoktanam serentak dalam satu daerah, melakukan rotasi pada tanaman, menggunakan jenis tanaman yang tahan serta menerapkan kebersihan di lahan
- b. Menjaga jarak tanam supaya tidak terlalu rapat, misalnya menggunakan sistem tanam jarak legowo
- c. Menggunakan pestisida dalam mengatasi gangguan hama Wereng jika sudah melewati batas ambang ekonomi

Hal utama yang harus dilakukan petani pada areal pertanamannya adalah melakukan pengamatan secara langsung sebagai salah satu langkah dalam mencegah dan mengendalikan serangan wereng.

2. Penggerek Batang Padi

Pada areal pertanaman ada tiga jenis hama penggerek padi : (1) penggerek batang padi kuning (*Scirpophaga incertulas*) (2) penggerek batang putih (*Scirpophaga innotata*), (3) penggerek batang bergaris (*Chilo suppressalis*). Hingga kini tidak ada jenis padi yang tahan terhadap hama penggerek batang. Oleh sebab itu harus diperhatikan gejala serangan yang timbul pada waktu musim hujan.

Hama tersebut diatas mempunyai karakteristik berbeda dalam hal sebaran dan bioekologi. Tetapi mempunyai persamaan serangan pada tanaman juga dampak yang diakibatkan. Seluruh hama penggerek batang padi di daur hidupnya mempunyai fase metamorfosis sempurna diawali dari stadia telur, larva, pupa juga ngengat. Saat dalam stadia larva lah yang berperan jadi hama, dimana untuk mendapatkan nutrisi makannya diperoleh dengan menggerek tumbuhan padi sehingga menyebabkan kerugian.

Hama penggerek batang merupakan hama utama pada pertanaman padi, dimana hama tersebut merusak pertanaman padi dari semaian, stadia vegetatif, stadia generatif sampai panen. Kehilangan hasil akan sangat tinggi bila serangan terbangnya ngengat berbarengan dengan fase tanaman bunting. Gejala yang ditimbulkan dari gangguan hama tersebut yaitu :

- (1) Sewaktu tanaman stadia vegetatif, dimana larva yang ada membelah bagian tengah anakan tanaman yang mengakibatkan pucuk layu lalu kering dan setelahnya tanaman mati,
- (2) Sewaktu stadia generative yang mengakibatkan munculnya malai menjadi putih.

Strategi pencegahan yang bisa dilakukan untuk mencegah kehilangan hasil yang lebih tinggi lagi bisa dilakukan dengan cara yaitu :

a. Pencegahan dengan model tanam

Waktu penanaman yang sesuai adalah cara yang tepat untuk mencegah gangguan penggerek batang. Jangan menanam padi di Desember sampai Januari, disebabkan suhu, kelembaban dan curah hujan saat itu sesuai bagi hama untuk berkembang hidup, sedangkan tumbuhan

padi yang baru ditanam memiliki karakteristik yang rentan terhadap hama tersebut.

b. Pencegahan dengan mekanis

Pencegahan gangguan hama penggerek bisa dilakukan mulai dari semaian hingga sampai di pertanaman, dengan teknik mengumpulkan kelompok telur. Bila ada ngengat yang terbang di sore hari, maka pencegahan dilaksanakan dengan menangkap menggunakan lampu perangkap di malam hari (lampu yang bisa digabungkan dengan bak penampung yang sudah di isi dengan minyak/detergen).

c. Pencegahan secara hayati

Pencegahan secara hayati dengan memanfaatkan agens hayati parasitoid dengan melepas parasitoid telur misalnya *Trichogramma japonicum* dari awal masa tanam.

d. Pencegahan dengan kimiawi

Pencegahan menggunakan insektisida harus dilakukan, jika >10% rumpun padi menunjukkan tanda atau gejala sundep atau beluk. Atau menggunakan insektisida bila sudah ada ngengat yang terbang. Insektisida yang berbentuk butir dipakai di semaian dan diaplikasikan jika sekitar areal pertanaman ada lahan panen pada satu hari sebelum tanam.

3. Hama Penggulung Daun

Hama Putih Palsu (HPP) *Cnaphalocrocis medinalis* atau lebih dikenal dengan nama Hama Penggulung Daun. Gangguannya mengakibatkan dampak yang tinggi pada tingkat keberhasilan panen padi jika gangguan yang ditimbulkan pada stadia vegetatif dan stadia generatif melewati ambang >50%. Gangguan hama yang dominan di stadia vegetatif berpotensi menurunkan hasil daripada di stadia generatif. Pencegahan yang bisa dilaksanakan yaitu :

a. Pengendalian secara fisik

Pencegahan secara fisik ini bisa dilaksanakan bila areal lahan pertanaman tidak terlalu luas, umumnya dilaksanakan di areal pembibitan dengan melakukan pengamatan pada saat pembibitan serta mengambil telur atau ulat hama yang ada di lahan.

b. Pengendalian secara budidaya

Menggunakan pupuk Nitrogen yang berlebihan bisa menyebabkan munculnya ledakan hama ini. Oleh sebab itu penggunaan pupuk ini harus seimbang. Jika ditemukan adanya gangguan hama tersebut di lahan disarankan untuk mengundurkan waktu saat memupuk nitrogen hal ini dilakukan untuk mengurangi perkembangan hama yang tinggi. Selanjutnya lebih memperhatikan kebersihan lahan dan perputaran udara juga bisa menghambat penyerangan hama ini, mengatur model tanam dengan jarak legowo merupakan cara yang tepat dalam pengendalian hama.

Selain padi, hama penggulung daun bisa hidup juga pada beberapa varietas rumput oleh sebab itu pencegahan pada rumput yang bisa sebagai inang hama seharusnya dilaksanakan dari awal pertanaman.

c. Pengendalian secara hayati

Pengendalian secara hayati bisa dengan menggunakan musuh alami yang bisa dimanfaatkan, diantaranya yaitu parasit telur tabuhan *Apanteles ruficrus*, parasit ulat (larva) *Melcha maculiceps* dan parasit pupa (kepompong) *Brachymeria* sp.

d. Pengendalian secara kimia

Terlebih dahulu kita harus mengetahui ambang ekonominya sebelum dilakukan pencegahan secara kimia, ambang ekonomi yaitu batas toleransi hama yang bisa dianggap merusak yaitu bila terdapat >5 ulat/rumpun

tanaman karena akan mengurangi hasil jika tidak segera dikendalikan. Jangan menggunakan insektisida berbahan aktif piretroid pada padi, jika menggunakan insektisida ini bisa mengakibatkan matinya organisme non sasaran sehingga dapat menjadi pemicu ledakan hama.

4. Hama Walang Sangit

Walang sangit (*Leptocorisa oratorius* L) termasuk hama penting yang mengganggu pertanaman padi setelah berbunga dengan cara mengisap cairan butir padi, akibatnya butir padi menjadi kosong atau pengisiannya tidak sempurna. Sebaran walang sangit cukup luas dan bisa mengakibatkan penurunan hasil hingga 50%. Pengendalian walang sangit yang bisa dilakukan untuk menurunkan perkembangannya yaitu dengan beberapa cara :

a. Kebersihan lingkungan

Walang sangit memiliki tanaman inang alternatif lain yaitu rerumputan. Oleh sebab itu di areal lahan sekitarnya dari awal musim tanam sampai selesai masa panen wajib dilaksanakan pemusnahan terhadap rerumputan, sampai tidak ditemukannya lagi tanaman inang pengganti yang bisa dimanfaatkannya.

b. Pencegahan secara kultur teknik

Hingga kini tidak ditemukan jenis padi tahan terhadap walang sangit. Upaya pencegahan terhadap serangan walang sangit dilakukan dengan cara menanam serentak pada areal pertanaman. Makin serentak waktu menanam padi akan sedikit jumlah walang sangit di areal tersebut.

c. Pencegahan secara biologi

Pencegahan secara biologi menggunakan musuh alami yaitu menggunakan parasitoid dan jamur. Agensi hayati yang digunakan yaitu *Beauveria bassiana* dan *Metharizum*

sp. Serangan *Beauveria bassiana* pada walang sangit terjadi di stadium nimpa dan dewasa.

d. Pengendalian Kimiawi

Pencegahan menggunakan insektisida harus dilakukan, jika perkembangan populasi sudah di ambang batas sewaktu padi masuk stadium berbunga hingga masak susu. Pengaplikasian insektisida dilaksanakan pagi atau sore hari pada saat hama berada di kanopi. Insektisida yang disarankan adalah berbentuk cairan atau tepung, untuk yang butiran tidak disarankan.

e. Tikus

Tikus sawah (*Ratus argentiventer*) adalah hama yang susah untuk dikendalikan. Pertumbuhan hama tikus sangat cepat dan memiliki tingkat kerusakan yang tinggi pada tanaman mengakibatkan tikus menjadi ancaman di setiap lahan.

Pengendalian hama tikus dilaksanakan secara terus menerus, karena hama tikus selalu berkembang biak dengan cepat. Beberapa teknik yang bisa dilakukan dalam mengendalikan hama tikus yaitu manual, mekanis, dan elektrik.

13.3 Jagung (*Zea mays L.*)

Jagung adalah salah satu komoditi utama tanaman pangan di Indonesia. Adanya serangan hama di areal pertanian bisa mengurangi hasil produksi jagung. Beberapa hama penting yang menyerang jagung yaitu:

1. Hama Lalat Bibit

Lalat bibit atau *Atherigona exigua* adalah hama yang merugikan di lahan jagung. Lalat bibit merusak tanaman ketika muda atau baru tumbuh. Pencegahan yang bisa dilaksanakan yaitu melakukan rotasi tanaman, mengubah waktu penanaman, menggunakan jenis tanaman yang tahan,

membunuh larva dan telur serangga di tanaman. Pencegahan secara hayati juga bisa menggunakan *Thricogramma* spp. Yang memparasit telur, *Opius* sp. atau *Tetrastichus* sp. yang bisa memparasit larva, dan *Clubiona japonicola* sebagai predator bagi imago lalat bibit.

2. Hama Penggerek Batang Jagung

Penggerek batang jagung *Ostrinia furnacalis* merusak tumbuhan jagung dari stadia vegetatif hingga stadia generatif. Telur diletakkan oleh imago di bawah permukaan daun. Tanda gangguan yaitu ada lubang gigitan di batang yang dipisah oleh buku, pada semua gigitan ada bubuk sisa gigitan berwarna coklat, adanya lubang gigitan di batang membuat tumbuhan cepat patah.

Pencegahan yang bisa dilakukan yaitu melakukan rotasi tumbuhan dengan tumbuhan bukan inang atau memanfaatkan model tanam tumpang sari jagung bersama kedelai atau kacang tanah. Pencegahan secara hayati bisa memanfaatkan parasitoid telur, seperti *Trichogramma* spp., *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae*, *Micraspis* sp. Dan Cecopet (*Euborellia annulata*).

3. Hama Penggerek Tongkol

Helicoverpa armigera, merusak tumbuhan di stadia generatif pada saat umur 45-56 hari setelah tanam. Tanda gangguan yaitu rambut tongkol terpotong dan di ujung tongkol ada sisa gigitan dan selalu ada larva. Larva masuk ke dalam tongkol muda dan memakan biji-biji jagung, sehingga terdapat lubang sisa gigitan di tongkol serta sisa gigitan pada biji.

Pencegahan yang bisa dilaksanakan adalah dengan mengolah tanah, rotasi tanaman, mengambil dan membunuh larva secara manual. Secara hayati, bisa memanfaatkan *Trichogramma* spp, *Metarhizium anisopliae*, dan *Staphylinidae*. Secara kimia menggunakan insektisida yang dilaksanakan setelah rambut jagung tumbuh.

4. Hama Ulat Tanah

Agrotis ipsilon, Hama ini termasuk golongan hama nokturnal yaitu hama yang aktif pada malam hari. Umumnya berada dalam tanah di siang hari. Hewan ini merusak tanaman dengan memotong batang tumbuhan muda yang memiliki umur satu sampai tiga minggu, hingga tumbuhan patah lalu mati.

Pencegahan yang bisa dilaksanakan yaitu mengolah tanah, menggunakan mulsa plastik, mengumpulkan dan membunuh larva di sore hari. Pencegahan secara hayati dengan menggunakan *Bacillus thuringiensis* dan *Beauveria bassiana*.

5. Hama Ulat Grayak

Hama yang banyak di lahan jagung yaitu *Spodoptera litura* dan *Spodoptera frugiperda*. Morfologi yang berbeda dari *Spodoptera frugiperda* yaitu adanya motif huruf Y terbalik dan ada empat titik hitam besar di abdomennya. Ulat grayak bisa merusak batang, daun, dan tongkol jagung. Tanda awal yang bisa dilihat yaitu pada daun yang di serang terlihat adanya lubang, titik tumbuh terpotong dan terlihat seperti ada kotoran serupa bubuk gergaji.

Pencegahan yang bisa dilaksanakan yaitu penggunaan varietas tanaman yang memiliki daya kecambah tinggi, menanam serentak, membuat model tanam tumpang sari dengan tumbuhan bukan inang, mengumpulkan dan membunuh larva dan bagian tanaman yang terserang untuk mencegah penyebaran. Secara kimia, bisa memanfaatkan Karbofuran dan pencegahan dengan musuh alami, seperti *Tricogramma* spp, predator cocopet, kumbang kepik, dan semut.

13.4 Kedelai (*Glycine max* L.)

Kedelai adalah tumbuhan musiman yang mempunyai tinggi antara 40-90 cm. Daun dan polong mempunyai rambut halus. Tumbuhan ini mempunyai umur 72–90 hari. Tanda bahwa polong sudah masak yaitu memiliki kulit berwarna coklat. Kedelai diperbanyak menggunakan biji. Kedelai terdiri atas 3 jenis menurut warna bijinya yaitu kedelai kuning, hijau kekuningan, coklat, dan hitam.

Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) adalah sebutan untuk seluruh organisme yang bisa menyebabkan kerusakan dan kerugian pada tanaman. OPT yang menyerang kedelai tersebut mempunyai persentase serangan yang berbeda.

1. Kumbang daun Kedelai (*Phalaedenia inclusa*)

Kumbang *Phalaedenia inclusa* bisa mengganggu mulai dari tanaman muda hingga tanaman mencapai masa panen. Kumbang dewasa ataupun larva bisa menyerang pucuk, tangkai daun yang muda, polong juga daun. Gangguan kumbang *Phalaedenia inclusa* dalam fase kecambah bisa mengakibatkan tanaman langsung mati.

Untuk mencegah kerusakan semakin parah bisa dilakukan dengan beberapa cara misalnya :

- a. Perlakuan dengan menanam tanaman serempak dan tidak melebihi dari jangka waktu sepuluh hari
- b. Mengendalikan secara langsung, yaitu menangkap dan memusnahkan hama satu per satu
- c. Melakukan rotasi dengan tanaman non inang
- d. Mengaplikasikan insektisida dalam ambang batas

2. Ulat Grayak (*Spodoptera litura*)

Spodoptera litura bisa menyerang pada fase ulat dengan menggigit daun yang menyebabkan daun berlubang. Ulat melakukan serangan secara berkelompok, setelah daun habis, ulat menuju tulang daun dan epidermis bagian atas hingga daun terlihat transparan. Ulat tua menggigit daun muda

hingga tak bersisa, sedangkan daun tua, bila digigit menyisakan tulang daunnya. *Spodoptera litura* bisa merusak polong.

Untuk mencegah kerusakan semakin parah bisa dilakukan dengan beberapa cara misalnya :

- a. Perlakuan dengan menanam tanaman serempak dan tidak melebihi dari jangka waktu 10 hari
- b. Melakukan rotasi pada tanaman dengan tanaman non inang
- c. Areal pertanaman diistirahatkan (*bera*) untuk menghentikan daur hidup hama
- d. Mengendalikan secara manual, yaitu menangkap dan memusnahkan hama satu per satu
- e. Mengaplikasikan insektisida.

3. Kutu Kebul (*Bemisia tabaci*)

Bemisia tabaci adalah nimfa. Nimfa dewasa ini mengganggu tumbuhan dengan cara menghisap cairan tumbuhan.

Untuk mencegah kerusakan semakin parah bisa dilakukan dengan beberapa cara misalnya :

- a. Perlakuan dengan menanam tanaman serempak dan tidak melebihi dari jangka waktu 10 hari
- b. Melakukan rotasi pada tanaman dengan tanaman non inang
- c. Menggunakan varietas tanaman yang memiliki sifat kebal terhadap kutu kebul
- d. Mengaplikasikan insektisida

4. Ulat Jengkal (*Chrysodeixis chalcites*)

Ulat *Chrysodeixis chalcites* adalah ulat yang menyerang tanaman dengan cara berjalan menjengkal dan merusak daun hingga daun bolong dan mati.

Untuk mencegah kerusakan semakin parah bisa dilakukan dengan beberapa cara misalnya :

- a. Perlakuan dengan menanam tanaman serempak dan tidak melebihi dari jangka waktu 10 hari
- b. Melakukan rotasi pada tanaman dengan tanaman non inang
- c. Memanfaatkan perangkat cahaya, karena ngengat ulat *Chrysodeixis chalcites* suka dengan cahaya lampu
- d. Mengaplikasikan insektisida

13.5 Kacang Tanah (*Arachis hypogaeae* L.)

Arachis hypogaeae bisa hidup pada tanah yang kering dan tanah sawah setelah masa panen padi. Tumbuhan ini bisa dikembangkan menggunakan biji. Walaupun kacang tanah mempunyai cara perawatan yang mudah, namun kacang tanah tetap mendapat gangguan hama. Beberapa hama yang bisa mengganggu pertanaman ini yaitu :

1. Kutu *Aphid*

Aphid yaitu hewan yang acapkali suka mengganggu tumbuhan pada daerah yang memiliki iklim tropis termasuk kacang tanah. Kutu daun (*Aphid*) adalah kutu yang memakan getah tanaman. Biasanya mengganggu tumbuhan di fase pertumbuhan sampai masa panen.

Kutu daun (*Aphid*) suka menyerang pucuk tanaman yang masih muda. Dampak gangguan ini menyebabkan pertumbuhan menjadi terhambat sehingga tanaman jadi kerdil. Kutu daun (*Aphid*) juga sebagai hewan penular penyakit pada beberapa tanaman jenis kacang-kacangan.

Pencegahan yang umumnya dilakukan yaitu melakukan pengaplikasian penyemprotan insektisida. Pengaplikasian penyemprotan insektisida dapat dilaksanakan saat tanaman kacang tanah sudah mengalami gangguan

sekitar 25%. Disarankan pengaplikasian penyemprotan insektisida memakai pestisida berbahan organik dulu.

2. Ulat Grayak

Ulat grayak adalah hama penting yang membuat resah petani karena serangan hama ulat grayak bisa datang dalam waktu yang singkat. Ulat grayak umumnya menggigit daun tanaman kacang tanah sampai habis hingga meninggalkan tulang daun saja. Tapi larva dewasa juga bisa memakan tulang daunnya yang mengakibatkan daun tanaman sampai berlubang.

Pengendalian untuk ulat grayak ini dilakukan dengan menanam benih kacang tanah secara serempak setelah itu dilaksanakan monitoring berkala

3. Pengorok Daun

Penggorok daun termasuk Serangga kecil *Aproerema Modicela*, umumnya berada di dalam lipatan daun kacang tanah. Larva dari hama penggorok daun umumnya langsung mengganggu di bagian dalam daun menggunakan teknik menggigit atau mengorok daun antara epidermis atas dan bawah. Serangan pengorok daun memiliki karakteristik yang khas yaitu daun tanaman kacang tanah mengalami perubahan warna menjadi kecoklatan. Jika intensitas serangannya tinggi maka daun akan berubah jadi kehitaman seperti terbakar.

Pencegahan bagi penggorok daun dilakukan melalui pengaplikasian insektisida sesuai dosis dan melakukan monitoring secara berkala

4. Hama Uret

Hama *Uret* umumnya baru terlihat pada saat tumbuhan memilik pertumbuhan yang kurang subur.

Hama *uret* mengganggu tanaman kacang dengan mengunyah akarnya yang mengakibatkan pertumbuhan kacang tanah menjadi kurang berkembang. Dampak lanjutan

yang disebabkan dari serangan hama uret yaitu kacang tanah menjadi layu kemudian mati. Teknik yang digunakan untuk memastikan jika tanaman tersebut terserang uret atau tidak yaitu dengan menggali tanah di area perakaran.

Pencegahan yang sering dipakai dalam mengatasi gangguan hama uret yaitu menggunakan agens hayati *Metharizium sp* dan merendam benih menggunakan pestisida *seed treatment*.

13.6 Kacang Hijau (*Vigna radiata L.*)

Vigna radiata L. yaitu tumbuhan pangan musiman memiliki usia panen 55-65 HST. Kacang hijau mempunyai tinggi tanaman 53 - 80 cm, batang memiliki cabang juga daun dan polong yang berambut halus. Tumbuhan diperbanyak menggunakan biji.

Jenis hama yang suka menyerang tumbuhan kacang hijau yaitu lalat pucuk, kepik hijau, hama gudang, hama penggulung daun, ulat jengkal, kepik polong. Gangguan hama-hama itu bisa menyebabkan kehilangan hasil dari kecil sampai besar misalnya kerusakan daun atau polong sampai tanaman mati.

1. Ulat Jengkal

Ulat jengkal biasa dikenal dengan ulat lompat yaitu hama yang mempunyai karakteristik warna hijau dengan garis cerah di sisinya. Ulat jengkal mempunyai daur hidup 11 – 13 hari sampai berubah bentuk jadi pupa. Pupa akan menjadi ngengat coklat setelah 7 hari. Ngengat coklat ini biasanya menyerang tanaman yang memiliki bagian yang lembek misalnya tunas daun atau buah muda.

Pencegahan yang sering dipakai untuk mengatasi hama jengkal ini yaitu mengaplikasikan insektisida atau menggunakan agensia musuh alaminya yaitu *Apanteles sp* atau *Liatomastix sp*.

2. Kepik Hijau

Imago kepik hijau mempunyai bentuk bulat yang berwarna hijau. Saat dewasa, kepik mengganggu pada polong

kacang dan mengakibatkan keriput, berbintik, serta memiliki rasa yang pahit. Penghancuran telur dan imago merupakan suatu cara yang bisa dipakai dalam mengelola serangan hama kepek hijau, selain itu menggunakan teknik rotasi tanaman dengan non inang supaya populasi kepek hijau tidak melonjak naik.

3. Kepek Polong

Kepek polong hampir mirip dengan walang sangit, tapi kepek polong memiliki karakteristik yang khas yaitu memiliki warna kuning yang panjang di setiap sisi kanan kiri tubuhnya. Tanda awal gangguan hama kepek polong bisa terlihat dari kulit kacang yang mempunyai bercak cokelat sampai hitam yang disebabkan karena cairan polong yang dihisap oleh kepek polong. Upaya mencegah perkembangan populasi kepek hijau di lahan pertanian yaitu melakukan penyemprotan insektisida dengan dosis dan anjuran yang direkomendasikan, juga menggunakan teknik pergiliran tanaman, atau bisa juga dengan melakukan cara tanam serentak.

4. Lalat Pucuk

Serangga ini suka meletakkan telur di bagian bawah daun, sehingga sering membuat kita tidak mengetahui keberadaan hama lalat pucuk. Sewaktu lalat pucuk bermetamorfosis menjadi larva, maka serangga ini akan mengerek batang tanaman kacang hijau sehingga mengakibatkan tanaman menjadi layu kemudian mati. Alangkah baiknya, jika tanaman yang sudah terkena gangguan atau serangan hama lalat pucuk langsung dipotong dan dimusnahkan supaya larva lalat pucuk langsung ikut mati. Jika kepadatan populasinya semakin naik maka langkah yang bisa dilakukan yaitu menggunakan pengaplikasian pestisida.

5. Hama Gudang

Serangan hama gudang terjadi pada saat tanam kacang hijau melalui masa panen dan penyimpanan dalam

gudang. Karakteristik yang khas yang bisa ditemui pada hama gudang yaitu memiliki bentuk tubuh umumnya kecil dan memiliki warna cokelat kehitaman. Biji kacang tanah yang sudah dipanen dan disimpan di dalam gudang akan di serang oleh hama gudang, jika tidak segera diambil tindakan maka jumlah produksi yang sudah kita panen akan mengalami penurunan yang signifikan. Pencegahan yang sebaiknya dilakukan yaitu menyimpan biji kacang ke tempat yang memiliki tutup atau hampa udara, sehingga dapat mengurangi kehadiran hama gudang.

6. Hama Penggulung Daun

Serangga yang berbentuk menyerupai ulat yang memiliki warna hijau dengan garis kekuningan di tubuhnya, pada saat imago, ulat berubah bentuk jadi ngengat kuning yang ber-bercak hitam. Ulat yang masih berada pada gulungan inilah yang akan memakan daun dari dalam dan mengakibatkan daun menjadi rusak. Saat menemukan daun yang telah tergulung, seharusnya kita cepat memotongnya supaya penyebaran daun yang telah dimakan ulat tidak melebar. Teknik lain yang digunakan yaitu melakukan pola pergiliran tanaman dengan non inang atau melakukan penanaman yang serempak.

7. Kumbang Tanah Kuning

Gangguan hama ini dicirikan adanya lobang-lobang di daun, keping biji, juga batang tanaman kacang yang masih muda. Lobang-lobang itu untuk tanda dari gerakan dari hama tersebut. Teknik cepat mencegah gangguan hama kumbang tanah kuning yaitu dengan menyemprot insektisida atau bisa juga dilaksanakan dengan kehadiran atau munculnya predator kumbang tanah kuning misalnya laba-laba.

8. Lalat Kacang

Gangguan hama lalat dicirikan dengan adanya titik putih di tunas tanaman yang selanjutnya berubah jadi kuning dengan titik cokelat di tengahnya. Lalat kacang mengganggu tumbuhan

pada saat berbentuk larva yang menggigit daun dan mengakibatkan tumbuhan layu dan mati. Karakteristik khas yang dapat dijumpai pada lalat kacang yaitu memiliki tubuh warna putih atau krem tanpa kaki dengan kepala runcing. Teknik cepat mencegah gangguan lalat kacang yaitu menyemprot insektisida atau bisa juga dilaksanakan dengan pemasangan obor di malam hari. Sewaktu dewasa, hama lalat kacang akan bermetamorfosis jadi ngengat yang sensitif pada rangsangan cahaya, sehingga ngengat akan mendatangi obor lalu akan mati sendiri.

13.7 Singkong (Manihot utilissima)

Ubi kayu lebih dikenal dengan sebutan singkong yaitu tumbuhan berkayu yang akan di ambil ubinya. Daun singkong bisa dimanfaatkan sebagai sayuran. Singkong atau umbi kayu mampu menghasilkan biji, tapi tidak bisa dimanfaatkan untuk perbanyakan. Singkong umumnya diperbanyak dengan memanfaatkan batang yang di stek. Singkong dipanen pada saat berumur 8-10 bulan. Beberapa jenis hama pada tanaman singkong yaitu :

1. Hama Kutu Putih pada Ubi Kayu

Gangguan hama kutu putih di musim kering mengakibatkan kegagalan panen. Hama kutu putih mengganggu dengan mengisap cairan di bagian daun dan pucuk tanaman. Tanda yang tampak yaitu daun menjadi berkerut dan pucuk menjadi kerdil sehingga mirip seperti bunga atau dikenal dengan nama *bunchy tops*. Gangguan dengan intensitas tinggi bisa mengakibatkan *defoliasi*, tetapi gejala tersebut jarang terjadi, hal ini disebabkan ubi kayu bisa bertunas lagi dengan cepat.

Untuk mencegah kerusakan semakin parah bisa dilakukan dengan beberapa cara misalnya :

- a. Mengendalikan secara biologi dengan mendatangkan musuh alaminya yaitu (parasitoid: *Anagyrus lopezi*)
- b. Mengendalikan menggunakan bahan kimia organik misalnya ekstrak akar ubi kayu, minyak mimba dll
- c. Penggunaan varietas tahan.
- d. Mengendalikan secara kultur teknik

2. Babi dan Binatang Ternak

Pembukaan lahan baru di sekitar hutan sangat rentan dengan serangan babi hutan dan hewan ternak. Babi merusak tanaman dengan cara menggusur gusur tanah dan ubi nya. Pengendalian yang bisa dilakukan yaitu dengan memasang perangkap atau sejara sengaja di buru. Sedangkan untuk hewan ternak pengendaliannya dilakukan dengan dikandangan

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2022. <https://digilib.esaunggul.ac.id/public/UEU-Undergraduate-1229-BAB1.pdf>. Diakses 17 Juni 2023.
- Dinauli, Cristin N., Hesti, N., dan Pujiwati. 2020. Serangan Hama Penggerek Polong (*Etiella Zinckenella Treitschke*) Pada Lima Genotipe Kedelai (*Glycine max L. Merrill*). <https://repository.unib.ac.id/id/eprint/24107>. Diakses 16 Juni 2023.
- Fattah, A. & Ilyas, A.. 2016. Siklus Hidup Ulat Grayak (*Spodoptera litura*, F) dan Tingkat Serangan pada Beberapa Varietas Unggul Kedelai di Sulawesi Selatan. Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian Banjarbaru, 20 Juli 2016. Hal.: 838
- Hasanah, U., Tarmizi, dan Meidiwarman. 2018. Uji Teknik Pengendalian Hama Lalat Bibit Kacang (*Ophiomyia phaseoli* Try.) Pada Tanaman Kedelai (*Glycine max L.*). Crop Agro Vol. 12 No.1 – Januari 2019. Hal.: 80-89.
- Herawati, N. 2021. Pengendalian Tikus Berbasis Aspek Bioekologi. Departemen Proteksi Tanaman – Fakultas Pertanian IPB. 25 hal.
- Herlina. 2016. Efektivitas *Trap Barrier System* Dalam Menangkap Tikus Sawah. Jurnal Agroteknologi-H. 0712140-2016. Hal.: 1.
- Inayati, A. dan Marwoto. 2011. Ulat Jengkal Pada Kedelai dan Cara Pengendaliannya. Buletin Palawija No. 22: 63–70 (2011).
- Kalshoven. 1981. The Pests of Crops in Indonesia. Laan PA van der, penerjemah Jakarta: Ichtiar Baru-Van Hoeven. Terjemahan dari: *De Plagen van de Culture Gewassen in Indonesia*. P.T Ichtiar Baru . Jakarta.

- Masyitah, I., Suzanna F. S., Irda S. 2017. Potensi Jamur Entomopatogen untuk Mengendalikan Ulat Grayak *Spodoptera litura* F. pada Tanaman Tembakau In Vivo. Jurnal Online Agroekoteknologi. Vol. 5 No. 3 (2017): Page: 484-493
- Nurani, A.R., I.P. Sudiarta, N.N. Darmiati. 2018. Uji Efektifitas Jamur *Beauveria bassiana* Bals. terhadap Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) pada Tanaman Tembakau. E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika Vol. 7, No. 1, Januari 2018. hal.: 11-23.
- Priyambodo, S. 2021. Fakta Luar Biasa Tentang Tikus dan Pengelolaannya. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. 33 hal.
- Retnowati, L., A. Purwoko, M. Nurhidayat, N. Muhani. 2021. Petunjuk Teknis Pengamatan dan Pelaporan Organisme Pengganggu Tumbuhan serta Dampak Perubahan Iklim. Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan. Jakarta. 121 hal.
- Suharsono. 2011. Pemanfaatan Sumber-Sumber Ketahanan Untuk Perakitan Tanaman Tahan Terhadap Hama Pada Tanaman Kedelai. Buletin Palawija No. 21, 2011. Hal: 13-25.
- Sutriadi, M.T., E.S. Harsanti, S. Wahyuni, dan A. Wihardjaka. 2019. Pestisida Nabati: Prospek Pengendali Hama Ramah Lingkungan. Jurnal Sumber daya Lahan Vol. 13 No. 2. Desember 2019: 89-101.
- Tengkano, W. 2003. Lalat Kacang, *Ophiomyia phaseoli* Tryon (Diptera: *Agromyzidae*) pada Tanaman Kedelai dan Cara Pengendaliannya. Buletin Palawija No. 5 & 6: 43-56.
- Tengkano. 2003. Lalat Kacang, *Ophiomyia phaseoli* Tryon (Diptera: *Agromyzidae*) pada Tanaman Kedelai dan Cara Pengendaliannya. Buletin Palawija No. 5 & 6, 2003. Hal.: 43-56.

- Wiranti, E.W., dan Martini, T. 2004. Teknologi Pengendalian Tikus Sawah Secara Terpadu. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan sosial Ekonomi Pertanian. Departemen pertanian. Yogyakarta 26 Hal.
- Zulfiana, D. N.P.R.A. Krishanti, B. Wikantyoso, dan A. Zulfitri. 2017. Bakteri Entomopatogen Sebagai Agen Biokontrol Terhadap Larva *Spodoptera litura* (F.). Berita Biologi Vol. 16 No. 1 April 2017. Hal.: 13-21.

BAB 14

PANEN TANAMAN TOMAT YANG TEPAT

Oria Alit Farisi

14.1 Pendahuluan

Indonesia dikenal sebagai negara kepulauan yang kaya akan sumber daya alam. Hal ini membuat Indonesia mendapatkan julukan negara agraris. Sumber daya alam yang dimiliki diantaranya sayurandan buah-buahan. Hal ini dipicu salah satunya karena Indonesia memiliki iklim tropis yang memiliki perbandingan musim yangcocok untuk pertanian. Iklim ini juga memicu kondisi tanah di Indonesia cukup subur. Contoh daru sumber daya alam yang tergolongkedalamsayuran dan buah adalah tomat.

Tanaman tomat berasal dari daerah Amerika Tengah dan Amerika Selatan pada dataran tinggi. Kata tomat berasal dari bahasa Spanyol, yaitu tomate. Tomat juga ada dalam bahasa Aztec, yaitu jitomate. Tomat datang ke Indonesia tidak lama setelah tersebar ke Spanyol melalui Filipina.

Tomat menjadi salah satu komoditas pertanian yang cukup penting dan dikenal di seluruh dunia. Tomat adalah salah satu komoditas holtikultura yang memiliki nilai ekonomi dan permintaanyang cukup tinggi. Berdasarkan data dari Food and Agriculture Organization (FAO) tahun 2013-2018, produktivitas tomat di Indonesia cukup baik. Indonesia menjadi negara kedua eksportir tomat di kawasan ASEAN setelah Malaysia. Indonesia memiliki lahan tomat yang cukup luas dengan hasil panen yang cukup baik.

Hampir segala masakan di Indonesia membutuhkan campurantomat misalnya untuk jus, sambal, dan lainnya. Tomat memiliki kandungan vitamin yang banyak untuk memenuhi asupan gizi, terutama vitamin C.

14.2 MORFOLOGI TANAMAN TOMAT

Tomat merupakan tanaman yang tergolong kedalam famili Solaneceae. Tomat tergolong tanaman perdu yang memiliki dua jenis akar, yaitu tunggang dan serabut. Akar tunggang yang menembus kedalam tanah untuk menyerap unsur hara yang lebih dalam, sedangkan akar serabut tumbuh ke samping untuk memperluas jangkauan penyerapan unsur hara di permukaan (Hairunisa, H. 2020). Berikut klasifikasi tomat :

Kingdom	: Plantae (tumbuhan)
Sub Kingdom	: Tracheobionta (tumbuhan berpembuluh) Divisi
	: Spermatophyta (tumbuhan berbunga)
Subdivisi	: Angiospermae (menghasilkan biji)
Kelas	: Dicotyledoneae (dikotil/berkeping dua) Ordo
	: Tubiflorae
Famili	: Solonaceae (suku terung-terungan) Genus
	: Lycopersion
Spesies	: Lycopersicum esculentum Mill.

Tomat tergolong kedalam tanaman semusim maksudnya tanaman yang memiliki umur produksi satu kali periode panen dan selanjutnya tanaman tomat akan mati setelah berproduksi. Tomat mampu tumbuh dengan baik pada lingkungan dengan suhu 20-27°C dan curah hujan 750-1250 mg per tahun. Ketinggian yang sesuai untuk lingkungan tumbuh tomat yaitu 0-1500 mdpl dengan tekstur tanah yang gembur dengan kandungan unsur hara yang cukup.

Buah tomat memiliki bentuk yang beragam tergantung dari jenis atau varietasnya. Pada umumnya buah tomat berbentuk bulat, lonjong, dan bulat telur. Warna buah tomat juga bermacam-macam antara lain merah, kekuningan, hingga hijau. Tanaman

tomat memiliki daun berbentuk oval dan bagian tepi bergerigi. Permukaan batang terdapat rambut-rambut halus dan rambut kelenjar. Tomat tergolong tumbuhan dikotil dan tergolong hermafrodit artinya memiliki bunga dengan dua alat kelamin yaitu jantan dan betina sehingga hal ini menyebabkan tomat mampu melakukan penyerbukan sendiri (autogami). Pertumbuhan tomat umumnya berlangsung 96 jam setelah proses penyerbukan (Lubis, E. 2020). Daging buah tomat memiliki tekstur lunak dan mengandung banyak air. Semakin tua buah tomat maka kandungan air semakin banyak.

14.3 Panen Tanaman Tomat

14.3.1 Penentuan

1. Penentuan waktu panen tomat

Tanaman tomat dengan mutu yang baik dapat diperoleh ketika proses pemanenan dilakukan pada kematangan buah dan waktu yang tepat. Pemanenan buah tomat yang belum matang akan menghasilkan mutu buah tomat yang kurang baik. Selain itu, waktu pemanenan yang terlambat dapat mengakibatkan mutu dan nilai jual buah tomat menjadi rendah. Oleh karena itu, penentuan waktu panen buah tomat yang tepat sangat berpengaruh terhadap kondisi buah setelah panen karena buah tomat merupakan jenis buah klimakterik yang tetap melangsungkan proses pematangan meskipun setelah panen.

Pemanenan buah tomat untuk didistribusikan ke tempat yang jauh harus dilakukan ketika kondisi buah belum masak agar kualitas buah yang akan dikirim dalam kondisi yang baik hingga tiba ke tempat tujuan. Pada umumnya petani tomat menggunakan cara visual untuk melihat tingkat kematangan buah tomat. Waktu panen pada buah tomat bervariasi tergantung pada varietas yang digunakan dan kondisi tanaman tomat di lahan. Namun, pada umumnya

tanaman tomat dapat dipanen pada umur 2,5 sampai 3 bulan setelah tanam. Buah tomat dapat dilakukan pemanenan beberapa kali yaitu 10 sampai 15 kali dengan selang waktu 2 sampai 3 hari sekali. Pemanenan buah tomat dapat dilakukan sesuai dengan tujuan pemasaran dan waktu pengangkutan, diantaranya :

- a. Buah tomat untuk tujuan peasaran jauh dan memerlukan waktu pengiriman yang lama. pada kondisi ini buah tomat dapat dipanen pada fase hijau masak. Pada fase hiju masak, warna kuning gading pada ujung buah tomat sudah mulai tampak. Saat buah tomat diiris melintang, daging buah di sekitar biji akan terlihat agar dengan biji-biji menyamping pada pengirisan.
- b. Buah tomat untuk tujuan pemasaran yang tidak terlalu jauh dapat dipanen ketika kondisi buah tomat yang akan dipanen dapat ditandai dengan ujung buah berwarna merah jambu (kemerah-merahan).
- c. Buah tomat untuk tujuan pemasaran dekat dengan pengalengan. Untuk kondisi ini sebaiknya buah tomat dipanen ketika sudah matang atau ketika buah tomat sudah sebagian besar berwarna merah jambu atau merah.
- d. Buah tomat untuk tujuan konsumsi atau bumbu dapur. Untuk kondisi ini buah tomat dapat dipanen ketika warnabuah agak kekuning-kuningan.

Perbedaan umur panen tomat dapat mempengaruhi produktivitas dan mutu tomat. Tomat yang dipanen sebelum matang menghasilkan mutu yang kurang baik. Sedangkan penundaan waktu panen, meningkatkan potensi buah tomat cepat membusuk, Penentuan waktu panen dan cara panen yang tidak tepat dapat mengurangi hasil panen sekitar 24% dengan jumlah kehilangan hasil

setelah panen 11,9% dan kehilangan hasil setelah penyimpanan sebesar 12,1%.

Pengetahuan tentang waktu panen tomat yang tepat sangat penting untuk diketahui. Hal ini dikarenakan bahwa dengan pemilihan waktu panen yang tepat akan meminimalisir terjadinya kerugian pemasaran dan pendistribusian serta juga meningkatkan nilai ekonomis buah tomat yang akan dijual di dalam negeri maupun di luar negeri. Perbedaan fase/tingkat kematangan (mentah, matang, lewat matang) buah tomat yang dipanen sangat mempengaruhi kualitas mutu tomat. Kadar vitamin C yang terkandung pada setiap fase/tingkat kematangan akan berbeda. Vitamin C (asam askorbat) merupakan salah satu vitamin yang diperlukan tubuh manusia, karena berperan sebagai antioksidan, anti kanker, menjaga kesehatan gigi dan gusi, serta memperkuat system kekebalan tubuh. Vitamin C ini dapat larut dalam air. Waktu yang tepat untuk melakukan panen buah tomat yaitu pada fase matang, karena pada tomat yang matang memiliki kadar vitamin C yang terbaik (lebih tinggi) daripada yang mentah dan lewat matang. Hal ini diakibatkan saat tomat fase lewat matang, terjadi peningkatan kadar gula sehingga kadar vitamin C akan berkurang. Buah tomat fase lewat matang melepaskan hormone etilen yang mengaktifkan gen transkripsi untuk sintesis enzim akan menghentikan aktivitas vitamin. Sedangkan buah tomat fase mentah, kemampuan tumbuhan dalam melakukan katalis vitamin C masih rendah sehingga Vitamin C yang dihasilkan rendah.

2. Kriteria panen buah tomat

Pemanenan buah tomat dilakukan saat tanaman berumur 75 hari setelah penanaman bibit. Waktu penen yang paling tepat untuk tanaman tomat yaitu saat cuaca terang dan dilakukan dengan cara mematahkan tangkai

buah sembari memegang ujung buah dengan telapak tangan. Apabila tomat ditujukan untuk pengolahan, maka buah tomat yang digunakan harus dalam keadaan segar yang diperoleh dari hasil pemanenan dengan ciri yang telah masak dan berwarna merah. Sedangkan, untuk pemasaran jarak jauh sebaiknya tomat dipanen saat buah dalam keadaan hijau atau belum terlalu matang, tepatnya berkisar 3-7 hari sebelum warna tomat menjadi merah. Namun, jika ditujukan untuk pemasaran dekat dapat dipanen saat tomat berwarna kekuning-kuningan. Kriteria masak petik yang optimal dapat dilihat dari warna kulit buah, ukuran buah, keadaan daun tanaman dan batang tanaman, yakni: a) kulit buahnya berubah dari warna hijau menjadi kekuning-kuningan, b) bagian tepi daun tua telah mengering, c) batang tanaman menguning atau mengering. Pemanenan menggunakan alat panen berupa pisau agar tidak melukai buah tomat sehingga dapat menekan penurunan kualitas hasil panen tomat. Panen pertama dapat dilakukan umur 60-90 hari setelah tanam, bergantung pada kultivar dan kondisi iklim terutama suhu dan panjang hari. Pada panen selanjutnya dilakukan setiap 3-5 hari sampai buahnya habis.

Fase kematangan buah digunakan sebagai tanda/patokan untuk menentukan waktu panen tomat. Terutama dalam masa penyimpanan dan lama distribusi tomat itu sendiri. Fase kematangan buah ini digunakan dalam sektor petanian hortikultura tomat skala besa dan produksi cukup banyak. Fase kematangan buah tomat sebagai berikut :

A) Fase hijau masak

Dicirikan permukaan kulit yang berwarna kuning gading di ujung buah. fase ini dilakukan apabila tujuan

pemasaran dan distribusi jauh dan waktu lama dalam perjalanan

B) Fase masak pecah warna

Dicirikan dengan ujung buah berwarna kemerahan dengan warna hijau pada pangkalnya. pemanenan pada fase ini dilakukan untuk jarak distribusi yang tidak terlalu jauh dan waktu yang tidak terlalu lama

C) Fase sempurna

Dicirikan buah tomat sudah berwarna merah dan merah jambu di seluruh permukaan kulit tomat dengan tekstur buah belum terlalu lunak. pemanenan ini dilakukan untuk jarak distribusi dekat dan pemasaran langsung konsumsi/industri makanan.

Kriteria kemasakan tomat yang optimal ditandai dengan Perubahan warna kulit. Warna buah tomat merupakan salah satu indikator yang dapat menentukan kemasakan dari buah tomat. Buah tomat yang masak ditandai dengan berubahnya warna tomat dari hijau ke warna merah terang. Perubahan warna ini disebabkan oleh pigmen yang terkandung didalam buah tomat. Secara umum pigmen terbagi menjadi 4 kelompok yaitu klorofil, antosianin, flavonoid, dan karotenoid (Winarno, 2002). Pigmen dalam buah tomat termasuk ke dalam kelompok karotenoid, terutama likopen dan β -karoten yang merupakan komponen utama penentu warna pada buah tomat masak (Novita et al., 2015). Perubahan warna buah tomat dari hijau ke kemerahan disebabkan karena meningkatnya kandungan likopen dan β - karoten seperti yang terlihat dalam tabel berikut.

Tabel 14.1. Komposisi likopen dan β -karoten pada berbagai tingkatkematangan buah tomat (Cantwell,2000)

Tingkat kematangan	Likopen ($\mu\text{g/g}$)	β -Karoten ($\mu\text{g/g}$)
Mature-green	0.00	0.00
Breaker	0.52	0.40
Red-ripe	48.3	4.33

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa kandungan likopen β -karoten tertinggi terdapat pada buah tomat dengan tingkat kematangan red-ripe. Warna buah tomat mencapai tingkat kematangan red-ripe ketika berumur 50 HSB(hari setelah berbunga), berwarna breaker ketika berumur 38 HSB, dan berwarna mature green kerika berumur 35 HSB. Tingkat kematangan yang direkomendasikan untuk pemanenan adalah ketika kulit/permukaan buah berwarna merah lebih dari 90%.



(a) 35 HSB
(MatureGreen)

(b) 38 HSB
(Breaker)

(c) 50 HSB
(Red-Ripe)

Gambar 14.1. Warna buah tomat Tora IPB pada umur yang berbeda

14.3.2 Cara Panen Tomat

Panen tomat umumnya dilakukan pada umur tanaman 75 HST atau sekitar 3 bulan setelah waktu semai. Panen berikutnya dilakukan setiap 7 hari sekali dengan umur panen berkisar antara 70-100 hari. Waktu panen buah tomat yang tepat yaitu dilakukan pada pagi atau sore hari untuk mengurangi respirasi buah. Cara melakukan pemanenan buah tomat yaitu dengan memotong tangkai buah sambil memegang ujung buah dengan telapak tangan beserta kelopak bunga yang masih utuh secara hati-hati agar buah tidak rusak, kemudian buah dimasukkan ke dalam tas kecil untuk nantinya akan dikumpulkan di tempat pengumpulan buah. Tempat yang sejuk, teduh dan kering. Pemanenan buah tomat dilakukan satu persatu dan dipilih buah yang siap untuk dipetik. Kriteria masak buah yang optimal dapat dilihat dari ciri-ciri warna kulit buah, ukuran buah, keadaan daun pada tanaman dan batang tanaman, yakni:

- a) Kulit buah berubah warna dari hijau menjadi kekuning-kuningan
- b) bagian tepi daun tua telah mengering
- c) Batang tanaman menguning/mengering

Mempertahankan mutu buah tomat, dapat dilakukan dengan cara atau penanganan panen perlu dilakukan secara hati-hati, karena pemanenan yang kurang baik dan penanganan yang kasar di lapangan dapat mempengaruhi kualitas buah sehingga menyebabkan memar dan luka pada tanaman. Umumnya cara pemanenan masih dilakukan secara konvensional atau manual, yaitu menggunakan tangan, dimana buah tomat dipetik satu persatu dengan memutarinya setengah lingkaran secara hati-hati. Oleh karena itu sebaiknya menggunakan gunting pada saat memanen buah tomat supaya tidak rusak dan jatuh ke tanah.

Pemanenan yang baik yaitu menggunakan alat panen (gunting) sehingga tidak akan melukai buah tomat, panen buah

tomat dengan baik dan benar dapat menekan penurunan kualitas hasil panen tomat sebesar 10%. Selain itu tanaman tomat dapat berumur lebih lama karena melakukan panen yang benar tidak akan merusak tanaman tomat, akar, cabang, dan batang tanaman tetap kokoh sehingga panen buah tomat dapat berkelanjutan. Terdapat dua cara untuk memanen buah tomat yang sudah matang, cara petik dan menggunakan alat.

1. Cara panen tomat menggunakan teknik manual (Petik)

Pemilihan teknik pemanenan memainkan peran penting dalam meminimalkan kerusakan tanaman dan penyakit, sehingga memastikan hasil panen yang sukses. Selain itu, disarankan untuk memanen buah tomat saat mencapai fase hijau matang karena hal ini membantu mengurangi kerusakan selama penanganan pascapanen. Selain itu, kerusakan yang berlebihan selama penanganan dan distribusi tomat dapat menyebabkan kerugian yang signifikan, terutama ketika buah berada pada tahap pemecah atau pematangan progresif. Panen tomat yang tepat melibatkan beberapa langkah dan teknik penting untuk memastikan hasil panen berkualitas tinggi. Salah satu teknik memanen tomat yaitu dengan memetik tomat dari pohonnya. Langkah-langkah yang harus diperhatikan dalam memetik buah tomat:

- a. Pilih buah tomat yang telah masuk kriteria untuk dipanen.
- b. Genggam buah tomat secara hati-hati dengan posisi tangan menghadap keatas
- c. Putar buah tomat secara perlahan hingga terputus dari tangkainya. Karena ketika buah tomat sudah waktunya panen, sambungan antara ranting dan tangkai buah tomat mudah terputus dengan sedikit gerakan.
- d. Setelah terputus, kumpulkan dan simpan buah tomat



Gambar 14.2. Teknik memetik tomat (1)
(Sumber: <https://www.teknikbudidaya.com/tips-cara-budidaya-tomat-rampai/>)



Gambar 14.3. Teknik memetik tomat (2)
(Sumber: https://www.youtube.com/watch?v=mRWckrPs6jY&feature=youtu.be&ab_channel=OVARY27channel)



Gambar 14.4. Buah tomat terlepas dari pohonnya (Sumber: https://www.youtube.com/watch?v=mRWckrPs6JY&feature=youtu.be&ab_channel=OVARY27channel)

2. Cara panen tomat menggunakan alat

Pemanenan tomat selain dengan cara manual atau petik dapat juga memerlukan alat guna memudahkan dalam pemanenan tomat, alat yang digunakan berupa gunting dan pisau kecil berbentuk cincin. Keunggulan dalam pemakaian alat pemanenan tomat adalah lebih cepat dan lebih mudah dalam memotong tangkai buah tomat yang sudah tua, meminimalisir kerusakan pada buah tomat dikarenakan jika memakai teknik petik akan memerlukan sedikit tenaga dalam pemetikan sehingga dapat memungkinkan terjadinya kerusakan pada buah tomat. Pemanenan buah tomat yang baik dan benar akan menekan penurunan kualitas hasil panen tomat itu sendiri sebesar 10% (Yanti, Ndkk., 2016).

Pemanenan buah tomat sebaiknya dilakukan pada pagi atau sore hari dikarenakan agar dapat mengurangi terjadinya respirasi pada buah, kemudian pemanenan buah tomat dengan hati-hati agar buah tomat tidak mengalami kerusakan. Buah tomat yang telah dipanen selanjutnya dikumpulkan dalam tempat pengumpulan, tempat tersebut

yaitu tempat yang memiliki kondisi sejuk, kering, jauhkan dari benda-benda tajam yang dapat melukai buah tomat.



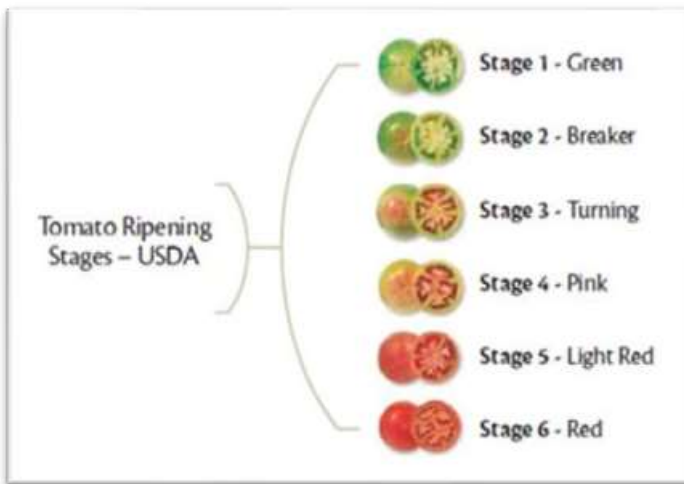
Gambar 14.5. Teknik panen menggunakan cincin pisau
(Sumber: <https://images.app.goo.gl/tg5KL6EN71rKoy3MA>)



Gambar 14.6. Teknik panen menggunakan gunting
(Sumber: <https://images.app.goo.gl/zPk4C8CXLbE7LQN76>)

14.3.3 Pemeraman tomat

Kematangan buah tomat sangat dipengaruhi oleh etilen yang merupakan hormon nabati yang diproduksi secara alami. Buah tomat dan buah klimaterik lainnya akan mengalami peningkatan respirasi dan produksi etilen setelah panen yang mendorong proses pematangan dan pembusukan (Sambeganarko, 2008).



Gambar 14.7. Tingkat kematangan buah tomat (Sumber: artikel dengan judul Pengukuran Kelunakan Buah dan Skala Warna Pada Buah Tomat www.pawanbagus.com))

Tomat memiliki 6 macam tingkat kematangan dengan karakteristik yang berbeda setiap tingkat kematangannya. Buah tomat dapat dilakukan pemanenan mulai tingkat kematangan pertama dimana buah tomat masih berwarna hijau segar dengan tekstur yang masih sedikit keras. Pemanenan dilakukan pada tingkat kematangan tertentu untuk tujuan tertentu, dimana setiap tujuan dan kegunaan buah tomat untuk dipanen akan mempengaruhi waktu pemanenan buah pada tingkat kematangan

yang berbeda. Seperti pada gambar diatas tingkat kematangan buah tomat terdapat 6 tingkatan.

Tingkat pertama adalah fase awal buah tomat mengalami pematangan ditandai dengan buah tomat berwarna hijau segar pada bagian luar atau kulit buah dan hijau lebih gelap pada bagian daging buahnya. Pada tingkat kedua buah akan mulai berubah warna yang sebelumnya berwarna hijau akan timbul sedikit warna merah kekuningan pada kulit buah dan daging buah. Pada tingkat ketiga atau fase turning dimana buah mengalami banyak perubahan warna pada kulit dan daging yang mulai berubah menjadi warna merah. Tingkat keempat buah tomat akan lebih dominan warna merah dengan sedikit warna kuning dan sudah tidak ada warna hijau pada seluruh bagian buah. Tingkat kelima buah tomat akan berwarna merah sempurna pada seluruh bagian buah dengan warna merah yang terang. Pada tingkat terakhir buah akan berwarna merah merona pada seluruh bagian buah dan pada bagian daging dan biji akan berwarna lebih gelap. Pada tingkat kematangan terakhir ini buah akan mulai mengalami penurunan atau pembusukan.

Pemanenan untuk kebutuhan pasar untuk konsumsi masyarakat biasanya dipanen pada tingkat kematangan 4 atau 5, sedangkan untuk kebutuhan pengiriman yang cukup jauh pada tingkat kematangan 2 atau 3. Kondisi lingkungan ataupun cuaca yang tidak dapat diprediksi atau dikendalikan oleh petani terkadang memaksa petani untuk segera memanen tomatnya pada tingkat kematangan pertama atau hijau. Hal ini dikarenakan adanya resiko serangan hama besar-besaran yang dapat merusak tanaman sebelum tanaman siap panen, resiko cuaca ekstrim yang dapat mengancam dan menimbulkan kerusakan pada tanaman sehingga memaksa untuk melakukan pemanenan pada kematangan tingkat pertama. Untuk mengatasi pemanenan tingkat pertama sedangkan pasar atau masyarakat menuntut

untuk buah tomat pada kematangan tingkat 4 atau 5, dapat dilakukan

Tindakan pemeraman untuk mempercepat proses pemasakan pada buah tomat. Pemeraman dapat mempercepat kematangan buah tomat karena respirasi dan produksi etilen sebagai pemacu pemasakan buah, semakin meningkat setelah panen (Sambeganarko, 2008; Tarigan *et al.*, 2016). Buah tomat diperam dengan cara membungkus buah dengan satu lapis kertas koran, memasukkan ke dalam kardus (tidak berlapis), lalu disimpan pada suhu kamar (25°C -30°C). Pemeraman dilakukan selama 4-8 hari, pemeraman pada hari ke-4 akan membuat tomat menjadi kuning dari warna awal setelah panen yaitu hijau sedangkan untuk hari ke -6 sampai hari ke-8 membuat tomat berubah warna dari hijau menjadi merah yang artinya pemeraman yang optimal dapat dilakukan dengan jangka waktu 6 sampai 8 hari untuk menghasilkan buah tomat yang matang. Selain untuk memenuhi kebutuhan pasar akan buah tomat yang masak pemeraman juga digunakan untuk meningkatkan mutu benih buah tomat. Pemeraman yang merupakan perlakuan untuk mempercepat proses pemasakan pada buah tomat akan lebih menyingkat waktu untuk memenuhi kebutuhan benih tomat. Pemasakan yang lebih cepat akan mempengaruhi lama proses penurunan kadar air pada buah tomat sehingga buah tomat akan lebih cepat mengering untuk kemudian diambil benihnya sebagai bahan dasar penanaman tomat selanjutnya.

14.3.4 Grading dan Sortasi Tomat

Penanganan pasca panen masih menjadi permasalahan tersendiri bagi sebagian produsen komoditas hasil pertanian sehingga nilai jual yang didapatkan lebih kecil. Salah satunya kegiatan sortasi dan grading yang masih belum sesuai dengan Standar Nasional Indonesia. Kegiatan sortasi dan grading mengacu pada Standar Nasional Indonesia [SNI] 01-3162-1992.

Sortasi dan grading dilakukan untuk menyamakan kualitas dari tomat. Berikut merupakan tabel spesifikasi persyaratan mutu buah tomat.

Tabel 14.2. Spesifikasi persyaratan mutu

No	Jenis uji	Satuan	Persyaratan	
			Mutu I	Mutu II
1	samaan Sifat, Varietas	-	Seragam	Seragam
2	Tingkat Ketuaan	-	Tua, tidak terlalu matang, dan tidak lunak	Tua, tidak terlalu matang, dan tidak lunak
3	Ukuran	-	Seragam	Seragam
4	Kotoran	-	Tidak ada	Tidak ada
5	Kerusakan, (jumlah/jumlah)	%	Maks.5	Maks.10
6	Busuk, (jumlah/jumlah)	%	Maks.1	Maks.1

Sumber: SNI.01-3162-1992

Sortasi bertujuan menyeleksi antara tomat yang memiliki kualitas bagus, bersih, sehat dan tomat yang rusak, busuk, cacat atau dapat dilakukan sesuai dengan kualitas permintaan pasar. Menurut Isaac et al (2016), buah tomat yang rusak dapat menghasilkan etilen dan dapat berpengaruh pada buah yang berdekatan. Kegiatan sortasi ini dapat menghambat penyebaran mikroorganisme menular dari tomat yang rusak ke tomat yang masih sehat lainnya selama proses penanganan pascapanen.

Pada umumnya kegiatan sortasi dilakukan secara manual. Sortasi yang dilakukan secara manual dirasa kurang efektif hal ini dikarenakan hasil yang diperoleh tidak seragam

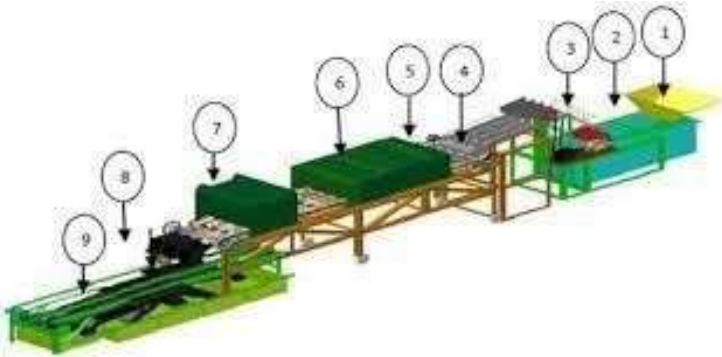
ukuran ataupun mutunya. Sehingga diperlukan teknologi sortasi yang dapat meminimalisir kesalahan dalam proses sortasi yaitu pengolahan citra (imageprocessing). Image processing adalah teknologi yang digunakan untuk memproses pengolahan dan menganalisis data yang berbentuk citra. Analisis citra tersebut bersangkutan dengan ukuran, warna serta kerusakan buahnya (Ahmad, 2005 dalam Slamet, 2022). Dengan menggunakan teknologi sortasi dapat mempercepat pekerjaan dibandingkan dengan sortasi secara manual. Pada dasarnya pengolahan citra ini dilakukan pengamatan visual dengan menggunakan kamera yang kemudian diolah dengan Mikrokomputer. Sortasi biasanya dilaksanakan sebagai pemenuhan mutu yang dibutuhkan oleh konsumen. Akan tetapi, dengan dilaksanakannya kegiatan sortasi ini mampu menambah nilai jual dari tomat sehingga keuntungan yang diperolehpun akan meningkat

Grading memiliki tujuan untuk mengelompokkan tomat berdasarkan ukuran, tingkat kematangan sesuai kelas. Tomat memiliki 3 tingkatan kelas yaitu kelas A, kelas B, kelas C. Kelas A merupakan kelompok tomat yang memiliki mutu sangat baik. Umur panen yang sesuai, serta berat tomat > 150 g/buah. Pada kelas B masih ditemui tomat yang kulitnya memiliki kerusakan kecil namun tidak berpengaruh pada daya simpannya dan memiliki berat 100-150 g. Kelas C merupakan tingkatan yang memiliki kerusakan masih bisa ditoleransi namun buahnya masih terlihat segar dan memiliki berat < 100 g. Kedua prosesini penting dilakukan agar dapat menjaga umur simpan dan kualitas tomat yang dipanen. Grading dan sortasi tomat dapat menggunakan teknologi maupun secara manual. Pada umumnya, teknologi yang digunakan dalam proses grading menggunakan mesin roller grading seperti gambar di bawah.



Gambar 14.8. Mesin roller grading
(Sumber: ID Ali Express)

Alat ini memiliki roller yang dibawahnya terdapat kotak penampung untuk memisahkan masing masing bagian, cara kerja mesin roller grading yaitu memisahkan tomat berdasarkan ukuran. Teknologi lain yang dikembangkan untuk proses grading dan sortasi adalah TEP-5 yang merupakan salah satu teknologi untuk mempercepat proses identifikasi tomat berdasarkan analisis visual. Mekanisme kerja TEP-5 mengklasifikasikan tomat secara fisik yaitu warna dan berat, dalam proses nya terdapat unit pengering untuk menghilangkan air pada permukaan tomat yang selanjutnya menuju kotak pencitra untuk mengetahui penampakan fisiknya.



Gambar 14.9. Mesin TEP - 5
(Sumber: Jurnal Teknik Pertanian Lampung)

Selain itu, grading dan sortasi dapat dilakukan secara manual oleh pekerja dengan cara memilah berdasarkan warna, ukuran, dan busuk tidaknya tomat. Kegiatan sortasi manual dilakukan dengan cara memisahkan buah dengan kotorannya misalnya kerikil atau kelopak buah yang sudah kering, mengelompokkan buah dengan warna yang seragam, memilah buah yang berbentuk normal dan abnormal, serta buah yang busuk dipisahkan dari buah yang masih segar.

14.3.5 Pembersihan



Gambar 14.10. Pembersihan tomat (1)(Sumber: Dunia- RMOL)



Gambar 14.11. Pembersihan tomat(Sumber : Tribun Kaltim)

Buah tomat memiliki kandungan air yang cukup tinggi dan dipicu oleh faktor penguapan atau transpirasi dapat menyebabkan daya simpan tomat menjadi rendah sehingga menjadikan perubahan fisik kulit menjadi keriput dan pertumbuhan mikroba yang menjadi penyebab proses kerusakan buah tomat. Maka hal ini menjadi salah satu poin penting agar buah tomat tetap terjaga kesegaran saat diperjual belikan.

Pembersihan merupakan bagian dari pasca panen tomat yang bertujuan menghilangkan kotoran yang masih melekat pada permukaan kulit buah yang terbawa saat pemanenan seperti debu, tanah, residu pestisida, dan hama penyakit yang terbawa. Cara pembersihan tomat salah satunya yaitu melakukan pencucian dengan merendam buah tomat kedalam wadah seperti bak atau ember berisi air yang dicampur dengan cairan pembersih. Cairan pembersih tersebut bersifat *food grade* dan mudah didapatkan dipasaran. Setelah tomat dimasukkan kedalam air yang dicampur cairan pembersih maka tomat direndam kembali untuk membersihkan cairan pembersih tersebut karena dapat menyebabkan tomat menjadi

cepat busuk (Nofriati, 2018). Cara pembersihan tomat sebagai berikut :

1. Tomat yang telah dipanen dikumpulkan menjadi satu dalam wadah.
2. Siapkan bak atau ember, lalu diisi dengan air bersih
3. Masukkan buah tomat ke dalam bak atau ember tersebut untuk menghilangkan debu, tanah, residu pestisida dan hamapenyakit yang ada pada permukaan kulit tomat.
4. Setelah itu buang air bekas pencucian tomat tersebut, apabila tomat belum bersih maka lakukan pencucian kembali hingga tomat bersih.
5. Kemudian, tuangkan air bersih lalu campurkan dengan larutan pembersih yang bersifat *food grade*.
6. Kemudian buang bekas air campuran pembersih tersebut.
7. Setelah itu, lakukan pembilasan pada buah tomat untuk membersihkan dari air campuran pembersih.
8. Setelah pencucian selesai, tomat dikeringkan dengan cara meniriskan di tempat terbuka.

Tujuan dari pembersihan selain untuk menghilangkan kotoran yang masih melekat, juga bertujuan untuk meningkatkan daya simpan dan harga jual buah tomat.. Tomat yang telah dibersihkan akan terlihat bersih dan dapat menarik konsumen sehingga tahap pembersihan juga salah satu hal terpenting dalam penanganan pascapanen.

Pembersihan dapat mengurangi residu dari pestisida. Apabila terdapat residu pada buah tomat akan menyebabkan gangguan kesehatan bagi masyarakat yang mengkonsumsi. Proses pembersihan mengurangi kandungan residu pestisida yang terdapat pada permukaan buah. Residu pestisida yang tertinggal pada permukaan buah dapat menyebabkan keracunan bagi masyarakat yang mengkonsumsi dalam jangka panjang. Keracunan akibat mengkonsumsi buah yang memiliki residu

pestisida memiliki kadar ringan, sedang, dan berat. Pada kadar ringan gejala pusing, gelisah, diare, dan iritasi. Pada kadar sedang gejala bisa menimbulkan pandangan kabur, kebingungan, mual hingga muntah. Sedangkan kadar berat dapat membuat penderita kehilangan kesadaran, gangguan pernapasan, atau luka bakar pada kulit.

Proses pembersihan dilakukan dengan hati-hati agar pada saat proses berlangsung tidak merusak dari buah tomat. Kerusakan yang ditimbulkan akan mengakibatkan buah tomat mengalami pembusukan dengan cepat serta dapat menurunkan mutu dari buah tomat. Kerusakan ini juga dapat menurunkan nilai jual dari buah tomat.

Pembersihan juga dapat meminimalisir tomat terserang patogen yang dapat menyebabkan kerusakan fisik. Buah tomat dapat terserang patogen akibat dari proses budidaya dan juga panen. Patogen dapat menempel pada permukaan buah melalui alat yang digunakan ketika panen, pakaian petani, dan pada wadah yang digunakan untuk memindahkan buah tomat ke tempat pembersihan. Patogen berasal dari proses budidaya yang terbawa ketika proses panen berlangsung, tetapi patogen dalam keadaan dorman. Setelah pemanenan patogen menjadi aktif diakibatkan kondisi lingkungan yang mendukung. Akibat dari aktifnya patogen terjadi perkembangan penyakit yang diawali dengan gejala-gejala serangan penyakit. Bakteri *Erwinia* dan *Pseudomonas* umumnya menjadi penyebab penyakit pasca panen (Jhon David, 2016).

Upaya untuk meminimalisir terjadinya serangan penyakit, maka dilakukan proses pembersihan yang diharapkan dapat mengurangi serangan penyakit yang diakibatkan patogen yang terbawa ketika proses pascapanen berlangsung. Proses ini dilakukan dengan mencuci permukaan kulit buah yang menjadi tempat terpaparnya patogen secara langsung. Permukaan kulit buah tomat dapat menjadi tempat

berkembang pathogen yang dapat merusak kualitas buah tomat. Hal ini, dapat berkontribusi pada pengendalian pathogen yang dapat menyebabkan kerusakan pada buah tomat. Daya simpan pada buah tomat dapat meningkat dengan melakukan proses pembersihan. Salah satu upaya lain untuk meningkatkan daya simpan dengan cara melapisi buah dengan lapisan lilin.

Buah tomat termasuk dalam hortikultura yang mudah rusak. Rusaknya buah tomat dapat disebabkan oleh kerusakan mekanis maupun fisiologis yang berasal dari mikroorganisme. Salah satu cara untuk meminimalisir kerusakan buah tomat yaitu dengan menggunakan aplikasi pati sebagai bahan pelapis buah atau disebut *edible coatin*. Lapisan *edible coatin* sangat tipis yang terbuat dari bahan yang dapat dikonsumsi oleh manusia (*food grade*). *Edible coatin* dapat berfungsi untuk mempertahankan kelembaban yang bersifat permeabel terhadap gas tertentu.

Ketebalan lapisan lilin perlu disesuaikan agar tidak terlalu tebal dan juga tidak terlalu tipis. Apabila lapisan lilin terlalu tipis akan mengakibatkan kurang efektifnya usaha dalam menghambat respirasi dan tranpirasi buah tomat. Namun apabila lapisan lilin terlalu tebal maka menyebabkan tertutupnya stomata tomat, jika stomata tertutup maka akan terjadi lapisan anaerob. Respirasi anaerob merupakan respirasi tanpa adanya oksigen sehingga sel dalam tomat akan terjadi pembusukan (Fitri, dkk., 2017).

Teknologi pelapisan menjadi salah satu solusi dalam meningkatkan mutu dan memperpanjang masa simpan dan dapat meminimalisir kerusakan produk yang disebabkan oleh mikrobiologis. Bahan baku lapisan yang mudah diperbaharui seperti campuran lipid, polisakarida, dan protein yang berfungsi sebagai *carrier* yang menjadi bahan *emulsifie*, antimikroba dan antioksidan sehingga buah tomat dapat terjaga keamanan dari kerusakan (Abdi, dkk., 2017).

14.3.6 Pengemasan



Gambar 14.12. Pengemasan buah tomat
(Sumber: Teknologi Pascapanen Hasil Pertanian Syiah Kuala University Press)

Pengemasan adalah kegiatan atau sistem yang terkoordinasi untuk menyiapkan barang untuk transportasi, distribusi, penyimpanan, penjualan dan penggunaan. Pengemasan berarti adanya suatu wadah atau kemasan yang dapat membantu mencegah atau mengurangi kerusakan, melindungi produk yang dikandungnya, serta melindunginya dari bahaya pencemaran dan gangguan fisik seperti gesekan, guncangan atau getaran. Selain itu, pengemasan berfungsi untuk memperoleh suatu produk industri dalam bentuk yang memudahkan penyimpanan, transportasi, dan distribusi. Dari segi promosi pengemasan atau pembungkus ini berfungsi sebagai daya tarik untuk pembeli.

Saat menanam tomat, keuntungan terbesar dari sistem pengemasan adalah mengurangi kerusakan tomat selama proses pengangkutan. Namun harus diingat bahwa kemasan jenis ini tidak dapat meningkatkan kualitas buah yang dipasarkan. Untuk mendapatkan tomat kemasan yang berkualitas, Anda harus memiliki tomat yang baik. Selain itu, sistem pengemasan juga harus disesuaikan dengan tujuan dan keuntungan pemasaran, karena pengemasan erat kaitannya dengan biaya yang

dikeluarkan. Kemasan tomat yang kualitasnya tidak terlalu tinggi untuk kebutuhan pasar lokal dapat dengan mudah diproduksi sehingga biaya penjualannya tidak tinggi. Demikian pula mengenai jarak angkutnya pengemasan untuk kebutuhan jarak dekat juga bisa dilakukan secara sederhana. Selain hal tersebut pertimbangan lain yang perlu diperhatikan adalah sasaran. Kelompok sasaran supermarket atau swalayan tentunya berbeda dengan pasar biasa, karena persyaratan kualitasnya juga berbeda. Karena tuntutan mutunya juga berbeda sehingga untuk keperluan pasar swalayan membutuhkan beban biaya yang cukup tinggi untuk pengemasannya.

Pengemasan tomat yang baik akan mampu melindungi buah segar dari pengaruh lingkungan seperti sinar matahari serta kelembaban dan pengaruh lainnya. Pencegahan memar dan goresan penting karena produk yang rusak secara mekanis dapat ditolak oleh konsumen. Konsumen lebih kritis terhadap kualitas dan menginginkan kesegaran alami, sehingga kemasan yang digunakan harus kuat untuk ditumpuk karena tomat sendiri merupakan sayuran lunak yang mudah rusak, sehingga kemasan yang digunakan dilengkapi dengan padding untuk mencegah kerusakan akibat benturan atau gesekan dengan permukaan yang kasar.

Perlu diketahui persyaratan sistem pengemasan yang baik untuk pengemasan sebelum mengemas produk. Ada beberapa syarat yang harus dipenuhi dalam pengemasan tomat, yaitu bahan yang digunakan harus kuat agar tomat terhindar dari gesekan, benturan, maupun tekanan (disarankan peti kayu). Pada kemasan harus terdapat lubang ventilasi agar sirkulasi udara tetap lancar, tanpa adanya ventilasi udara akan mempengaruhi kualitas tomat secara fisiologis. Bahan kemasan yang digunakan sekiranya mudah diangkut dan digunakan agar tidak menyulitkan saat penanganan. Dan terakhir bahan kemasan

yang digunakan harus terjamin aman tidak beracun yang nantinya dapat merugikan produk tomat yang sudah dikemas.

1. Pengemasan Tomat Lokal

Pemasaran lokal melibatkan pemasaran di luar ekspor. Pemasaran lokal ini dapat dibagi menjadi pasar umum dan pasar swalayan. Untuk kebutuhan pasar pada umumnya, bahan pengemas biasanya terbuat dari kayu, sedangkan untuk supermarket bahan pengemas yang paling banyak digunakan adalah keranjang plastik. Kemasan kayu merupakan jenis kemasan yang paling awet dan kokoh, namun ketahanannya juga bergantung pada ketebalan bahan kayu yang digunakan. Kemasan kayu jenis ini juga memiliki banyak bentuk, bisa berupa peti kayu, peti kayu yang dipaku kemudian diikat dengan kawat, peti triplek. Bentuk pengepakan terbaik tidak dapat ditentukan karena masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangannya seperti peti kayu yang dipaku biasanya lebih kokoh serta bisa dipakai berulang-ulang namun kelemahan peti ini adalah kesulitan untuk membukanya biaya cukup mahal, kurang praktis karena pemakaian ulang kemasan ini perlu dikembalikan dan perlu biaya untuk pengembaliannya.

Umumnya lebih murah menggunakan kemasan serat kayu, namun bila menggunakan kayu karet kurang awet dan kurang kokoh dibandingkan peti kayu, peti ini sebenarnya bisa dibuat permanen, tapi sering digunakan sekali. Penggunaan peti atau krat berkawat lebih murah dan lebih mudah untuk membukanya tetapi hasilnya kurang kokoh. Sedangkan pemakaian peti triplek berlubang udara lebih baik karena lebih memiliki permukaan bagian dalam yang lebih rata untuk mengurangi kerusakan akibat gesekan, biayanya lebih tinggi karena bahan baku yang lebih mahal dan metode pembuatan ekspor yang lebih.

Petani dan pengusaha sering lebih banyak menggunakan peti dan karet karena dianggap lebih mudah dan praktis, namun pengemasan akan berjalan dengan baik jika didukung dengan penanganan yang baik. Cara menyiapkan tomat kemasan juga beragam, ada yang dituangkan langsung dari kantong atau wadah seadanya sebelum dikemas, ada pula yang ditata rapi dengan tangan. Pengemasan harus dilakukan dengan hati-hati untuk menjaga kualitas tomat. Tempat yang biasa digunakan untuk mengemas tomat biasanya adalah keranjang karena lebih praktis lebih ringan dan dapat dipakai berulang-ulang.

Ada perbedaan kemasan untuk supermarket, restoran dan hotel. Pengemasan supermarket mengharuskan kemasan konsumen (*consumer packaging*) sebelum memasukkannya ke dalam keranjang plastik. Sedangkan pengemasan untuk restoran atau hotel biasanya hanya menggunakan peti plastik untuk konsumsi langsung. Dalam supermarket ini kemasan konsumen sangat diperlukan untuk menarik konsumen, maka kemasan harus dibuat semenarik mungkin. Kemasan ini bervariasi sesuai dengan kreativitas pembuatnya, kemasan yang paling sederhana adalah kantong plastik, seringkali dengan lubang untuk pertukaran udara. Bisa juga terbuat dari plastik polietilen dengan ketebalan 0,04 mm atau 0,06 mm. Sedangkan yang lebih bagus biasanya digunakan plastik polietilen yang mudah mengerut.



Gambar 14.13. Buah tomat yang dikemas dengan plastik potiyetilen(Sumber: Teknologi Pascapanen Hasil Pertanian Syiah Kuala University Press)

Menurut perkembangan terbaru dalam sistem pengemasan, yang terbaik adalah menggunakan sistem udara yang dimodifikasi. Tujuan dari metode ini adalah untuk mengurangi produk respiratorik seperti etilen, karbon dioksida (H_2O) dan uap air (H_2O). Efek inhalasi dapat mempersingkat harapan hidup. Menurut Mendoza dan Patastico, ahli teknologi pascapanen, akumulasi etilen dapat dicegah dengan menambahkan KMnO_4 kalium permanganat lengkap. Kelebihan oksigen CO_2 dapat berikatan dengan kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Untuk mencegah bintik-bintik air, bahan higroskopis seperti abu sekam padi ditambahkan sebagai bahan penyerap kelembaban. Tata udara yang dimodifikasi ini belum banyak digunakan di Indonesia, namun upaya ke arah itu harus diperhatikan.

2. Pengemasan Pasar Ekspor

Pada dasarnya kemasan pasar ekspor sendiri tidak jauh berbeda dengan pasar lokal. Perbedaan terbesar bukanlah ukuran kemasannya, melainkan kualitas buah yang dijual. Selain itu, bahan kemasan yang banyak digunakan

untuk pasar ekspor hampir sama dengan yang ada di pasar lokal. Selain kotak kayu dan keranjang plastik, kotak yang terbuat dari kertas tebal dan stabil juga digunakan. Kemasan karton lebih sering digunakan karena ringan, yang dapat mengurangi biaya pengiriman. Cara packingnya hampir sama, namun membutuhkan penanganan yang lebih presisi dan ekstra hati-hati. Ini perlu, karena kerusakan kecil pun mempengaruhi kualitas tomat. Buah yang tidak disortir tidak dapat dikembalikan karena kerusakan paket.

3. Cara Pengemasan

Pengemasan yang baik dan benar dapat melindungi produk dari pengaruh lingkungan dan cacat fisik agar produk tomat tetap segar dan berkualitas tinggi. Pengemasan bukan pengganti dari penyimpanan karena untuk mendapatkan mutu yang baik dan berkualitas harus bisa mengkalaborasi pengemasan dan penyimpanan dengan baik. Secara garis besar berikut cara pengemasan yang baik dan benar:

- a. Tomat yang telah dipetik dibersihkan menggunakan kain yang berbahan halus agar tomat tidak tergores dan warna tomat menjadi lebih mengkilat.
- b. Sebelum dimasukkan dalam kemasan dilakukan terlebih dahulu seleksi menurut jenis ukuran dan standard kemasannya.
- c. Siapkan peti yang sudah dialasi dengan koran, kemudian susun rapi tomat secara menyudut agar padat dan tidak bergeser agar terhindar dari goncangan dalam perjalanan pengiriman yang dapat merusak kualitas dan mutu tomat.
- d. Susunan tidak boleh lebih dari 3 lapisan, apalagi pada tomat yang sudah masak usahakan lapisannya sedikit mungkin karena tomat yang sudah masak akan lebih

mudah tergencet sehingga merusak produk tomat.

Pengemasan juga bertujuan untuk melindungi buah tomat dari kerusakan mekanis, memudahkan saat pengangkutan dan dapat pula menambah estetika sehingga memberi nilai tambah yang berdampak pada harga. Pengemasan tomat yang baik juga harus bias melindungi tomat dari pengaruh lingkungan (sinar matahari dan kelembaban), atau hal lainnya. Adapun kemasan yang biasa juga digunakan adalah kemasan Styrofoam, kemasan mika, kemasan plastik *polyethylene* (PE) membalut styrofoam dan mika (*polypropylene*) tomat akan tahan selama 8 hari, sedangkan tanpa kemasan plastik buah tomat akan tahan selama 7 hari dalam suhu ruang. Beberapa jenis plastik yang digunakan dalam pengemasan dan mudah diperoleh adalah Polypropilen dan polyethylene.

Plastik Polypropilen ini merupakan pilihan bahan plastik terbaik karena plastik jenis ini memiliki ketahanan yang baik terhadap lemak serta daya tembus uap yang rendah, cocok digunakan untuk pengemasan sayur dan buah. Polypropilen memiliki densitas yang rendah dan memiliki titik lunak lebih tinggi dibandingkan Polyetylen, permeabilitas sedang, tahan terhadap bahan kimia. Dan plastik polietilen (PE) karena bentuknya yang transparan, fleksibel, serta mempunyai kekuatan dan kelenturan yang baik. Plastik ini mempunyai sifat elastis, tahan terhadap bahan kimia, jernih dan mudah dilaminasi. PE banyak digunakan sebagai pengemas buah dan sayuran segar, roti dan tekstil. Plastik PE mempunyai sifat penampakan yang bervariasi, dari transparan hingga keruh. Kegunaan plastik PE untuk melindungi, mengawetkan dan menampilkan produk agar menarik. Plastik PE mudah ditemukan serta harganya lebih terjangkau. Oleh karena itu, plastik PE merupakan salah satu pilihan untuk bahan pengemas produk pangan.

Kemasan lain yang dapat digunakan selama pengangkutan adalah keranjang plastik atau bambu (pengangkutan jarak dekat) dan kotak kayu untuk pengangkutan jarak jauh. Keranjang atau kotak kayu terlebih dahulu dialasi dengan kertas sebelum tomat dikemas. Penyusunan tomat harus dilakukan dengan rapi agar dapat menekan susun bobot selama proses pengangkutan dan buah tomat disusun dengan bagian pangkal mengarah keatas untuk menghindari penguapan yang berlebihan.

Buah tomat sebaiknya dibungkus dengan kertas koran atau plastik berlubang dan disimpan dalam lemari pendingin dengan suhu $11-13^{\circ}\text{C}$ selama penyimpanan skala rumah. Dengan cara ini buah tomat bias bertahan selama dua minggu dengan syarat tidak ada pencampuran produk lain selama masa simpan. Jika penggunaan kemasan Styrofoam dan plastik film yaitu buah tomat dimasukkan pada Styrofoam tersebut sesuai dengan ukurannya, kemudian ditutup dengan plastik film. Sirkulasi udara dibutuhkan dengan membuat lubang kecil 2-3 pada kemasan. Pengemasan yang baik dan seragam ini dapat memperpanjang masa simpan buah tomat pada suhu ruang dan lebih lama lagi pada suhu refrigerator. Salah satu sifat penting yang dikehendaki pada bahan kemasan adalah kemampuannya sebagai penghambat pergerakan uap air dan gas antara produk yang dikemas dengan lingkungannya. Akan tetapi, fungsi ini harus diiringi dengan penurunan laju respirasi produk yang dikemas untuk menghindari terjadinya akumulasi uap air di dalam kemasan. Hal ini umumnya dilakukan dengan menurunkan suhu penyimpanan karena penyimpanan pada suhu rendah dapat mengurangi laju respirasi

Adapun faktor-faktor yang harus ada dalam menjalankan fungsi dan proses pengemasan, yaitu:

1. Faktor Pengamanan, pada proses pengemasan harus memenuhi syarat keamanan dan kemanfaatan karena

kemasan melindungi produk yaitu buah tomat dalam perjalanannya dari produsen ke konsumen. Buah tomat yang dikemas ini harus lebih bersih, menarik dan tahan terhadap kerusakan yang disebabkan oleh cuaca.

2. Faktor Ekonomi, proses pengemasan ini juga merupakan cara untuk meningkatkan laba suatu usaha/perusahaan. Perhitungan biaya produksi kemasan harus efektif, sehingga biaya pengemasan tersebut tidak melebihi proporsi manfaatnya.
3. Faktor Informasi dan Komunikasi, agar mampu mencerminkan produk dan citra merk dari buah tomat itu sendiri maka suatu kemasan perlu perencanaan tentang informasi yang diperlukan oleh konsumen bagian dari sebuah promosi. Melalui kemasan, identifikasi suatu produk menjadi lebih efektif dan dengan sendirinya mencegah tergantikannya produk tersebut oleh produk pesaing.
4. Faktor Estetika, terdapat tiga alasan mengapa estetika penting dalam pengemasan yaitu:
 - a. Estetika dalam kemasan dapat menciptakan loyalitas konsumen dengan memberikan pengaruh psikologi dan emosional. Contohnya melalui keunikan sebuah logo padakemasan.
 - b. Estetika dapat menjadi standart suatu usaha untuk menetapkan harga seperti kualitas dari produk tersebut.
 - c. Estetika dapat membuat sebuah produk menjadi berbeda (*point of differentiation*) ditengah persaingan produk-produk lainnya yang sama. Dari penggunaan kemasan, kebersihan, tatanan, logo, dll dapt digunakan untuk mencapai mutu dayatarik visual secara optimal.
5. Faktor Identitas, dengan banyaknya pilihan konsumen maka intensitas kompetisi antar usaha/usahatani

untuk mendapatkan konsumen menjadi meningkat. Kompetisi ini dibutuhkan bagi suatu usaha untuk memproduksi yang berbeda dipasaran. Dengan demikian, dibutuhkan suatu identitas yang akan membedakan antara kemasan yang satu dengan yang lainnya meskipun produk yang dihasilkan terlihat sama. Hal ini adalah faktor terpenting sebagai representasi visual.

14.4 Penutup

Tomat merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki daya tarik tersendiri. Tomat tergolong kedalam famili Solanaceae yang termasuk tanaman perdu dengan memiliki dua jenis akar, yaitu tunggang dan serabut. Panen tomat dilakukan ketika umur tanaman mencapai 75 HST atau sekitar 3 bulan setelah waktusemai berlangsung. Panen dilakukan setiap 7 hari sekali dengan umur panen berkisar antara 70-100 hari.

Dalam kegiatan panen tomat perlu memperhatikan beberapa tahapan yang ada, dimulai dari penentuan waktu panen dan kriteria panen tomat, kemudian cara panen yang sesuai, pemeraman tomat, grading dan sortasi, pembersihan tomat dan yang terakhir adalah proses pengemasan. Keenam faktor tersebut harus diperhatikan agar menjaga tomat dalam kondisi layak konsumsi hingga nanti di tangankonsumen.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, Y.A., Rostiati, Kadir, S. 2017. Mutu Fisik, Kimia, dan Organolaptik Buah Tomat (*Lycopersicum Esculentum* Mill) Hasil Pelapisan Berbagai Jenis Pati Selama Penyimpanan. *Agrotekbis: E-Jurnal Ilmu Pertanian*. 5(5): 547-555.
- Afifah, B. R. 2020. Adopsi Petani Dalam Penerapan Good Handling Practices (Ghp) Tomat (*Solanum Lycopersicum* L) di Desa Senaning Kecamatan Pemayung Kabupaten Batanghari Provinsi Jambi. *Jurnal Pertanian*. 2(11): 98-107
- Arah, I. K., Ahorbo, G. K., Anku, E. K., Kumah, E. K., Amaglo, H. 2016. Postharvest handling practices and treatment methods for tomato handlers in developing countries: A mini review. *Advances in Agriculture*. 8(1): 1-8
- Arwati, S. 2022. Pelatihan Packaging, Labeling dan Pemasaran Online Komoditas Tomat Buah bagi Petani di Desa Bontotangga Kecamatan Bontolempangan Kabupaten Gowa. *Jurnal Abdimas Indonesia*, 2(4): 555-562.
- Fitri, K., dan Hermadi. 2017. Analisis Kontras Optis Lapisan Lilin Lebah pada Buah Tomat dengan Metode *Laser Speckle imaging*. *Jurnal Fisika Unand*. 6(1): 53-60.
- Hairunisa, H. 2020. Analisis Dampak Musim Hujan Terhadap Hasil Panen Tomat Di Desa Ciloto, Kabupaten Cianjur, Provinsi Jawa Barat. *Skripsi*: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta
- Hayati, Rita. 2022. *Teknologi Pascapanen Hasil Pertanian*. Banda Aceh: Syiah Kuala University Press.
- Hidayah, I., Zaini, M. and Fitriani (2019) 'Proses Pascapanen Tomat Di Gabungan Kelompok Tani Lembang Agri Kabupaten Bandung Barat', *Jurnal Agribisnis*, 1(1), pp. 1-10.

- Jhon David H, STP dan Juliana C. Kilmanun. 2016. *Penanganan Pasca Panen Penyimpanan untuk Komoditas Hortikultura*. Banjarbaru: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kalimantan Barat.
- Johansyah, A. et al. (2014) 'Pengaruh Plastik Pengemas Low Density Polyethylene (Ldpe), High Density Polyethylene (Hdpe) Dan Polipropilen (Pp) Terhadap Penundaan Kematangan Buah Tomat (*Lycopersicon esculentum*. Mill)', Buletin Anatomi dan Fisiologi, XXII (1), pp. 46–57.
- Lubis, E. 2020. *Bercocok Tanam Tomat, Untung Melimpah*. Jakarta: Bhuana Ilmu Populer.
- Munthe, A, T, B., Astiningsih, A, A, M., dan Mayadewi, N, N, a. 2022. Pengaruh Lama Pemeraman Buah Terhadap Perkembangan Mutu Benih Tomat (*Solanum lycopersicum* L.). *Nandur*, 2(1):30-40.
- Nofriati, D. 2018. *Penanganan Pasca Panen Tomat*. Jambi: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jambi.
- Nugroho, H. 2000. Budidaya Tomat. Instalasi Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian Kota Baru. Jambi.
- Pamungkas, O. S. 2016. Bahaya Paparan Pestisida Terhadap Kesehatan Manusia. *Bioedukasi* 14 (1): 27-31.
- Saping, R., Muljawan, R. E., & Khoirunnisa, N. (2021). *Prospek Pengembangan Usahatani Tomat Di Desa Sumberejo Kecamatan Batu Kota Batu (Kelompok Tani Taruna Mandiri)* (Doctoral dissertation, Fakultas Pertanian Universitas Tribhuwana Tungadewi Malang).
- Slamet, A. H. H., Dhandy, R., Wulandari, S. A., Ubaidillah, W., & Ariyola, N. 2022. Sortasi Tomat (*Solanum lycopersicum* L) Menggunakan Pengolahan Citra (Image Processing). *Jurnal Pertanian Cemara*, 19(2): 98-109.

Sugandi, W. K., Sudaryanto, Totok H. 2015. Uji Kinerja dan Pengujian Lapangan Mesin *Grading* Tomat. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 5 (3): 145-156 Standar Nasional Indonesia [SNI]

01-3162-1992.

Yanti, N.K.A.T., dan Astika, I., M. 2016. Panen Dan Pasca Panen Tomat (*Licopersicum esculentum*) Dalam Mendukung Model Kawasan Rumah Pangan Lestari Di Kabupaten Badung. (pp 1080-1086). *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian*. Banjarbaru, Kalimantan Selatan: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Kalimantan Selatan.

BAB 15

PASCA PANEN

Oleh Dwi Ari Cahyani

15.1 Pendahuluan

Pasca panen merupakan suatu kegiatan penting yang dilakukan setelah panen. Teknologi pasca panen dapat diartikan sebuah rangkaian kegiatan yang dilaksanakan pada saat komoditas telah dipanen sampai komoditas tersebut sampai ke tangan konsumen yang bertujuan untuk mempertahankan mutu komoditas dan mempertahankan nilai jual komoditas tersebut (agustini, ida saidi, Rima Azara, 2021). Pasca panen membutuhkan suatu manajemen yang baik untuk dapat digunakan untuk mengatasi kualitas dan kuantitas komoditas (Sagala and Suwarto, 2017). Prinsip dasar pasca panen yaitu bagaimana upaya penanganan yang dilakukan sesingkat mungkin terhadap komoditas setelah pemanenan agar produk dapat sampai ketangan konsumen dengan baik dalam keadaan segar dan meminimalisir adanya kontak fisik yang terlalu banyak dalam rangkaian perpindahan produk dari tangan petani ke konsumen. Menurut (Mutiarawati, 2007), penanganan pasca panen diperlukan untuk meminimalisir kehilangan /losses baik secara kualitas maupun kuantitas hasil panen serta komoditas hasil panen tidak layak untuk dipasarkan maupun tidak layak untuk dikonsumsi.

Penerapan penanganan pasca panen pada komoditas pertanian sangat penting diterapkan mengingat komoditas pertanian mudah mengalami kerusakan setelah dipanen. Karakteristik alami produk pertanian setelah panen membutuhkan perlakuan pasca panen yang tepat agar komoditas tetap terjaga kualitas dan kuantitasnya serta memperpanjang masa simpan

komoditas tersebut. Penanganan pasca panen mempunyai tujuan untuk meminimalisir kerusakan pada produk setelah dipanen, mengurangi susut bobot produk, mengurangi terjadinya perubahan yang tidak diinginkan baik secara kimiawi maupun fisik dan biologis serta mencegah kerusakan pada produk yang telah di panen. Penanganan pasca panen yang baik yang diterapkan pada suatu komoditas setelah panen akan menghasilkan dampak yang baik pula terhadap kualitas produk yang dihasilkan (Sembiring, Sitanggang and Sinuhaji, 2020)

15.2 Tahapan Pasca Panen

Pasca panen produk pertanian mempunyai tahapan yang berbeda antara satu komoditas dengan komoditas lainnya. Pemilihan tahapan pasca panen selain ditentukan oleh jenis komoditas juga diperhitungkan dengan karakteristik produk dan nilai ekonomis suatu produk. Tahapan pasca panen secara umum meliputi pembersihan, sortasi dan grading, pengeringan, pendinginan dan pengemasan.

Sayuran dan buah merupakan salah satu hasil panen yang mempunyai kadar air yang tinggi sehingga sangat diperlukan penanganan pasca panen yang tepat agar tidak cepat mengalami kerusakan dan pembusukan. Menurut (Sudjatha, 2017), sayuran yang telah di panen masih melakukan aktifitas respirasi dimana pada proses respirasi kandungan glukosa yang ada pada sayur akan dirubah menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan disertai pelepasan energi yang ada pada sayur tersebut. Sayuran setelah dipanen masih melakukan aktifitas metabolisme yang dapat berpengaruh terhadap mutu produk. Penanganan pasca panen untuk komoditas sayur dapat dimulai dari pemindahan hasil panen ke tempat yang teduh, pembersihan dari tanah dan kotoran, sortasi, pengemasan, pengangkutan dan penyimpanan.

Menurut (Kementrian Pertanian RI, 2019), penanganan pasca panen sayur dan buah yang dapat dilakukan pada saat di

kebun antara lain yaitu pengumpulan hasil panen kedalam wadah, pengangkutan hasil panen ke tempat pengumpulan hasil panen sementara dan pengangkutan atau transportasi hasil panen ke bangsal atau gudang penampungan hasil panen. Penggunaan wadah untuk penanganan pasca panen harus diperhatikan agar produk tidak terluka karena wadah yang digunakan, efektif dan efisien agar dapat dengan mudah untuk diangkut ke gudang pengumpulan hasil panen. Pada saat penataan hasil panen dalam wadah juga harus dilakukan secara hati-hati dan sesuai dengan kapasitas wadah yang digunakan. Tempat yang digunakan untuk pengumpulan hasil panen harus diperhatikan agar terlindung dari sinar matahari langsung, terlindung dari hujan dan terbebas dari kotoran. Pengangkutan atau transportasi dari lahan ke tempat atau gudang penyimpanan perlu diperhatikan agar hasil panen tidak rusak sampai gudang. Pemindahan hasil panen ke gudang dilakukan sesegera mungkin, terlindung dari sinar matahari dan hujan serta harus diperhatikan sirkulasi udara agar hasil panen tidak rusak sampai ke gudang.

Pemindahan komoditas setelah panen bertujuan untuk mengurangi tingkat penguapan yang tinggi akibat paparan sinar matahari langsung sehingga sayuran tetap segar dan tidak layu. Sayuran setelah dipanen sebaiknya segera mungkin dipindahkan ke tempat yang teduh dan tidak terkena sinar matahari secara langsung. Pemindahan sayuran dari tempat panen ke tempat yang lebih teduh juga dilakukan untuk mengatasi adanya panas lapang yang ada pada komoditas yang dipanen akibat panen diwaktu siang hari dan terpapar oleh sinar matahari.

15.2.1 Pembersihan

Pembersihan hasil panen merupakan kegiatan yang dilakukan setelah panen. Pembersihan merupakan kegiatan pasca panen yang dilakukan dengan tujuan untuk membersihkan komoditas hasil panen dari tanah maupun kotoran yang ada. Pembersihan dapat diartikan kegiatan yang dilakukan dengan

tujuan untuk menghilangkan sumber kontaminan yang terdapat pada produk dan dapat memperbaiki penampilan pada produk agar lebih menarik. Menurut (Hariyadi and Hartati, 2014), metode pembersihan yang dapat dilakukan pada penanganan pasca panen dibagi menjadi 2 yaitu pembersihan cara kering dan pembersihan cara basah. Pembersihan cara kering pembersihan tidak menggunakan air tetapi bisa menggunakan udara yang dihisap atau cara lain yang dapat diterapkan pada biji atau produk lain yang apabila dibersihkan dengan cara basah menggunakan air akan menyebabkan kerusakan pada produk tersebut. Pembersihan cara kering meliputi pengayakan, cara abrasi untuk membersihkan kotoran yang melekat pada produk, pembersihan dengan cara aspirasi dengan menggunakan udara mengalir untuk membersihkan produk dengan menggunakan sistem perbedaan berat, pembersihan secara magnetik menggunakan magnet untuk memisahkan bahan logam dan pembersihan menggunakan sinar X. Pembersihan secara umum yaitu dengan cara basah menggunakan air atau bisa disebut dengan pencucian. Pembersihan juga dapat dilakukan dengan menghilangkan bagian sayuran yang tidak digunakan seperti daun yang kering maupun busuk. Teknik yang digunakan untuk membersihkan sayuran yang sudah dipanen bisa dilakukan dengan mencuci sayuran tersebut menggunakan air bersih yang mengalir atau dengan menyemprot bagian sayuran yang akan dibersihkan. Pembersihan juga dimaksudkan untuk menghilangkan pestisida yang menempel pada sayur yang dipanen.

Pembersihan pada buah dapat dilakukan dengan menghilangkan getah yang menempel pada buah serta menghilangkan daun ataupun tangkai yang terlalu panjang sehingga mudah untuk pengemasan. Pada umbi – umbian pembersihan dapat dilakukan dengan menghilangkan tanah yang menempel pada umbi. Pada biji pembersihan dilakukan untuk membersihkan dari kulit, batu ataupun kotoran yang terbawa pada

bijian tersebut. Pada umbi juga diperlukan curing atau penutupan bagian yang dipotong atau bagian yang terluka pada saat pemanenan agar tidak terjadi proses pembusukan. Menurut (Nissa *et al.*, 2020), perlakuan curing dalam penanganan pasca panen umbi cilembu dapat mencegah pertunasan dan menekan > 25% rusak fisik pada produk.

15.2.2 Sortasi Dan Gradding

Sortasi dan gradding merupakan kegiatan pasca panen yang penting untuk menentukan mutu dan kualitas hasil panen. Sortasi bertujuan untuk memisahkan produk berdasarkan ukuran dan mutu produk. Gradding merupakan kegiatan untuk memisahkan hasil panen berdasarkan kelas atau grade tertentu. Kegiatan sortasi dan gradding biasanya dilakukan dengan mempertimbangkan kebutuhan pasar yang akan dituju. Menurut (Bhargava, Bansal and Goyal, 2022), Kegiatan sortasi dan gradding dapat digunakan untuk mengidentifikasi hasil panen tersebut terbebas dari penyakit yang berbahaya untuk konsumen. Sortasi dan gradding menjadi kebutuhan utama yang memberikan kontribusi dalam penyediaan bahan baku di industri makanan dari sektor pertanian (Farooq and Gill, 2022). Sortasi dilakukan untuk memisahkan hasil panen berdasarkan besar kecilnya ukuran produk, tingkat kematangan, keseragaman warna, tingkat kerusakan produk seperti lecet, memar ataupun tingkat busuk pada komoditas (Samad, 2006). Kriteria sortasi untuk beberapa jenis sayuran dapat dilihat pada Tabel 15.1.

Tabel 15.1 Kriteria Sortasi Beberapa Jenis Sayuran

Jenis Sayuran	Keadaan
Wortel	Umbi liat dengan zat kayu lebih besar dari 25%
Bunga kol	Warna kusam dengan bintik pada kepala lebih besar dari 10%
Terung, timun	Warna tidak cemerlang, buah liat.
Tomat	Warna buah sudah merah keseluruhannya
Sawi, bayam	Tangkai sudah liat dan atau tangkai/daun yang rusak melebihi 10%
Lobak	Umbi sudah liat, timbul zat gabus pada umbi.
Kentang, wortel	Umbi cacat (berlubang)
Kailan	Kuntum bunga sudah mekar
Buncis	Polong sudah berserat, liat
Labu siam	Warna buah telah berubah menjadi kekuningan
Kacang tanah	Polong tidak berisi penuh (kempes)
Kacang panjang	Polong berbintik hitam atau berlubang

Sumber: Muhtadi, Bonita A (1995) *dalam* (Samad, 2006)

15.2.3 Pengeringan

Pengeringan merupakan suatu kegiatan menghilangkan kadar air yang ada pada produk agar produk tersebut lebih awet dan tahan lama. Metode pengeringan merupakan suatu metode pengawetan alami yang sudah sejak lama dikenal oleh masyarakat.

Metode pengeringan bekerja dengan prinsip menguapkan air yang ada dalam bahan pangan dengan bantuan panas sehingga dapat menurunkan aktifitas air (A_w) yang ada dalam bahan pangan. Penurunan aktifitas air berpengaruh terhadap cepat lambatnya pertumbuhan mikroorganisme dan inaktivasi enzim dan dapat mencegah potensi reaksi baik oleh reaksi biokimia maupun reaksi kimia yang berakibat pada penurunan kualitas produk (Asiah, 2021).

Menurut (Rahayoe, 2017), proses pengeringan mempunyai prinsip menghantarkan panas pada bahan dan massa yang berlangsung secara serempak. Air yang terkandung dalam bahan dikeluarkan berdasarkan perbedaan kelembaban yang ada pada udara pengering dengan bahan yang akan dikeringkan. Pada proses pengeringan bahan terdapat 3 periode yaitu periode awal dimana pada panas sensible yang ada pada alat pengering digunakan untuk menaikkan temperatur bahan yang dikeringkan. Periode selanjutnya merupakan *constant rate* periode dimana laju periode konstan dipengaruhi oleh laju pengeringan yang mengakibatkan terjadinya proses penguapan air yang ada pada bahan pangan meningkat seiring dengan waktu pengeringan. Periode pengeringan yang ke 3 yaitu periode laju menurun dimana terjadi pergerakan air dalam bahan pangan ke permukaan sehingga terjadinya penurunan kadar air dalam bahan.

Penanganan pasca panen menggunakan tahapan pengeringan bertujuan untuk mempertahankan mutu dan memperpanjang umur simpan pada produk pertanian. Pengeringan dapat dilakukan dengan ataupun tanpa menggunakan alat pengering. Pengeringan tanpa alat pengering menggunakan bantuan sinar matahari seperti pada proses penjemuran padi. Pengeringan sinar matahari membutuhkan waktu yang lama dibandingkan pengeringan dengan alat pengering. Pengeringan sinar matahari tergantung dengan cuaca dan intensitas cahaya

matahari yang ada. Gambar pengeringan menggunakan sinar matahari dapat dilihat pada Gambar 15.1



Gambar 15.1. Pengeringan Menggunakan Sinar Matahari
(Sumber : Revon Teknologi)

Pengeringan menggunakan alat pengering mempunyai keuntungan waktu dan temperatur pengeringan dapat diatur dengan baik. Tidak terpengaruh oleh cuaca dan hasil pengeringan lebih merata dibandingkan pengeringan menggunakan sinar matahari. Selain mempunyai keuntungan pengeringan menggunakan alat pengering juga mempunyai kerugian antara lain biaya pembuatan alat mahal, membutuhkan tempat khusus dan kapasitas pengering yang terbatas dibandingkan dengan pengeringan menggunakan sinar matahari. Alat pengering yang dapat digunakan untuk penanganan pasca panen antara lain kabinet dryer, food dehidrator, drum dryer, dll yang mempunyai fungsi dan cara kerja yang sama untuk mengurangi kadar air yang ada dalam bahan. Contoh gambar alat pengering dapat dilihat pada Gambar 15.2.

Menurut (Manfaati, Baskoro and Rifai, 2019) suhu dan lama waktu yang digunakan dalam proses pengeringan dapat mempengaruhi kualitas pada produk yang dikeringkan. Menurut (Meriadi, Meliala and Muhammad, 2018), pengeringan dipengaruhi oleh bahan yang akan dikeringkan dan suhu yang digunakan. Semakin banyak kadar air yang terkandung dalam bahan maka waktu pengeringan akan semakin lama. Alat pengering yang dapat digunakan. Hasil pengeringan menggunakan sinar matahari dibandingkan pengeringan menggunakan alat pengering menghasilkan hasil kering yang berbeda. Menurut (Wijaya and Noviana, 2022) pengeringan menggunakan alat pengering kabinet dryer menghasilkan kadar air simplisia daun kemangi yang lebih rendah dibandingkan dengan simplisia daun kemangi yang dikeringkan menggunakan sinar matahari. Selain kadar air pada proses pengeringan warna dari hasil akhir produk yang dikeringkan juga dapat dipengaruhi oleh lama dan suhu alat pengering yang digunakan. Menurut (Fahmi, Herdiana and Rubiyanti, 2020), pada pengeringan daun pulutan dengan menggunakan oven pengering pada suhu 45°C -50°C menghasilkan warna daun pulutan yang lebih cerah dibandingkan dengan daun pulutan yang dikeringkan menggunakan sinar matahari dan daun pulutan yang dikeringkan pada suhu diatas suhu 50°C.



Gambar 15.2. Pengering Tipe Rak

(Sumber : <https://www.aeroengineering.co.id/2020/07/tray-dryer-alat-pengering/>)

15.2.4 Pendinginan

Pendinginan berbeda dengan penyimpanan dingin. Pendinginan merupakan salah satu penanganan pasca panen yang dapat dilakukan untuk memperpanjang masa simpan bahan dan mempertahankan tingkat kesegaran bahan. Menurut (Samad, 2016), pendinginan bertujuan untuk menghilangkan panas lapang pada komoditas buah dan sayur untuk mengurangi kandungan air yang ada dalam bahan, untuk memperlambat proses respirasi dan juga untuk menurunkan tingkat kepekaan terhadap mikroorganisme. Proses pendinginan komoditas buah dan sayur dapat menggunakan tiga metode yang terdiri dari pendinginan dengan udara, pendinginan dengan air dan pendinginan

menggunakan hampa udara. Produk pertanian yang mempunyai laju respirasi tinggi memerlukan penanganan pendinginan untuk mempertahankan mutu produk. Menurut (Wulantika, 2021), Pendinginan merupakan suatu metode yang digunakan dengan tujuan untuk mengurangi atau menghambat proses pembusukan pada buah dan sayur.

15.2.5 Pengemasan

Pengemasan merupakan salah satu penanganan pasca panen yang tidak dapat diabaikan. Pengemasan bertujuan untuk melindungi produk dari kerusakan baik yang disebabkan oleh kerusakan fisik, kimia maupun biologis. Penggunaan pengemas dalam suatu produk akan mempengaruhi daya tarik konsumen dan akan meningkatkan nilai jual produk tersebut. Pengemasan yang dapat dilakukan untuk penanganan pasca panen hortikultura dapat menggunakan kemasan plastik berbagai jenis, kemasan kertas, kemasan kotak maupun dikemas menggunakan aluminium foil. Pemilihan jenis kemasan disesuaikan dengan produk yang dikemas dan dengan pasar. Kemasan plastik merupakan jenis kemasan yang banyak dijumpai dipasaran dan harga yang terjangkau. Kemasan plastik yang sering digunakan untuk pengemasan produk hortikultura biasanya jenis plastik HDPE (*High Density Polyethylene*) yang mempunyai karakteristik keras, semi fleksibel, tahan terhadap bahan kimia, mempunyai permukaan buram dan mudah untuk diwarnai. Plastik kemasan yang sering digunakan selain HDPE yaitu plastik jenis PP (Polypropilen) yang mempunyai karakteristik transparan tapi tidak jernih, kuat dan dapat tahan sampai suhu 140°C. Kemasan plastik PET (*Polyethylene*) juga sering dimanfaatkan sebagai kemasan produk hortikultura dimana plastik PET mempunyai karakteristik kuat, jernih, tahan terhadap pelarut, kedap terhadap gas dan air dan tahan sampai suhu 80°C. Karakteristik plastik LDPE yang kuat, fleksibel dan melunak pada suhu 70°C sering digunakan untuk pengemasan hasil hortikultura.

Menurut (Djaafar *et al.*, 2022), pengemasan menggunakan plastik LDPE dapat mempertahankan tingkat kekerasan pada salak serta mempertahankan tingkat kesegaran dan warna buah salak yang diamati.

15.2.6 Penyimpanan

Penyimpanan merupakan kegiatan yang dilakukan menjaga kondisi produk tetap aman dan mempunyai umur simpan yang lebih lama. Penyimpanan dapat dilakukan dengan menata komoditas dalam gudang penyimpanan maupun penyimpanan dalam kondisi atmosfer yang terkendali. Prinsip dasar dari proses penyimpanan yaitu untuk dapat mengendalikan laju respirasi, laju transpirasi, mengendalikan dan mencegah serangan hama maupun penyakit serta untuk mencegah terjadinya perubahan yang tidak dikehendaki. Penyimpanan komoditas dalam gudang perlu memperhatikan keadaan gudang penyimpanan meliputi lantai, ventilasi dan bangunan gudang itu sendiri. Lantai gudang penyimpanan harus bersih, kering dan terbebas dari kontaminan. Ventilasi perlu diperhatikan agar dapat terjadi sirkulasi udara yang baik. Bangunan gedung seperti tembok harus permanen dan dicat, atap gedung dapat melindungi produk dan tidak mengotori produk yang disimpan. Pintu gudang harus dibuat mudah untuk keluar masuk bahan yang disimpan dan aman dari binatang dan gudang juga bisa didesain sedemikian rupa agar kondisi bahan yang disimpan terjaga diatur dengan sistem FIFO (First In First Out). Penumpukan bahan yang disimpan harus diperhatikan agar tidak terlalu banyak tumpukan yang akan mempengaruhi produk yang disimpan. Penyimpanan dengan perlakuan atmosfer terkendali dapat dilakukan dengan pendinginan dan pembekuan. Menurut (Asiah *et al.*, 2020), perlakuan pendinginan dan pembekuan yang dilakukan untuk penyimpanan terhadap pangan segar dan pangan olahan dapat memberikan pengaruh yang besar terhadap mutu produk yang disimpan dan keamanan pangan produk

tersebut dapat terjaga. Menurut (Kurniawa *et al.*, 2021), teknik penyimpanan yang dilakukan pada komoditas hasil pertanian dapat ditandai dengan lambatnya proses respirasi yang terjadi pada komoditas hasil pertanian. Tingginya proses respirasi akan semakin mempercepat kerusakan produk hasil pertanian. Perlakuan dan penyimpanan dingin untuk komoditas hortikultura kubis dapat mempengaruhi umur simpan, susut bobot, warna komoditas yang disimpan dan tingkat kerusakan (Saputri, 2020). Menurut (Kurniawan *et al.*, 2021), perlakuan penyimpanan menggunakan pra pendinginan menggunakan air es pada suhu 0°C yang diterapkan pada brokoli mengakibatkan brokoli mempunyai umur simpan lebih lama yaitu 42 hari dibandingkan dengan brokoli yang disimpan tanpa perlakuan pra pendinginan. Menurut

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, ida saidi, Rima Azara, E.Y. 2021. *Buku Ajar Pasca Panen dan Pengolahan Sayuran Daun Penulis*. 1st edn. Sidoarjo.
- Asiah, N. *et al.* 2020. *Prinsip Dasar Penyimpanan Pangan Pada Suhu Rendah*, Nasmedia.
- Asiah, N. 2021. *Konsep Dasar Pengeringan Pangan*. 1st edn. Edited by AE Publishing. Malang: AE Publishing. Available at: <http://aepublishing.id>.
- Bhargava, A., Bansal, A. and Goyal, V. 2022. 'Machine Learning-Based Detection and Sorting of Multiple Vegetables and Fruits', *Food Analytical Methods*, 15(1). Available at: <https://doi.org/10.1007/s12161-021-02086-1>.
- Djaafar, T.F. *et al.* 2022. 'Mutu Fisik Buah Salak Pondoh (*Salacca edulis* Reinw): Pengaruh Pelilinan dan Pengemasan Menggunakan Kantong Plastik Low Density Polyethylene', *agriTECH*, 42(2), p. 113. Available at: <https://doi.org/10.22146/agritech.55376>.
- Fahmi, N., Herdiana, I. and Rubiyanti, R. 2020. 'PENGARUH METODE PENGERINGAN TERHADAP MUTU SIMPLISIA DAUN PULUTAN (*Urena lobata* L.)', *Media Informasi*, 15(2). Available at: <https://doi.org/10.37160/bmi.v15i2.433>.
- Farooq, O. and Gill, J. 2022. 'Vegetable Grading and Sorting using Artificial Intelligence', *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 10(3). Available at: <https://doi.org/10.22214/ijraset.2022.40407>.
- Hariyadi, P. and Hartati, A. 2014. 'Satuan Operasi Industri Pangan. In: Pembersihan, Sortasi, dan Grading', *Universitas Terbuka*, pp. 1–38.
- Kementrian Pertanian RI. 2019. 'Pedoman Penanganan Pascapanen Sayuran'.

- Kurniawa, Y. *et al.* 2021. 'Studi Respirasi Belimbing Wuluh pada Kondisi Penyimpanan Udara Termodifikasi Udara Pasif', *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 9(2), pp. 57–64.
- Kurniawan, Y.R. *et al.* 2021. 'Stabilitas Beras Analog Berdasarkan Pola Kadar Air Kesetimbangan', *JURNAL PANGAN*, 30(2). Available at: <https://doi.org/10.33964/jp.v30i2.522>.
- Manfaati, R., Baskoro, H. and Rifai, M.M. 2019. *PENGARUH WAKTU DAN SUHU TERHADAP PROSES PENGERINGAN BAWANG MERAH MENGGUNAKAN TRAY DRYER*.
- Meriadi, Meliala, S. and Muhammad. 2018. 'Menggunakan Pemanas Listrik', *Jurnal Energi Elektrik*, 7, pp. 47–53.
- Mutiarawati, T. 2007. *Penanganan Pasca Panen Hasil Pertanian**.
- Nissa, K. *et al.* 2020. 'Pengaruh Curing dan Coating pada Mutu Ubi Jalar Cilembu Selama Masa Penyimpanan Effect of Curing and Coating on The Quality of Cilembu Sweet Potato During Storage Period', *Warta IHP/Journal of Agro-based Industry*, 37(2), pp. 99–107.
- Rahayoe, S. 2017. 'Teknik Pengeringan', *Teknik Pengeringan*, 1(1).
- Sagala, E. and Suwanto, . 2017. 'Manajemen Panen dan Pasca Panen Ubi Kayu (Manihot esculenta Crantz) untuk Bahan Baku Industri Tapioka di Lampung', *Buletin Agrohorti*, 5(3). Available at: <https://doi.org/10.29244/agrob.v5i3.16486>.
- Samad, M.Y. 2016. 'Pengaruh Penanganan Pasca Panen Terhadap Mutu Komoditas Hortikultura', *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*, 8(1), pp. 31–36.
- Samad, Y. 2006. *PENGARUH PENANGANAN PASCA PANEN TERHADAP MUTU KOMODITAS HORTIKULTURA*.
- Saputri, C.W.E.I.A.R.P.P.K.D.K. 2020. 'Pengaruh Perlakuan Waktu dan Suhu Penyimpanan Dingin terhadap Mutu Kubis Bunga (Brassica oleracea L. var. botrytis', *JURNAL BETA [Preprint]*.

- Sembiring, A.C., Sitanggang, D. and Sinuhaji, N.P. 2020. 'Pemberdayaan Petani Kopi Karo melalui Pengolahan Pasca Panen', *Jurnal Mitra Prima*, 1(2). Available at: https://doi.org/10.34012/mitra_prima.v1i1.833.
- Sudjatha, W.N.W.W. 2017. *FISIOLOGI DAN TEKNOLOGI PASCAPANEN*.
- Wijaya, A. and Noviana. 2022. 'Penetapan Kadar Air Simplisia Daun Kemangi (*Ocimum Basilicum* L.) Berdasarkan Perbedaan Metode Pengeringan', *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*, 4(2).
- Wulantika, T. 2021. *PERUBAHAN KONDISI PRODUK HORTIKULTURAPADA PENYIMPANAN SUHU RENDAH DAN SUHU RUANG*. Available at: <https://jurnalpolitanipyk.ac.id/index.php/JH>.

BIODATA PENULIS



Basuki S.P., M.Sc

Dosen Program Studi Ilmu Tanah
Fakultas Pertanian Universitas Jember

Basuki lahir di Sukoharjo, pada tanggal 02 Agustus 1985. Lulus S1 dari Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret Surakarta tahun 2009, dan Lulus S2 tahun 2014 dari Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada melalui program Beasiswa Unggulan. Karier tahun 2009-2019 menjadi staf peneliti di Pusat Penelitian Tebu PT Perkebunan Nusantara XI (Persero) dengan membidangi Bagian Sistem Informasi Geografis, Kesuburan Tanah & Rekomendasi Pemupukan Tanah, Biologi Tanah, Kultur Jaringan, Agen Hayati Pengendali Hama Dan Penyakit Tanaman Tebu, Pemuliaan Tanaman Tebu, Percobaan Lapang. Tahun 2012 melepas varietas tebu unggul baru di Indonesia dengan nomor ID 2794/kpts/SR.120/8/2012. Pada 2019 – Sekarang, penulis menjadi staf dosen di Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Jember. Keahlian yang ditekuninya meliputi Evaluasi Sumberdaya Lahan, Sistem Informasi Geografis, Pertanian Presisi, Genesis Tanah, Morfologi&klasifikasi tanah, Kesuburan Tanah, Penilaian lapang karakteristik tanah, Sistem Pertanian

Berkelanjutan, dan Rekomendasi Pemupukan. Penulis juga telah menulis beberapa buku diantaranya dengan judul Ilmu Tanah dan Nutrisi tanaman (ISBN 978-623-5488-00-4); BUDIDAYA PADI Integrasi Pertanian dan Peternakan Mendukung Produktifitas Padi (ISBN 978-623-6916-84-1), Hidrologi Pertanian (ISBN 978-623-342-646-6), Pengantar Teknologi Pertanian (ISBN 978-623-8070-88-6), Pengantar Agroklimatologi (ISBN 978-623-8070-61-9), Kesuburan dan Pemupukan Tanah (ISBN 978-623-342-696-1), Pertanian Berkelanjutan (ISBN 978-623-342-748-7).

BIODATA PENULIS



Murdaningsih, SP.MP.

Dosen Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Flores

Ketertarikan penulis terhadap Pertanian dimulai pada tahun 1988 yang mendorong penulis memilih melanjutkan jenjang pendidikan pada SPP-SPMA Daerah Madiun yang lulus pada tahun 1991. Kemudian melanjutkan pendidikan ke Sekolah Tinggi Pertanian Tribhuwana Malang dan berhasil menyelesaikan studi S1 di Prodi Agronomi pada tahun 1996. Kemudian, penulis menyelesaikan studi S2 di Prodi Ilmu Tanaman pada Pasca Sarjana Universitas Brawijaya Malang pada tahun 2002.

Penulis berkarir sebagai Dosen pada Fakultas Pertanian - Universitas Tribhuwana Tunggaladewi Malang sejak tahun 1997 - 2008, selanjutnya menjadi Dosen pada Prodi Agroteknologi - Fakultas Pertanian - Universitas Flores sejak tahun 2009 - sekarang, dan memiliki kepakaran dibidang Pertanian dan Perkebunan, dalam menunjang karir sebagai dosen profesional, maka penulis pun aktif sebagai peneliti dan juga aktif menulis buku dengan harapan dapat menjadi referensi bagi mahasiswa dan lebih luas berhadap dapat memberikan kontribusi positif bagi bangsa dan negara. Selama menjadi Dosen yang memiliki tugas Tridarma

Perguruan Tinggi, maka penulis juga melakukan berbagai kegiatan pengabdian masyarakat berupa pendampingan masyarakat dan bekerjasama dengan LSM serta Pemerintah terkait.

Email Penulis: murdaningsih11@gmail.com

BIODATA PENULIS



Yanto Yulianto, Ir., M.P.

Dosen Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Siliwangi

Penulis dilahirkan di Bandung, 20 Juli 1961. Menamatkan pendidikan SD Mitra Batik di Kota Tasikmalaya tahun 1973, SMPN II Tasik tamat tahun 1976, tamat dari SMAN II tahun 1980, melanjutkan ke Jurusan Tanah Fakultas Pertanian tahun 1986. Melanjutkan program S2 Bidang Keahlian Kesuburan Tanah di Pasca Sarjana Universitas Padjadjaran tahun 1994. Sejak lulus S2, penulis sering melakukan kegiatan survey tanah ke beberapa daerah transmigrasi. Saat ini Penulis merupakan Dosen tetap di Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Siliwangi. Penulis menekuni bidang keilmuan Survei dan Evaluasi Lahan serta Kesuburan Tanah.

BIODATA PENULIS



Nurul Chairiyah, S.Si., M.Si.

Dosen Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Borneo Tarakan

Lahir di Sanga-sanga pada tanggal 12 Desember 1988 sebagai anak terakhir dari empat bersaudara. Menyelesaikan pendidikan dasar di SD YPTH Sanga-sanga tahun 2000. Kemudian menyelesaikan pendidikan menengah di SLTP Negeri 1 Sanga-sanga pada tahun 2003, dan SMA Negeri 10 Samarinda tahun 2006. Pendidikan sarjana ditempuh di Jurusan Biologi Universitas Brawijaya, lulus tahun 2011. Pada tahun yang sama dengan kelulusan pendidikan sarjana, penulis diterima di Program Studi S2 Biologi di Universitas Brawijaya dan menamatkannya pada tahun 2014.

Penulis menjadi tenaga pengajar biologi di SMA Negeri 10 Samarinda semenjak tahun 2015 hingga tahun 2018. Kemudian menjadi tenaga pengajar di Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Borneo Tarakan sejak tahun 2019 hingga sekarang. Pada tahun 2020, penulis ikut menyumbangkan opini yang tergabung dalam buku “Antologi dari Bumi Paguntaka: Perspektif Minda Akademia UBT” dan “Antologi dari Bumi

Paguntaka: Covid-19: Dampak dan Solusi”. Selain itu penulis juga turut berperan dalam pembuatan buku referensi Dasar Agronomi.

BIODATA PENULIS



Vega Kartika Sari, S.P., M.Sc.

Dosen Program Studi Agronomi
Fakultas Pertanian Universitas Jember

Penulis lahir di Bondowoso pada tahun 1988. Pendidikan Sarjana diselesaikan di Universitas Brawijaya Malang Program Studi Pemuliaan Tanaman pada tahun 2011. Pada tahun 2015 meraih gelar Master untuk Program Studi Pemuliaan Tanaman di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Penulis pernah mengajar di Politeknik Negeri Jember pada tahun 2016-2018, dan mendapat kesempatan mengikuti program Retooling tahun 2018 di Singapore. Saat ini penulis adalah dosen di Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember. Mata kuliah yang diampu antara lain Pemuliaan Tanaman, Budidaya Tanaman Pangan, Pengantar Teknologi Pertanian, Pengantar Ilmu Tanaman, Genetika Dasar, Bioteknologi Pertanian, Pemuliaan Ketahanan Tanaman, Rancangan Percobaan, Nutrisi Tanaman, Pertanian Perkotaan, dan Pertanian Berkelanjutan. Selain mengajar dan penelitian, juga melakukan pengabdian masyarakat berupa pendampingan budidaya tanaman pangan, hortikultura, dan herbal. Hasil penelitian dan pengabdian telah dipublikasikan di

jurnal-jurnal nasional terakreditasi dan jurnal internasional terindeks. Hingga kini, penulis telah menghasilkan beberapa buku ajar maupun buku referensi serta menjadi reviewer di beberapa jurnal nasional terakreditasi.

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). Nomer WA: 082129962903 dan Email: didi@unwir.ac.id.

BIODATA PENULIS



Sulis Dyah Candra, S.P., M.P.

Dosen Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian - Universitas Panca Marga

Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian di Universitas Panca Marga. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Budidaya Pertanian Universitas Pembangunan Nasional 'Veteran' Jawa Timur, dan melanjutkan S2 pada Jurusan Agronomi Universitas Jember. Penulis menekuni bidang menulis sebagai bagian dari implementasi dan aktualisasi akademis penunjang bidang keilmuan, dengan **SCOPUS** ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57358890900>; **ORCID** ID: <https://orcid.org/0000-0002-7623-5792>; **SINTA** ID: <https://sinta.kemdikbud.go.id/authors/profile/162471>; dan **Google scholar** ID: <https://scholar.google.com/citations?hl=id&user=PQ9-7zAAAAAJ>

BIODATA PENULIS



Indra Permana, S.P., M.P.

Dosen Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Siliwangi

Penulis lahir di Jakarta tanggal 11 Nopember 1992. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Siliwangi. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Agroteknologi dan melanjutkan S2 pada Jurusan Ilmu Tanah di Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Penulis menekuni penelitian di bidang pemupukan sejak penyusunan skripsi, tesis, bahkan hingga saat ini. Fokus topik yang diteliti yakni formulasi dan produksi pupuk multifungsi yang berperan sebagai pupuk lepas lambat sekaligus remediator logam berat pada tanah-tanah tercemar. Penulis memiliki pengalaman kerja sebagai peneliti sejak tahun 2016 hingga saat ini. Sebelum bekerja sebagai dosen, penulis merupakan peneliti di salah satu research center perkebunan kelapa sawit Sinarmas yaitu Smart Research Institute. Pengalaman yang cukup lama sebagai peneliti memberikan kontribusi dalam menyusun bahan ajar bagi para mahasiswa di fakultas pertanian Universitas Siliwangi.

BIODATA PENULIS



Fadil Rohman, S.P., M.Si.

Dosen Program Studi Produksi Tanaman Hortikultura
Jurusan Produksi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

Penulis lahir pada tanggal 28 Juli 1992 di Kabupaten Lumajang, Provinsi Jawa Timur. Penulis adalah dosen tetap di Program Studi Produksi Tanaman Hortikultura, Jurusan Produksi Pertanian, Politeknik Negeri Jember. Penulis menyelesaikan kuliah di Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember pada Tahun 2015. Penulis kemudian melanjutkan kuliah S2 di Program Studi Agronomi dan Hortikultura, Institut Pertanian Bogor yang didukung oleh program Beasiswa Unggulan (BU), lulus pada Tahun 2019. Penulis telah mengampu beberapa mata kuliah antara lain Ilmu Tanah dan Kesuburan, Mekanisasi dan Bangunan Pertanian, Hidroponik, Teknologi Produksi Buah Semusim, Teknologi Produksi Tanaman Rempah dan Obat, Fisiologi Tumbuhan, Dasar-dasar Kultur Jaringan, Kultur Jaringan Terapan dan Pengelolaan Landscape.

BIODATA PENULIS



Josina Irene Brigetha Hutubessy
Fakultas Pertanian Universitas Flores

Penulis kelahiran Ambon tanggal 26 April 1976 adalah dosen tetap Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian di Universitas Flores sejak tahun 2007. Katolik penggemar coklat dan film. menyelesaikan pendidikan formal Sarjana Pertanian di Universitas Papua dan *Master Sains* di Program Studi Lingkungan Pesisir Universitas Udayana Denpasar.

BIODATA PENULIS



Dr. Silvia Permata Sari, SP., MP.

Dosen Program Studi Agroteknologi
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 *fasttrack* untuk pendidikan Magister (S2) di Universitas Andalas tahun 2008 dan lulus dengan predikat Cumlaude (Dengan Pujian) tahun 2010. Kemudian pada tahun 2010, penulis lulus PNS sebagai dosen Fakultas Pertanian, Universitas Andalas. 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 (BPPDN) dari Kemeristek Dikti untuk pendidikan Doktor (S3) pada Program Studi Entomologi di Institut Pertanian Bogor (IPB). 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 menikah dengan Lakry Maltaf Putra, M.Kom tahun 2016 dan dikaruniai 3 orang anak selama pendidikan Doktor. Penulis aktif mengikuti berbagai kegiatan, mulai dari mengajar perkuliahan, penelitian, pengabdian kepada masyarakat, mengikuti seminar nasional dan seminar internasional, menulis jurnal internasional terindeks Scopus, serta menulis buku dan artikel di media massa lokal maupun internasional.

BIODATA PENULIS



Kristono Yohanes Fowo, S.P., M.P.
Dosen Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Flores

Penulis lahir di Ende tanggal 23 Januari 1985. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Flores. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Fakultas Pertanian Universitas Flores dan melanjutkan S2 pada Program Studi Ilmu Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Karir dimulai sebagai Asisten Dosen dan menjadi Dosen sejak tahun 2013 di universitas Flores dan mengasuh mata kuliah Agroteknologi, Budidaya Tanaman Hortykultura Lahan Kering dan Tanaman Industri Pertanian.

BIODATA PENULIS



Viza Yelisanti Putri, S.P., M.Si

Dosen Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Megoupak Tulang Bawang

Penulis lahir di Menggala Kab. Tulang Bawang, Lampung 9 Desember 1978. Telah menyelesaikan pendidikan S1 dan S2 di Program Studi Hama dan Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung tahun 2001 dan 2015. Penulis adalah Dosen Tetap pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Megoupak Tulang Bawang sejak tahun 2012 hingga sekarang

BIODATA PENULIS



Oria Alit Farisi, S.P., M.P.

Dosen Program Studi Ilmu Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Jember

Oria Alit Farisi, SP., MP. merupakan putra ketiga dari pasangan Bapak Suwoto dan Ibu Reny Mudjiarsih. Lahir di Jember pada tanggal 17 Juni 1990. Pendidikan Sekolah dasar di SDN Mangli 02 Jember (1996), SMP Negeri 06 Jember (2002) dan SMA Muhammadiyah 03 Jember (2005). Pendidikan S1 (2008) di Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, S2 (2013) di selesaikan program studi Magister Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember.

Bidang riset yang di tekuni adalah Produksi Tanaman dan Fisiologi Tanaman. Penelitian Tesis dengan judul Studi agronomi dan fisiologi beberapa aksesori tanaman jagung (*Zea Mays L.*) Hasil pemuliaan. Sedangkan penelitian skripsi Karakteristik Tiga Varietas Koro Pada Berbagai Tingkat Kapasitas Lapang. Minat penelitian berlanjut sampai sekarang dan menghasilkan beberapa jurnal yang terbaru tahun 2020 salah satu nya yaitu dengan nama jurnal Buletin Tanaman Tembakau, Serat dan Minyak Industri dengan judul “Pengaruh Penambahan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) dan Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Benih Tembakau

Cerutu Besuki (*Nicotiana tabacum* L.)". Pada tahun 2019 mendapat penghargaan sebagai pemakalah terbaik dalam Seminar Nasional "Implementasi IPTEKS Sub Sektor Perkebunan Pendukung Devisa Negara dan Ketahanan Energi Indonesia" yang diselenggarakan di Politeknik Negeri Jember. Saat ini penulis di tegabung dalam Riset Kaji Terap Implementasi Masterplan Kawasan Pertanian Zona Kawasan Selingkar Ijen (2021), Kaji Terap Implementasi Masterplan Kawasan Pertanian Zona Kawasan Selingkar Bromo Tengger Semeru (2022), Kaji Terap Pengembangan Sektor Agro Di Wilayah Selingkar Wilis (2023) Yang Bekerja Sama Dengan Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda) Provinsi Jawa Timur. Penulis juga telah menulis beberapa buku diantaranya dengan judul Fisiologi Benih Tanaman Perkebunan (ISBN: 978-623-6039-20-5).

BIODATA PENULIS



Dwi Ari Cahyani, S.TP., M.Sc.

Dosen Program Studi Agroindustri
Politeknik Banjarnegara

Penulis lahir di Banyumas tanggal 6 Januari 1982. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi DIII Agroindustri Politeknik Banjarnegara. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 pada program studi Teknik Pertanian UNSOED dan melanjutkan S2 pada program studi Teknik Pertanian UGM. Penulis menekuni bidang menulis. Penulis aktif dalam kegiatan ilmiah baik melalui penelitian maupun pengabdian kepada masyarakat.