

PERLINDUNGAN TANAMAN



**Rissa Megavitry, Gallyndra Fatkhu Dinata, Sutiharni,
I Wayan Suanda, Suskandini Ratih Darmawati,
Nining Triani Thamrin, Rifni Nikmat Syarifuddin, Anna Fitriana,
Yonce Melyanus Killa, Bambang Hariyanto, Muhammad Aksan**

PERLINDUNGAN TANAMAN

**Rissa Megavitry
Gallyndra Fatkhu Dinata
Sutiharni
I Wayan Suanda
Suskindini Ratih Darmawati
Nining Triani Thamrin
Rifni Nikmat Syarifuddin
Anna Fitriana
Yonce Melyanus Killa
Bambang Hariyanto
Muhammad Aksan**



PT GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI

PERLINDUNGAN TANAMAN

Penulis:

Rissa Megavitry
Gallyndra Fatkhu Dinata
Sutiharni
I Wayan Suanda
Suskindini Ratih Darmawati
Nining Triani Thamrin
Rifni Nikmat Syarifuddin
Anna Fitriana
Yonce Melyanus Killa
Bambang Hariyanto
Muhammad Aksan

ISBN: 978-623-198-115-8

Editor: Mila Sari, M.Si.

Tri Putri Wahyuni, S.Pd.

Penyunting: Yuliatr Novita, M.Hum.

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

Penerbit: PT GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi: Jl. Pasir Sebelah No. 30 RT 002 RW 001
Kelurahan Pasie Nan Tigo Kecamatan Koto Tengah
Padang Sumatera Barat

website: www.globaleksekutifteknologi.co.id

email: globaleksekutifteknologi@gmail.com

Cetakan Pertama, Maret 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 syukur Tim penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas limpahan rahmat-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan “Perlindungan Tanaman”. Perlindungan Tanaman sangat penting dalam menentukan keberhasilan dalam budidaya tanaman. Buku ini menjelaskan tentang pentingnya perlindungan tanaman, konsep perlindungan tanaman, hama tanaman, penyakit tanaman, bakteri pathogen tanaman, penyakit yang disebabkan virus, serangga pada tanaman, pestisida teknik pengendalian secara kimia, gulma, dan prospek dan tantangan perlindungan tanaman.

Buku ini masih banyak kekurangan dalam penyusunannya. Oleh karena itu, kami sangat mengharapkan kritik dan saran demi perbaikan dan kesempurnaan buku ini selanjutnya. Kami mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian Buku ini. Semoga Buku ini dapat menjadi sumber referensi dan literatur yang mudah dipahami.

Padang, Februari 2023
Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR BAGAN	vi
BAB I PENTINGNYA PERLINDUNGAN TANAMAN.....	1
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Definisi Perlindungan Tanaman	2
1.3 Tujuan Perlindungan Tanaman	5
1.4 Peranan Perlindungan Tanaman	6
1.5 Tantangan dalam Upaya Perlindungan Tanaman	8
DAFTAR PUSTAKA.....	11
BAB 2 KONSEP PERLINDUNGAN TANAMAN.....	13
2.1 Teknik Pengendalian OPT	13
2.2 Pengendalian secara peraturan	13
2.3 Pengendalian secara fisik.....	14
2.3.1 Perlakuan Panas dan Basah.....	14
2.3.2 Perlakuan Cahaya.....	15
2.3.3 Penggunaan gelombang suara.....	15
2.3.4 Penghalang atau barrier	15
2.4 Pengendalian secara mekanik.....	15
2.5 Pengendalian secara kultur teknis	16
2.5.1 Tanam serempak.....	16
2.5.2 Pengolahan tanah	17
2.5.3 Rotasi tanaman.....	17
2.5.4 Sanitasi	18
2.6 Pengendalian menggunakan varietas tahan.....	18
2.6.1 Tanaman Varietas Tahan.....	18
2.6.2 Tipe Varietas Tahan.....	19
2.7 Pengendalian hayati	20
2.8 Pengendalian secara kimiawi.....	22
DAFTAR PUSTAKA.....	25
BAB 3 HAMA TANAMAN	27
3.1 Definisi dan Pengertian Hama Tanaman.....	27
3.2 Organisme Hidup Yang Berpotensi Sebagai Hama.....	28
3.3. Faktor Penyebab Terjadinya Serangga Sebagai Hama	45
DAFTAR PUSTAKA.....	50
BAB 4 PENYAKIT TANAMAN	53
4.1. Pendahuluan	53

4.2 Cara Penularan Penyakit.....	55
4.2.1. Daur Penyakit (Disease Cycle).....	56
4.2.2 Gejala Penyakit pada Tanaman.....	59
4.2.3. Siklus Infeksi Patogen pada Tanaman.....	61
4.3. Penyakit Penting Pada Tanaman.....	63
4.3.1. Penyakit Tanaman Pangan.....	63
4.4.2. Penyakit Tanaman Hortikultura.....	66
4.5. Penyakit Tanaman Perkebunan.....	69
DAFTAR PUSTAKA.....	70
BAB 5 BAKTERI PATOGEN TANAMAN.....	73
5.1. Pendahuluan.....	73
5.2 Karakteristik bakteri patogen tumbuhan maupun bakteri antagonis.....	75
5.3. Genus bakteri patogen tumbuhan dan gejala yang ditimbulkan.....	80
5.4. Cara pengendalian penyakit tumbuhan yang disebabkan oleh bakteri.....	83
DAFTAR PUSTAKA.....	86
BAB 6 PENYAKIT YANG DISEBABKAN VIRUS.....	87
6.1 Pendahuluan.....	87
6.2 Penyakit Tungro.....	88
6.3 Penyakit Mosaik.....	90
6.4 Potato Virus Y (PVY).....	91
6.5 Cucumber Mosaic Virus (CMV).....	92
6.6 Chili Vein Mottle Virus (ChiVMV).....	93
6.7 Gemini Virus (Yellow Virus).....	94
DAFTAR PUSTAKA.....	97
BAB 7 SERANGGA PADA TANAMAN.....	101
7.1 Pendahuluan.....	101
7.2 Serangga sebagai Hama.....	102
7.2.1 Terjadinya perubahan lingkungan serangga oleh manusia.....	102
7.2.2 Masuknya spesies serangga baru.....	103
7.2.3 Penurunan toleransi terhadap kerusakan tanaman.....	103
7.3 Serangga sebagai Vektor.....	104
7.3.1 Ordo Homoptera.....	104
7.3.2 Ordo Coleoptera.....	104
7.3.3 Ordo Diptera.....	105
7.3.4 Ordo Hemiptera.....	105
7.3.5 Ordo Thysanoptera.....	106
7.4 Serangga sebagai Polinator.....	106
7.5 Serangga sebagai Dekomposer.....	106
7.6 Serangga sebagai Musuh Alami.....	108

7.6.1 Predator.....	108
7.6.2 Parasitoid.....	110
DAFTAR PUSTAKA.....	112
BAB 8 STRATEGI PENGENDALIAN OPT HAMA.....	115
8.1 Pendahuluan	115
8.2 Pengertian Hama.....	115
8.3 Pengendalian Hama Terpadu.....	115
8.3.1. Strategi PHT.....	117
8.3.3 Prinsip Dasar PHT	122
DAFTAR PUSTAKA.....	127
BAB 9 PESTISIDA TEKNIK PENGENDALIAN SECARA KIMIA	129
9.1 Pendahuluan	129
9.2 Jenis-Jenis Pestisida.....	131
9.2.1 Insektisida.....	131
9.2.2 Akarisida.....	133
9.2.3 Molluskisida.....	133
9.2.4 Rodentisida	133
9.2.5 Nematida.....	134
9.2.6 Fungisida.....	134
9.2.7 Bakterisida	135
9.2.8 Virusida.....	135
9.2.9 Avisida	135
9.2.10 Herbisida.....	135
9.3 Syarat Pestisida.....	136
9.4 Prinsip-Prinsip Penggunaan Pestisida.....	137
9.5 Dampak Pestisida Kimia.....	137
DAFTAR PUSTAKA.....	139
BAB 10 GULMA	141
10.1 Pendahuluan.....	141
10.2 Asal Usul Gulma	142
10.3 Karakteristik Gulma.....	142
10.4 Klasifikasi Gulma.....	145
10.4.1. Annual, Biennial dan Perennial	145
10.4.2. Habitat.....	146
10.4.3. Sistem Manajemen Penggunaan Lahan	146
10.4.4. Pertumbuhan, Struktur jaringan, Herbivora dan Berkayu	146
10.6 Faktor yang Mempengaruhi Penyebaran Gulma.....	164
10.7 Permasalahan dan Keuntungan Gulma.....	165
10.8 Manajemen Pengendalian Gulma	166
10.8.1 Manajemen Pengendalian Gulma Secara Integrasi	167

10.8.2 Kultural	168
10.8.3 Pencegahan	168
10.8.4 Identifikasi Gulma	169
10.8.5 Pemanfaatan Cover Crop untuk Mengendalikan Gulma	169
10.8.6 Biologi	170
10.8.7 Mekanik atau Pisikal	171
10.8.8 Kimia	171
DAFTAR PUSTAKA.....	172
BAB 11 PROSPEK DAN TANTANGAN PERLINDUNGAN TANAMAN	173
11.1 Pendahuluan	173
11.2 Prospek perlindungan tanaman	174
11.2.1 Utilisasi Bioteknologi	174
11.2.2 Konservasi musuh alami.....	176
11.2.3 Pengembangan biopestisida dan biokontrol	177
11.2.4 Implementasi pertanian presisi	179
11.3 Tantangan perlindungan tanaman	180
11.3.1 Perubahan iklim	180
11.3.2 Residu kimia anorganik.....	181
11.3.3 Polemik kebijakan proteksi tanaman	182
DAFTAR PUSTAKA.....	183
BIODATA PENULIS	

DAFTAR TABEL

Gambar 3.1. Kelompok Famili Chordata kelas Mamalia.....	31
Gambar 3.2. Filum Chordata kelas Aves, a. Bondol, b. Gelatik Jawa dan c. Manyar.....	31
Gambar 3.3. Filum Moluska (a). bekicot <i>Achatina fulica</i> dan (b) Siput Semak <i>Bradybaena similaris</i> (Ferussac)	32
Gambar 3.4. Filum Moluska, Siput Setengah Telanjang <i>Parmarion</i> <i>hopularis</i>	33
Gambar 3.5. Filum Moluska, Keong Mas <i>Pomacea Canaliculate</i>	33
Gambar 3.6. Filum Arthropoda, kelas Arachnida <i>Tetranychus</i> sp.	35
Gambar 3.7. Filum Arthropoda, kelas Insekta ordo Hemiptera	37
Gambar 3.8. Filum Arthropoda Kelas Insekta Ordo Coleoptera.....	38
Gambar 3.9. Filum Arthropoda, Kelas Insekta, Ordo Lepidoptera.....	39
Gambar 3.10. Filum Arthropoda Kelas Insekta, Ordo Diptera	40
Gambar 3.11. Filum Arthropoda Kelas Insekta, Ordo Orthoptera.....	42
Gambar 3.12. Filum Arthropoda Kelas Insekta, Ordo Hemiptera	43
Gambar 3.13. Filum Hymenoptera, Famili Formicidae (semut)	44
Gambar 3.14. Gejala bengkak dan lainnya yang disebabkan oleh nematoda bengkak akar pada A. tomat, B. wortel, C. kentang, D. kacang, E. ubi rambat yang sehat, F. ubi rambat, G. dogwood tree.....	45
Gambar 4.1. Faktor-Faktor yang mempengaruhi Laju Penyakit	56
Gambar 4.2. Skema Dasar dan Gejala Penyakit pada Tanaman.....	60
Gambar 4.3. Penularan Patogen Monosiklik. (1) Patogen Penyakit Bercak Daun (Daun Kacang Panjang); (2) Patogen Penyakit Akar Gada (Kol Bunga, Kubis Bunga); (3) Patogen Penyakit Buah Stroberi	62
Gambar 4.3. Gejala Penyakit Blast daun (kanan) dan Blast leher (kiri).....	64
Gambar 4.4. Gejala Busuk Pelepah	65
Gambar 4.5. Gejala Penyakit Kresek (Gejala Awal = kanan; Gejala Akhir = kiri)	66
Gambar 4.6. Penyakit Layu dan Buah Stroberi Terserang Jamur.....	66
Gambar 4.7. Penyakit Layu Akar Gada pada Tanaman Selada (kanan selada layu; kiri Penyakit Akar Gada)	67
Gambar 4.8. Penyakit Layu <i>Fusarium</i> Tanaman Terung dan Tomat.....	69
Gambar 4.9. Penyakit Layu Akar Putih A. Pohon Cengkeh Layu; B. JAP menular di akar dan C. Badan Buah JAP	69
Gambar 5.1. Bakteri berdarah pisang.....	82

BAB I

PENTINGNYA PERLINDUNGAN

TANAMAN

Oleh Rissa Megavitry

1.1 Pendahuluan

Kerusakan tanaman akibat serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) sudah menjadi atensi sejak awal kegiatan budidaya tanaman dilakukan oleh manusia. Budidaya tanaman atau sistem produksi pertanian, mencakup kegiatan-kegiatan yang dimulai dari persiapan dan pengolahan lahan, pemilihan bibit atau benih, penanaman, perawatan tanaman, pengelolaan air, pemupukan, pengendalian gulma, pengendalian organisme pengganggu tanaman, pemanenan, dan pengelolaan hasil panen. Pengendalian OPT adalah salah satu faktor utama dalam memperoleh hasil pertanian yang optimal. Oleh sebab itu usaha dalam mengendalikan OPT adalah salah satu bagian terpenting dalam sistem produksi pertanian ((Hidayat et al., 2014).

Perlindungan tanaman merupakan bagian penting dan tidak terpisahkan dalam kegiatan budidaya tanaman, utamanya dalam mempertahankan hasil hortikultura yang optimal baik dari segi kualitas maupun kuantitas, menguntungkan petani, menjamin kesehatan konsumen, dan menjaga kelestarian lingkungan hidup. Usaha tersebut diaplikasikan dengan memaksimalkan fungsi bermacam elemen dalam sistem perlindungan guna meminimalkan kehilangan produksi akibat

dampak perubahan iklim (DPI) seperti terkena banjir, kekeringan dan serangan organisme pengganggu tumbuhan (OPT).

Dasar hukum dan pertimbangan pelaksanaan perlindungan hortikultura mengacu pada:

- a. Undang-Undang No. 13 Tahun 2010 tentang Hortikultura
- b. Undang-Undang No. 12 Tahun 1992 tentang Sistem Budidaya Tanaman
- c. Peraturan Pemerintah No. 6 Tahun 1995 tentang Perlindungan Tanaman
- d. Keputusan Menteri Pertanian No. 887/Kpts/OT/9/1997 tentang Pedoman pengendalian OPT.
- e. Di samping itu, dalam era otonomi daerah, pelaksanaan tugas, fungsi, dan kewenangannya mengacu kepada Undang-Undang No. 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah.

Landasan hukum dan ketentuan-ketentuan peraturan tersebut dimanifestasikan dalam kebijakan pengimplementasian sistem Pengendalian Hama Terpadu (PHT) dalam sistem pengelolaan budidaya tanaman sehat sesuai dengan prinsip *Good Agricultural Practices* (GAP) yang tertuang dalam Permentan No.48/OT.140/10/2009 tentang pedoman budidaya buah dan sayur yang baik.

1.2 Definisi Perlindungan Tanaman

Perlindungan Tanaman sangat penting dalam menentukan keberhasilan dalam budidaya tanaman. Makna perlindungan adalah sesuatu yang dilakukan untuk melindungi sesuatu atau seseorang yang lemah dari suatu ancaman atau rintangan yang dapat mengganggu atau merugikan kehidupan normal. Adapun tanaman dapat diartikan sebagai tumbuhan

yang dibudidayakan atau ditanam secara sengaja untuk tujuan tertentu misalnya untuk dikonsumsi, selain itu untuk mencapai produksi tanaman yang berkualitas dan berkuantitas tinggi untuk meningkatkan kesejahteraan bagi yang membudidayakan. Dengan demikian, Perlindungan Tanaman merupakan upaya dalam melindungi tanaman dari gangguan yang dapat mengganggu proses hidupnya sejak pra-tanam sampai pasca tanam (Djafaruddin, 1996).

Berdasarkan UU No. 12 Tahun 1992 tentang Sistem Budidaya Tanaman, perlindungan tanaman (*crop protection*) merupakan segala usaha dalam menangkal kerugian yang disebabkan oleh organisme pengganggu tumbuhan (OPT) dalam kegiatan budidaya tanaman. Selain itu, (Andayanie et al., 2019) menyatakan perlindungan tanaman mencakup seluruh aktivitas perlindungan terhadap kerusakan tanaman sejak awal ditanam hingga diterima oleh konsumen. Lebih lanjut disebutkan oleh (Natawigena, 1992), bahwa perlindungan tanaman tidak hanya melakukan perlindungan terhadap tanaman tetapi juga hasilnya dari gangguan bermacam-macam pengganggu tanaman seperti hama, penyakit, dan gulma.

Gangguan dari OPT dapat terjadi mulai dari benih ditanam hingga masa panen dan penyimpanan hasil. Kutu beras dan kutu jagung (*Sitophilus oryzae* dan *S. zeamays*) adalah hama pasca panen yang merusak gabah, beras serta jagung di tempat penyimpanan sehingga menjadi hancur dan rusak, lain halnya dengan hama tikus yang dapat merusak baik saat tanaman masih di ladang atau sawah maupun selama penyimpanan. Hama wereng (*Nilaparvata lugens*) merupakan contoh hama yang menyerang tanaman padi sehingga dapat mengakibatkan gagal panen. Selain itu, penyakit tanaman juga dapat menyebabkan kerusakan sebab penyakit tanaman menurunkan kualitas dan kuantitas produksi, serta meningkatkan biaya produksi yang selanjutnya dapat

menimbulkan rangkaian kerugian tak langsung bagi konsumen. Biaya produksi yang tinggi secara tidak langsung memaksa konsumen untuk membayar harga yang lebih tinggi dan berkurangnya produksi budidaya dapat mengakibatkan menurunnya transportasi dan kegiatan ekspor, pajak yang rendah dan sebagainya (Hidayat et al., 2014).

Penanganan OPT adalah salah satu unsur penting dari perlindungan tanaman agar dapat mempertahankan produktivitas. Hal tersebut tertuang dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 1995 tentang perlindungan Tanaman Bab 3 Pasal 10 ayat 2 mengenai beberapa jenis pengendalian tanaman, antara lain:

- a. Tindakan secara fisik
- b. Tindakan secara mekanik
- c. Tindakan secara budidaya atau pengaturan kegiatan bercocok tanam
- d. Tindakan secara biologi
- e. Tindakan secara genetik
- f. Tindakan secara kimiawi
- g. Tindakan secara lain sesuai perkembangan teknologi

Usaha penanggulangan kerusakan akibat OPT awalnya dilakukan dengan sederhana seperti pemusnahan secara fisik dan mekanik, akan tetapi populasi manusia semakin bertambah sehingga cara tersebut dianggap tidak optimal dalam mencegah peningkatan laju populasi OPT pada lahan pertanian yang semakin meluas. Selain itu, seiring dengan makin berkembangnya ilmu pengetahuan maka upaya penanggulangan OPT pun makin berkembang dan beragam seperti melalui teknik bercocok tanam, penggunaan tanaman yang tahan penyakit dan OPT, serta penggunaan agen biokontrol berupa antagonis, parasitoid, dan predator. Kemudian pada era Perang Dunia II ditemukan DDT yang

secara drastis mengubah teknik pengendalian OPT yaitu dengan menggunakan pestisida sintetik secara luas (Hidayat et al., 2014).

Dadang (2006) mengelompokkan pestisida menjadi 7 yaitu berdasarkan bahan aktif, cara kerja, bentuk formulasi, jenis sasaran, bentuk fisik, cara masuk, dan golongan senyawa. Pestisida sintesis dianggap lebih efektif dan efisien dalam mengendalikan OPT (Yulia et al., 2020). Tetapi pestisida sintesis juga mengakibatkan kekebalan hama dan mencemari lingkungan (Kardinan, 2011).

1.3 Tujuan Perlindungan Tanaman

Perlindungan tanaman perlu dilakukan agar kerusakan, gangguan dan kematian tanaman akibat OPT dapat dicegah dan kerugian yang ditimbulkan dapat ditanggulangi sehingga hasil panen dapat dijamin kuantitas dan kualitasnya secara optimal. Pengendalian OPT juga bertujuan untuk menekan bahkan meniadakan kerugian agar daya produksi tetap stabil (Asril et al., 2022). Firmansyah (2017) menyebutkan beberapa tujuan perlindungan tanaman, sebagai berikut:

- a. Agar OPT di lahan pertanian dapat dicegah, dikendalikan dan dipantau
- b. Kualitas dan kuantitas produk hasil pertanian dapat meningkat
- c. Daya saing produk pertanian di pasar lokal maupun global dapat meningkat
- d. Penghasilan dan kesejahteraan petani dapat meningkat
- e. Kelestarian lingkungan hidup yang berkualitas dapat terwujud dan menurunnya tingkat pencemaran lingkungan

Direktorat Perlindungan Hortikultura menangani masalah hama penyakit atau OPT dari tanaman buah, sayuran, obat dan florikultura. Dalam Keputusan Menteri Pertanian No.

511/kpts/PD.310/9/2006 dijelaskan tentang Jenis Komoditas Tanaman Binaan Direktorat Jenderal Perkebunan, Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, dan Direktorat Jenderal Hortikultura, maka jenis tanaman hortikultura yang perlu dibina adalah sebanyak 323 jenis yang terdiri dari 60 jenis tanaman buah, 80 jenis tanaman sayuran, 117 jenis tanaman hias/florikultura, dan 66 jenis tanaman obat. Kementerian Pertanian telah menetapkan 40 komoditas unggulan nasional yang terdiri dari beberapa tanaman pangan seperti padi, jagung, kedelai, dan tanaman pangan lainnya dimana 11 diantaranya adalah tanaman hortikultura berupa cabai, bawang merah, kentang, jeruk, manga, manggis, salak, pisang, durian, rimpang, dan tanaman hias. Beberapa komoditas pertanian yang meliputi beberapa komoditas pangan dan hortikultura menjadi isu strategis karena kontribusinya terhadap perekonomian nasional.

Perlindungan tanaman akan berhasil apabila seluruh pihak yang terdiri dari kelompok tani, pemerintah desa, pemerintah daerah, pemerintah pusat, dan organisasi terkait bekerja sama dalam pengimplementasiannya. National Plant Protection Organization (NPPO) merupakan wadah koordinasi perlindungan tanaman di Indonesia, sedangkan pada tingkat internasional Indonesia merupakan anggota Codex Alimentarius Commission (CAC) atau International Plant Protection Cooperation (IPPC) (Ramdan et al., 2022).

1.4 Peranan Perlindungan Tanaman

Perlindungan tanaman berperan penting dan terintegrasi dengan upaya peningkatan produksi tanaman atau produksi pertanian. Perlindungan tanaman pun berperan dalam menjamin produk yang dihasilkan dan mengurangi resiko selama kegiatan budidaya tanaman berlangsung meskipun tahap-tahap lainnya telah dilakukan seperti penggunaan varietas unggul, cara

penanaman, pemupukan, pengairan, penyiangan, pemanenan dan pasca panen telah dilaksanakan dengan baik, akan tetapi bila pengendalian OPT diabaikan maka tahapan lainnya menjadi sia-sia.

Perlindungan tanaman bertujuan untuk melindungi, mencegah, atau menghindari agar tanaman tidak mengalami gangguan, kerusakan, kematian, penurunan hasil atau memperkecil kerugian yang ditimbulkan oleh OPT sehingga para petani wajib berprinsip untuk menurunkan kerugian bahkan meniadakan kerugian tersebut sehingga dapat memperoleh keuntungan yang sebesar-besarnya. Dalam UU No. 12 Tahun 1992 telah diuraikan dengan jelas beberapa peranan penting upaya perlindungan tanaman, sebagai berikut:

- a. Meningkatkan kuantitas dan mutu produk
- b. Mempertahankan produktivitas pertanian pada taraf tinggi
- c. Pengendalian OPT pada proses produksi pertanian dapat mempertahankan produktivitas dan meningkatkan kuantitas produksi sebab intensitas serangan OPT dapat berkurang.
- d. Keberlanjutan hasil produk meningkat disebabkan keberhasilan penanaman memiliki peluang yang lebih besar. Jaminan tercapainya target produksi suatu komoditas tanaman dapat diberikan bila selama proses produksi dari hulu sampai hilir dilakukan kegiatan perlindungan tanaman sebab hama dan penyakit penyerang tanaman dapat dikendalikan dan tingkat kerugian bisa ditekan.
- e. Keamanan produk lebih meningkat dan kandungan residu cemaran berbahaya pada produk pangan menurun sehingga aman untuk dikonsumsi.
- f. Kepercayaan pasar domestik dan global terhadap hasil pertanian Indonesia dapat meningkat sebab terdapat jaminan mutu, kuantitas, dan kontinuitas produk.

- g. Memacu peningkatan mutu manajemen usaha, kemandirian, dan volume usaha.
- h. Pemberdayaan petani sebagai pengelola usaha tani yang professional dan berorientasi pasar serta selera konsumen
- i. Kemampuan dan potensi kelompok tani menjadi unit pembelajaran, unit produksi dan unit pemasaran dapat meningkat.
- j. Komitmen dan kesadaran petani terhadap pelestarian lingkungan hidup baik ditingkat lokal, nasional, dan global meningkat.
- k. Peningkatan kemampuan dan potensi petani dalam mengembangkan dan mengaplikasikan teknologi, memanfaatkan sumber daya lokal, berwawasan lingkungan dan berdaya saing.

Dapat disimpulkan bahwa perlindungan tanaman adalah unsur penunjang yang sangat penting dalam sistem budidaya dan usaha tani. Lebih lanjut dikatakan bahwa perlindungan tanaman adalah jaminan pengembangan dan keberhasilan setiap usaha tani dari kerugian akibat gangguan OPT, bencana alam, maupun kesalahan dalam pembudidayaan tanaman pertanian yang berorientasi pada penurunan kerusakan akibat gangguan yang ditimbulkan.

1.5 Tantangan dalam Upaya Perlindungan Tanaman

Upaya perlindungan tanaman tidak selalu memberi dampak baik terhadap kegiatan pertanian seperti penggunaan pestisida berbahan kimia yang dapat berdampak terhadap lingkungan. Pemerintah telah merumuskan kebijakan yang dapat dijadikan arahan oleh para pemangku kepentingan yang terlibat dalam kegiatan perlindungan tanaman termasuk para petani agar dapat mengambil tindakan yang tepat, yaitu:

- a. Penerapan program Pengendalian Hama Terpadu (PHT) tercantum dalam UU No.12 Tahun 1992 tentang Sistem Budidaya Tanaman
- b. Peraturan Pemerintah No. 6 Tahun 1995 tentang Perlindungan Tanaman
- c. UU No. 13 Tahun 2010 mengenai penerapan pengendalian OPT pada tanaman hortikultura yang dilakukan secara ramah lingkungan.
- d. UU No. 19 Tahun 2013 tentang Perlindungan dan Pemberdayaan Petani
- e. Peraturan Pemerintah No. 68 Tahun 2002 tentang Ketahanan Pangan
- f. Peraturan Pemerintah No. 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan

Dalam Wahyudin et al., (2021), permasalahan dalam bidang Perlindungan Tanaman di Indonesia sangat bervariasi, diantaranya

- a. Beragamnya penyebab gangguan OPT
Pemahaman mengenai berbagai jenis OPT, ekologi OPT dan musuh alaminya, dan faktor-faktor yang mempengaruhi dinamika populasi menjadi penting dalam program perlindungan tanaman agar lebih efektif.
- b. Permasalahan penggunaan pestisida kimia
Pestisida acapkali digunakan sebagai pilihan pertama dan utama dalam mengendalikan OPT sebab memiliki daya bunuh yang tinggi, penggunaannya mudah dan hasilnya cepat diketahui namun bila berlebihan maka dapat memberi efek buruk pada pengguna, hama non sasaran, dan lingkungan selain itu hama dapat menjadi kebal dan dapat membunuh musuh alami hama sasaran sehingga penggunaan pestisida menjadi kurang efektif

c. Permasalahan lingkungan

Penggunaan pestisida yang berlebihan dan tidak tepat sasaran merupakan salah satu sumber penyebab pencemaran lingkungan. Selain itu pembuangan limbah cair di bantaran sungai menyebabkan menurunnya kualitas air sungai yang digunakan sebagai sumber irigasi tanaman dan dapat berdampak pada biota didalamnya dan tanaman yang dialiri.

d. Beragamnya karakter petani sebagai pelaku usaha tani

Penerapan teknologi OPT ramah lingkungan masih belum sepenuhnya diadopsi oleh petani hal ini didasarkan oleh berbagai faktor seperti latar pendidikan yang beragam.

e. Lemahnya sistem monitoring dan evaluasi pencemaran limbah industri

Pada awalnya audit lingkungan merupakan perangkat pengelolaan lingkungan dengan prinsip sukarela yang berakibat terbentuknya faktor pembatas bagi pihak-pihak yang akan melakukan audit. Audit wajib baru diterapkan untuk kasus tertentu yang dilakukan secara terbatas (Purnama, Dadang, 2014). Audit internal juga dilakukan terbatas pada pencemaran limbah industri yang berdampak secara regional dan belum menyentuh golongan petani.

DAFTAR PUSTAKA

- Andayanie, W. ., Nuriana, W., & Ernawati, N. (2019). *Perlindungan Tanaman dengan Insektisida dan Antiviral Nabati*. CV Budi Utama.
- Asril, M., Ginting, M. S., Suyono, Arsi, Septarani, D. N., Risnawati, Joeniarti, E., Adiwena, M., Pradana, A. P., Susanti, Y., Ramdan, E. P., & Junairiah. (2022). *Pengantar Perlindungan Tanaman*. Yayasan Kita Menulis.
- Dadang. (2006). *Pengendalian Terpadu Hama Utama dan Potensial Tanaman Jarak Pagar*.
- Djafaruddin. (1996). *Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman*. Bumi Aksara.
- Firmansyah, A. P. (2017). *Pengantar Perlindungan Tanaman*. CV Inti Mediatama.
- Hidayat, S. H., Hidayat, P., Nurhayati, E., Giyarto, Harahap, I. S., & Guntoro, D. (2014). *Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman*. Universitas Terbuka.
- Kardinan, A. (2011). Penggunaan Pestisida Nabati Sebagai Kearifan Lokal dalam Pengendalian Hama Tanaman Menuju Sistem Pertanian Organik. *Pengembangan Inovasi Pertanian*, 4(4), 262–278.
<https://www.antaranews.com/berita/1966788/kearifan-lokal-dalam-pengendalian-covid-19>
- Natawigena, H. (1992). *Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman*. Trigenda Karya.
- Ramdan, E. P., Ningsih, H., Tasrif, A., Pratama, R., Triastuti, Joeniarti, E., Junairiah, Bulawan, J. A., Yuniastri, R., Hasfiah, & Windriyati, R. D. H. (2022). *Perlindungan Tanaman*. Yayasan Kita Menulis.

- Wahyudin, D., Indarwati, Arsi, Astuti, T., Budiarti, L., Ramdan, E. P., Junairiah, Wulansari, N. K., Ginting, M. S., Wati, C., & Malik, A. F. (2021). *Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman*. Yayasan Kita Menulis.
- Yulia, E., Widiyanti, F., & Susanto, A. (2020). Manajemen Aplikasi Pestisida Secara Tepat Dan Bijak Pada Kelompok Tani Komoditas Padi Dan Sayuran Di Splpp Arjasari. *Kumawula: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2), 310. <https://doi.org/10.24198/kumawula.v3i2.27459>

BAB 2

KONSEP PERLINDUNGAN TANAMAN

Oleh Gallyndra Fatkhu Dinata

2.1 Teknik Pengendalian OPT

Usaha tani atau bercocok tanam di Indonesia merupakan suatu hal penting sejak dulu kala. Petani melakukan bercocok tanam dengan segala bentuk usaha untuk memperoleh hasil yang maksimal. Termasuk dalam menangani kegagalan atau kerugian panen. Berbagai cara dilakukan untuk mengurangi kerugian hasil pertanian, dengan salah satunya penyebab adanya organisme pengganggu tumbuhan. Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) adalah semua organisme yang menyebabkan kerusakan, mengganggu, dan atau mengakibatkan kematian pada tumbuhan. Pada bab ini akan disajikan macam-macam teknik pengendalian OPT secara lengkap.

2.2 Pengendalian secara peraturan

Pengendalian hama penyakit tanaman dapat dilakukan secara alami dan buatan. Manusia memegang kendali pengendalian OPT secara kompleks dan lengkap. Dimulai dari pengendalian OPT secara peraturan. Pengendalian secara peraturan merupakan pencegahan penyebaran, perpindahan dan penularan organisme pengganggu tanaman melalui

kebijakan perundangan yang ditetapkan oleh pemerintah (Yani, 2019).

Pemerintah memberikan regulasi peraturan terhadap segala tindak budidaya pertanian yang berlaku di Indonesia. Peran tersebut merupakan suatu upaya dalam perlindungan tanaman di Indonesia agar tidak terjadi peledakan OPT. Salah satu peran tersebut dapat terjadi di pintu masuk atau perbatasan NKRI, yaitu tindakan karantina yang dilakukan oleh Balai Karantina Pertanian. Karantina pertanian merupakan suatu upaya tindakan pencegahan, masuk dan tersebarnya OPT dari luar negeri ke dalam negeri di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia. Tugas pokok karantina adalah melaksanakan perkarantinaan tanaman meliputi tanaman pangan, hortikultura, perkebunan, hasil hutan dan juga hewan budidaya.

2.3 Pengendalian secara fisik

Pengendalian secara fisik merupakan teknik yang dilakukan dengan memanfaatkan dan memodifikasi faktor lingkungan fisik yang merugikan bagi OPT. Tujuannya secara langsung adalah mematikan, atau tidak langsung dengan jalan mengganggu aktivitas fisiologi OPT dan memodifikasi lingkungan agar tidak sesuai untuk perkembangan OPT.

Adapun beberapa contoh pengendalian OPT secara fisik antara lain:

2.3.1 Perlakuan Panas dan Basah

Pengendalian yang dilakukan untuk menciptakan kondisi suhu dan kelembapan yang tidak cocok untuk perkembangan hama dan patogen. Contoh:

1. Pengeringan lahan untuk mengendalikan keong
2. Penggenangan sarang-sarang tikus
3. Pembajakan lahan

4. Perlakuan *hot water treatment* pada strawberry dalam mengendalikan *botrytis cinerea*.

2.3.2 Perlakuan Cahaya

Penggunaan perangkat lampu lebih banyak dilakukan untuk mengendalikan hama yang umumnya untuk hama nokturnal. Diperlukan secara intensif dengan jumlah yang cukup sehingga memerlukan sumber listrik yang memadai.

2.3.3 Penggunaan gelombang suara

Penelitian frekuensi suara yang dapat digunakan secara teoritik: intensitas suara tinggi dapat merusak habitat serangga hama sehingga akan menjauhi sumber suara.

2.3.4 Penghalang atau barrier

Merupakan Usaha Preventif yang memerlukan usaha yang proaktif. Penghalang dipasang pada lahan pertanian dengan cara yang kencang dan rapat. penghalang atau barrier dilakukan pada sawah seperti trap barrier system untuk tikus, pemasangan mulsa mencegah serangga hama meletakkan telur, pemberongsongan atau penyarungan buah mencegah serangan lalat buah

2.4 Pengendalian secara mekanik

Pengendalian mekanis merupakan tindakan memusnahkan hama dengan menggunakan alat bantu atau secara langsung menggunakan tangan. Adapun kelebihan dari pengendalian secara mekanik dan fisik yaitu yaitu tidak menimbulkan pencemaran pada lingkungan yang berarti dan dapat dipadukan dengan cara pengendalian lainnya. Pengendalian ini juga memiliki kekurangan yaitu memerlukan tenaga yang banyak dan tidak dapat diaplikasikan pada lahan yang luas dengan intensitas yang rutin.

Adapun contoh pengendalian OPT secara mekanik yang banyak dilakukan seperti pengambilan hama atau bagian tanaman yang terinfeksi pathogen secara langsung, gropyokan pada sawah, pemasangan perangkap seperti *yellow trap*, *pitfall trap* dan *pheromone trap*, pemasangan orang-orangan sawah. Penggunaan *yellow trap* sebagai salah satu pengendalian mekanis yang telah banyak dilakukan petani. Perangkap tersebut dapat digunakan untuk menekan serangga lalat pengorok daun *L. chinensis*, yang dipasang pada tanaman bawang merah (Udiarto, et al. 2005).

Selain itu, pengendalian mekanik juga bisa dilakukan dengan cara menggerak atau menggoyangkan pohon, mencuci, melakukan penyikatan, membuang bagian yang terinfeksi, penggunaan alat pukul hingga penggunaan alat penghisap serangga untuk mengusir serangga hama.

2.5 Pengendalian secara kultur teknis

Pengendalian OPT secara kultur teknis atau budi daya mengedepankan cara pandang manusia dalam mengatur agroekosistem. Pendekatan secara alami dengan konsep PHT dibutuhkan dalam penerapan pengendalian ini.

2.5.1 Tanam serempak

Pada agroekosistem dengan system tanam serempak, kedatangan hama serangga dapat lebih mendominasi dari pada penyakit tanaman. Berdasarkan luas serangannya, hama yang banyak merusak tanaman padi adalah tikus, wereng batang coklat, walang sangit dan penggerek batang. Adakalanya hama dan penyakit tanaman juga dapat berkembang secara menyebar di lahan tertentu.

Pola tanam yang tidak serempak menyebabkan hasil panen yang tidak stabil. Sehingga pola tanam serempak harus dilakukan untuk menghindari kerugian hasil atau gagal panen akibat OPT. Penanaman yang tidak serempak menyebabkan populasi hama atau penyakit di wilayah tersebut selalu ada atau tidak terputus siklusnya.

2.5.2 Pengolahan tanah

Untuk mengolah tanah di sawah saat melakukan penanaman padi, tanah harus diolah secara lengkap, hingga pelumpuran, sebagai perakaran tumbuhan bisa tumbuh dengan baik. Namun di sebagian tempat, petani mengolah tanah tidak sempurna sehingga timbul berbagai masalah, sehingga berdampak pada peningkatan intensitas penyakit tular tanah seperti blast, hawar daun bakteri, dan busuk pelepah.

Persiapan sebelum penanaman yang kurang baik seperti sisa tanaman padi tidak dibongkar dan pengolahan tanah yang tidak sempurna menyebabkan timbulnya populasi hama. Oleh karena itu, disarankan melakukan panen dengan memotong batang padi dengan sabit kurang dari 10 cm dari permukaan tanah, kemudian tanah tersebut segera diolah atau dilakukan penggenangan air.

2.5.3 Rotasi tanaman

Pencegahan serangan hama dan penyakit tanaman dapat dilakukan dengan cara mencegah terjadinya serangan hama dan infeksi patogen. Metode yang umum dilakukan adalah dengan rotasi tanaman atau pergiliran tanaman. Tujuan utama rotasi tanaman adalah memutus siklus hidup patogen penyebab penyakit, rantai makanan atau merubah kebiasaan hidup penyebab vector perantara penyakit. Selain itu, beberapa hal yang harus diketahui adalah mengetahui jenis hama atau

penyebab penyakit tanaman dan pengaturan waktu tanam yang tepat.

2.5.4 Sanitasi

Gejala, tanda dan sisa dari hama dan penyakit dapat tetap hidup pada sisa-sisa tanaman yang dibuang. Mereka masih hidup dalam bentuk pupa, telur, atau larva. Pada penyebab penyakit seperti patogen jamur masih bisa bertahan dengan membentuk sklerotium, yang merupakan sumber potensi infeksi atau kejadian penyakit pada periode tanam berikutnya. Sanitasi dapat dilakukan dengan melakukan pembakaran dan pembenaman pada sisa tanaman budi daya.

2.6 Pengendalian menggunakan varietas tahan

2.6.1 Tanaman Varietas Tahan

Penanaman tanaman tahan terhadap serangan hama mulai banyak dilakukan. Teknik pengendalian ini cukup efektif, murah, dan meminimalisir kerugian bagi lingkungan. Tanaman tahan OPT merupakan tanaman hasil pemuliaan tanaman dengan cara mengkonservasi gen tahan dengan memperhatikan gen pada sifat fenotip tanaman.

Tanaman tahan memiliki dua tipe:

a. Ketahanan genetik

Kualitas ketahanan genetik merupakan sifat yang diwariskan yang memberikan ketidak sesuaian tanaman bagi serangga. Mekanisme ketahanan secara genetic antara lain antibiosis, tolerance, dan antixenosis yaitu adanya reaksi interaksi serangga dan bukan merupakan sifat dari tanaman budidaya.

b. Ketahanan Ekologi

Ketahanan ekologi atau lingkungan dibagi menjadi ketahanan semu (*pseudoresistance*) dan ketahanan induksi

(*induced resistance*). Ketahanan semu merupakan ketahanan yang bukan berasal dari sifat genetik pada tanaman, tetapi dari beberapa perubahan sementara yang disebabkan oleh lingkungan yang sesuai bagi varietas rentan. Sedangkan ketahanan induksi terjadi pada respon tanaman mengenali kerusakan oleh patogen, hewan atau perubahan yang disebabkan oleh lingkungan.

2.6.2 Tipe Varietas Tahan

Tipe varietas tahan secara genetic, dibagi menjadi dua yaitu tanaman dengan tipe tahan vertikal (*vertical resistance*) dan tanaman tipe tahan horizontal (*horizontal resistance*).

a. Ketahanan Vertikal

Varietas tahan vertikal yaitu apabila satu varietas tanaman akan menunjukkan reaksi yang berbeda jika terjadi serangan hama dengan berbagai biotipe. Tanaman tahan vertikal umumnya berada pada tingkat ketahanan tinggi yang dikendalikan oleh gen mayor atau oligogen yang cukup stabil. Varietas tanaman tahan secara vertikal memiliki ketahanan yang mudah patah sehingga perlu memiliki ketahanan lain atau ketahanan ganda sebagai upaya menurunkan kepekaan genetik yang biasa dialami oleh varietas dengan ketahanan vertikal (Muhuria, 2003).

b. Ketahanan Horizontal

Tanaman yang memiliki efektifitas sama terhadap semua ras penyakit maka disebut ketahanan horizontal atau lateral. Daya kerja tanaman tahan horizontal akan menurunkan epidemik setelah terjadinya infeksi pathogen. Dalam bidang hama yang dinamakan tahan horizontal yang dimana sederetan varietas tanaman berbeda tidak menunjukkan perbedaan interaksi bila diinfeksi oleh serangga dengan biotipe berbeda. Varietas tahan horizontal dikendalikan oleh beberapa gen minor atau gen polygenic. Penanaman tanaman budidaya dengan varietas

ketahanan horizontal diharapkan mengurangi kepatahan akibat infeksi pathogen penyebab penyakit tanaman (Yuliani dan Rohaeni, 2017).

2.7 Pengendalian hayati

Pengendalian hayati atau secara biologis kini mulai banyak diterapkan oleh petani Indonesia. Kesadaran akan dampak permasalahan pertanian akibat pengendalian kimiawi mulai tinggi. Pengendalian hayati adalah pengendalian organisme pengganggu tanaman yang dilakukan oleh manusia untuk memanipulasi organisme bermanfaat untuk mendukung pengendalian hama dan penyakit tanaman.

Pengendalian hayati memanfaatkan organisme musuh alami diantaranya:

a. Predator

Predator organisme yang membunuh dan memakan binatang lain sepanjang hidupnya. Pada agroekosistem sawah, arthropoda jenis laba-laba merupakan musuh alami yang berperan penting pada lingkungan yang dalam menurunkan populasi hama, seperti wereng coklat dan penggerek batang (Hendrival et al, 2011). Jumlah spesies laba-laba yang teridentifikasi sekitar 43.678 spesies, yang terbagi dalam 111 famili dan 3600 genus (Anjali dan Prakash, 2012). Berdasarkan fungsinya sebagai predator hama, laba-laba memiliki peran penting pula dalam menjaga rantai makanan di agroekosistem (Memah et al, 2014). Selain laba-laba, kepending air (*Microvelia douglasi atrolineata*), Belalang Sembah (*Mantis spp*) dan kumbang kubah spot M (*Menochilus sexmaculatus*) merupakan beberapa contoh predator serangga hama dari golongan arthropoda yang ada di lingkungan pertanian.

b. Parasitoid

Parasitoid merupakan serangga yang penting dalam teknik pengendalian hayati. Parasitoid adalah serangga yang sebagian fase hidupnya menjadi parasit pada serangga lain atau pada inang lain. Serangga ini memanfaatkan inangnya dengan membunuhnya secara pelan-pelan. Serangga parasitoid dapat memangsa telur, larva maupun serangga dewasa (imago).

Parasitoid dapat dikategorikan berdasarkan fase inangnya.

- Parasitoid telur: pada fase telur inang (*Trichogramma*, *Telenomus*, *Trichogrammatoidea*, *Tetrastichus*)
- Parasitoid telur – larva: pada fase telur dan larva inang
- Parasitoid larva: pada fase larva inang (*Melanitis*)
- Parasitoid larva – pupa: pada fase larva dan pupa inang (*Telenomus howardi*)
- Parasitoid pupa: pada fase pupa (*Chalcidid*)
- Parasitoid imago: pada fase imago (*Haplogonatopus*)

c. Mikroba antagonis; Patogen Serangga; Entomopatogen

Pengendalian hayati menggunakan mikroba antagonis mulai dijumpai baik pada pengendalian hama dan penyakit tanaman. Peneliti menemukan banyak mikroba bermanfaat yang memiliki peran menguntungkan untuk membantu petani. Mikroba bermanfaat memiliki peran yang besar antara lain, sebagai pengendali hama dan penyakit tanaman, meningkatkan ketahanan tanaman dari infeksi, membuat tanaman menjadi tahan akan cekaman lingkungan, hingga meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman. Pada penyakit tanaman, *Plant Growth Promoting Bacteria/ Rhizobacteria* mengkolonisasi akar tanaman sehingga memberikan efek yang menguntungkan terhadap tanaman seperti memacu pertumbuhan tanaman

yang lebih cepat (Dinata, Aini, & Abadi, 2021). Hal ini membuat banyak sekali peneliti yang terus mengeksplorasi bakteri yang ada di alam sehingga menemukan potensinya sebagai pengendalian hayati. Penulis menemukan bakteri bermanfaat di alam pada serasah kopi yang tidak termanfaatkan, ditemukan beberapa bakteri antagonis yang mampu menghambat pertumbuhan penyakit layu fusarium yang disebabkan oleh jamur patogen *Fusarium oxysporum* pada bawang merah antara lain *Bacillus mycoides* dan *Pseudomonas* sp (Dinata, Aini, & Kusuma, 2021).

Pengendalian hayati dari mikroba bermanfaat antara lain dari golongan mikroba bakteri, jamur, virus dan nematoda.

- Bakteri: *Bacillus thuringiensis*, *B. popilliae*, *B. mycoides*, *Pseudomonas fluorescent*, *Alcaligenes faecalis*, *Azotobacter* sp., *Serratia marcescens*, *Streptomyces* sp.
- Jamur: *Metarrhizium anisopliae*, *Beauveria basiana*, *Trichoderma harzianum*, *Verticilium lecanii*, *Nomuraea rileyi*, *Trichoderma virens*, *Penicillium pinophilum*, *Paecilomyces lilacinus*, dan *Aspergillus niger*.
- Virus: NPV, Baculovirus
- Nematoda: *Steinernema* sp.

2.8 Pengendalian secara kimiawi

Pestisida kimia merupakan bahan utama yang digunakan untuk pengendalian OPT dengan menggunakan bahan sintetik atau kimiawi yang digunakan untuk mengendalikan berbagai macam OPT seperti hama, penyakit dan gulma tanaman. Pestisida memiliki manfaat penting untuk membantu mengendalikan permasalahan OPT, hingga menjadi suatu alat yang sangat penting bagi petani menghadapi berbagai masalah serangan OPT. Pestisida tidak hanya memberikan dampak

positif terhadap pertanian, namun juga memiliki banyak dampak negatif. Dampak negatif penggunaan pestisida yang berlebihan banyak diulas di dalam berbagai penelitian. Dampak tersebut dapat berupa ledakan hama, resistensi, resurgensi, ketidak-stabilan ekosistem, adanya residu pada hasil panen, pencemaran lingkungan pertanian, keracunan, menyebabkan sakit bahkan kematian pada manusia (Sinulingga, 2005; Wahyuni, 2010; Satyani et al., 2019)

Penggunaan pestisida di Indonesia kini semakin memprihatinkan. Meluasnya penggunaan pestisida oleh petani, lembaga dan masyarakat menyediakan banyak sumber pencemaran pestisida di lingkungan. Setelah lepas ke lingkungan, pestisida memiliki banyak nasib yang berbeda. Pestisida yang disemprotkan dapat bergerak ke udara dan akhirnya dapat berakhir ke bagian lain dari lingkungan, seperti di tanah atau air. Pestisida yang diaplikasikan langsung ke tanah dapat mencemari air tanah dan dapat meresap melalui tanah sehingga menurunkan kualitas tanah dan air tanah. Penerapan pestisida yang dicampurkan kedalam air memberikan dampak berbahaya bagi kualitas air, seperti pestisida untuk pengendalian gulma yang memberi residu pada tanah, tidak hanya menyebabkan menumpuknya pestisida di dalam air, tetapi juga berkontribusi mencemari udara melalui penguapan.

Banyak petani menganggap bahwa aplikasi pestisida kimia yang semakin banyak dan semakin cepat akan membuat permasalahan cepat selesai, hal tersebut menyebabkan penggunaan pestisida melebihi jumlah yang disarankan. Kelebihan pestisida yang tidak mencapai sasaran membuat pestisida tersebut bebas bergerak di lingkungan dengan cara lain. Pencemaran dan keracunan pestisida yang terjadi pada manusia umumnya disebabkan oleh kelalaian manusia dalam penggunaannya yang berlebihan, ketidak tahuan, ceroboh

hingga abai dalam proses pencampuran dan penanganan yang tidak sesuai prosedur. Selain itu juga diperparah dengan perilaku atau kebiasaan petani saat menggunakan pestisida yang masih belum bijaksana. Oleh karena itu bijaklah dalam menggunakan pestisida kimia atau bahan kimia lainnya. Banyak cara atau teknik yang telah diulas pada bab ini untuk melindungi tanaman budi daya baik melalui pencegahan maupun mengendalikan OPT.

DAFTAR PUSTAKA

- Anjali, and Prakash, S. 2012. Diversity of spiders (Aranea) from semi-arid habitat of Agra (India). *Indian Journal of Arachnology*. 1: 66- 72.
- Dinata, G. F., Aini, L. Q., and Abadi, A. L. (2021). Pengaruh Pemberian Plant Growth-Promoting Bacteria Indigenous terhadap Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum*). *Agropross, National Conference Proceedings of Agriculture, July*, 283–288.
- Dinata, G. F., Aini, L. Q., and Kusuma, R. R. (2021). Identification and Characterization of Antagonistic Bacteria from Coffee Plant Litter. *Agrotechnology Research Journal*, 5(1), 32–37.
- Hendrival, Hidayat, P., dan Nurmansyah, A. 2011. Keanekaragaman dan kelimpahan musuh alami *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) pada pertanaman cabai merah di Kecamatan Pakem, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Entomologi Indonesia*. 8(2): 96-109.
- Memah, V.V, Tulung, M., Warouw, J., and Maramis, R.R.T.D. 2014. Diversity of spider species in some agricultural crops in North Sulawesi, Indonesia. *International Journal of Scientific & Engineering Research*. 5: 70-75.
- Muhuria, L. 2003. *Strategi perakitan gen-gen ketahanan terhadap hama*. Pengantar Falsapah Sains. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 19 hlm.
- Satyani, T., Arfan, and Sayani. (2019). Kabupaten Donggala Evaluation of the Use of Pesticides in Red Onion Farmers in Wombo Mpanau Village, Tanantovea Sub District. *Jurnal Agrotech*, 9(1): 26–32.
- Sinulingga, K. 2005. Analisis Residu Piretroid pada Sampel Wortel di Daerah Sentra Produksi Kab. Karo. *Jurnal Sistem Teknik Industri* 6: 64-68

- Udiarto, B.K., Setiawati, W., dan Suryaningsih, E. 2005. *Pengenalan hama dan Penyakit pada Tanaman Bawang Merah dan Pengendaliannya*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 42 hlm.
- Wahyuni, S. 2010. Perilaku Petani Bawang Merah dalam Penggunaan dan Penanganan Pestisida Serta Dampaknya Terhadap Lingkungan. Tesis. Program Magister Ilmu Lingkungan. Universitas Diponegoro, Semarang
- Yani, A. 2019. Pengertian, prinsip dasar dan konsep pengendalian hama terpadu (PHT). <http://cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/71510/pengertian-prinsip-dasar-dan-konsep-pengendalian-hama-terpadu-pht/> [diakses pada 2 Januari 2023].
- Yuliani, D dan Rohaeni, W.R. 2017. Heritabilitas, sumber gen, dan durabilitas ketahanan varietas padi terhadap penyakit hawar daun bakteri. *Jurnal Litbang Pertanian* 36(2): 99-108.

BAB 3

HAMA TANAMAN

Oleh Sutiharni

3.1 Definisi dan Pengertian Hama Tanaman

Hama adalah organisme yang dianggap merugikan serta kehadirannya tidak diinginkan dalam kegiatan sehari-hari manusia. Meski ditujukan untuk semua organisme, namun istilah hama cenderung digunakan kepada hewan pengganggu tumbuhan. Menurut Dadang (2006), bahwa hama dalam arti luas adalah semua bentuk gangguan baik pada manusia, ternak dan tanaman. Pengertian hama dalam arti sempit yang berkaitan dengan kegiatan budidaya tanaman adalah semua hewan yang merusak tanaman atau hasilnya yang mana aktivitas hidupnya ini dapat menimbulkan kerugian secara ekonomis.

Pengertian hama ditinjau dalam bidang ilmu pengetahuan didefinisikan tergantung dari sudut pandang pemahaman bidang ilmu hama tanaman Untuk itu pada tulisan ini diuraikan pengertian hama menurut para peneliti dan penulis karya ilmiah bidang ilmu hama tanaman, antara lain dikemukakan oleh: (1). Nur Fariqah (2006), hama adalah sebagai binatang perusak tanaman hutan yang menimbulkan kerusakan, sehingga dapat menyebabkan tingkat kerugian yang melampaui batas toleransi (ekonomi) 2). Flint dan Vande Bosch (1981) *dalam* Purnomo (2010), hama adalah seluruh organisme yang sifatnya mampu mengurangi ketersediaan, kualitas, ataupun nilai sumberdaya yang dimiliki oleh manusia; 3). Mary dan Robert (1990) *dalam* Sukri dan Rahmad (2016),

hama merupakan makhluk hidup yang bersaing dengan manusia dengan cara mengurangi ketersediaan kualitas atau jumlah beberapa sumberdaya manusia berupa tumbuhan atau hewan peliharaan; 4). Meilin dan Naramsir (2016), hama adalah hewan (serangga) yang bersifat sebagai pengganggu atau perusak baik secara ekonomis maupun secara estetis; 5). Djojosumarto (2008) dalam Nurhidayati *et al.*, (2020), hama sebagai makhluk hidup yang bersifat mengganggu tanaman berupa hewan yang keberadaannya dapat dilihat dengan mata telanjang; 6). Wati *et al.*, (2021), hama adalah salah satu organisme pengganggu tanaman (OPT) yang karena aktifitasnya dapat dapat merusak tanaman dan menyebabkan kerugian pada tanaman; 7). Faozan (2021), hama tanaman memiliki kemampuan merusak, adanya hama tersebut tak hanya mengganggu pertumbuhan tanaman, tetapi juga dapat mematikan tumbuhan hingga berdampak pada gagal panen; 8). Rahayu *et al.*, (2021), hama adalah hewan yang merusak secara langsung pada tanaman dan kerusakan tersebut menyebabkan kerugian ekonomi karena dapat menurunkan kualitas dan kuantitas produksi tanaman, terdapat beberapa jenis, diantaranya adalah insekta (serangga), moluska (bekicot, keong), rodensia (tikus), mamalia (babi), nematoda, dll.

3.2 Organisme Hidup Yang Berpotensi Sebagai Hama

Dunia organisme hidup kelompok binatang yang dapat berpotensi sebagai hama bagi tanaman, menurut Kuswardani dan Maimunah (2013) dan Sri dan Hidayat (2018), antara lain:

a. Filum chordata (binatang bertulang belakang)

Filum Chordata terdiri atas sub-filum Vertebrata dan Tunicata (Avertebrata). Secara filogenetik, sub-filum Vertebrata terdiri atas sejumlah kelas. Di antara kelas-kelas tersebut, yang mempunyai anggota yang

berpotensi sebagai hama adalah kelas-kelas Mamalia dan Aves.

1. Kelas mammalia: tikus, bajing, kelinci, babi hutan, gajah, kera.

Kelas Mamalia (hewan menyusui, mammalia) merupakan kelas hewan vertebrata yang dicirikan terutama oleh adanya kelenjar susu yang pada betina menghasilkan susu sebagai sumber makanan anaknya, adanya rambut, dan tubuh yang endoterm atau berdarah panas. Mamalia terdiri atas lebih dari 5.000 genus dalam 425 famili dan 46 ordo, bergantung pada sistem klasifikasi ilmiah yang dipakai. Secara filogenetik, mamalia merupakan semua turunan dari nenek moyang monotremata (seperti echidna) dan mamalia theria (berplasenta dan berkantung atau marsupial). Mamalia yang berpotensi sebagai hama berasal dari ordo sebagai berikut:

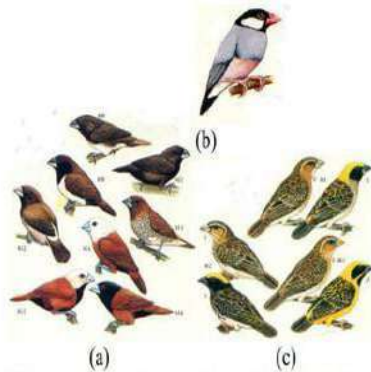
a) Ordo Rodentia: khususnya dari famili Muridae (tikus), antara lain *Rattus argentiventer* (tikus sawah), *Rattus rattus* (tikus-rumah hitam), *Rattus norvegicus* (tikus-rumah cokelat,), dan Mus, antara lain *Mus musculus* Linnaeus (mencit), famili Sciuridae khususnya berbagai jenis bajing dalam sub-famili Sciurinae antara lain *Callosciurus notatus* (bajing kelapa), dan famili Hystricidae (antara lain *Hystrix javanica* (landak jawa, periksa nama ilmiah) dan *Hystrix sumatrae* (landak sumatera)

b) Ordo Primata: khususnya dari famili Cercopithecidae (primata), antara lain aneka jenis kera, terutama *Macaca fascicularis* (kera ekor-panjang) dan aneka jenis lutung *Trachypithecus* spp.

- c) **Ordo Artiodactyla**: khususnya dari famili Suidae, antara lain *Sus scrofa* (babi hutan) dan *Sus scrofa domesticus* (babi ternak)
 - d) **Ordo Chiroptera**: khususnya dari famili Pteropodidae, terutama berbagai jenis codot, antara lain *Pteropus vampyrus* (codot besar atau kalong) dan *Pteropus hypomelanus* (codot kecil)
2. **Kelas aves (burung)**: burung pemakan biji-bijian.
- Kelas Aves (burung, bird atau aves) merupakan hewan vertebrata endotermik yang mempunyai sayap dan bulu (feathers), berrahang berupa paruh tanpa gigi, berkembang biak dengan cara bertelur, bermetabolisme cepat, dan berangka ringan. Kelas Aves terdiri atas banyak ordo, yang dikelompokkan ke dalam super-ordo dan infra-kelas. Ordo yang mempunyai spesies yang berpotensi sebagai hama adalah:
- a) **Ordo Passeriformes** yang di dalamnya termasuk famili Ploceidae yang antara lain terdiri atas spesies manyar *Ploceus* spp., gelatik dan emprit *Padda* spp., dan bondol *Lonchura* spp. dan famili Corvidae yang di dalamnya terdapat genus *Corvus* (gagak), antara lain *Corvus enca* (gagak paruh-ramping) dan *Corvus macrorhynchos* (gagak paruh tebal).
 - b) **Ordo Psittaciformes** yang di dalamnya terdapat famili Cacatuidae yang di dalamnya termasuk berbagai jenis kakatua dalam genus *Probosciger*, *Callocephalon*, *Nymphicus*, *Calyptorhynchus*, *Eolophus*, *Lophochroa*, dan *Cacatu*



Gambar 3.1. Kelompok Famili Chordata kelas Mamalia
 Sumber: <https://www.mediamengajar.com/2018/05/perbedaan-hama-dan-penyakit-pada-tanaman.html>

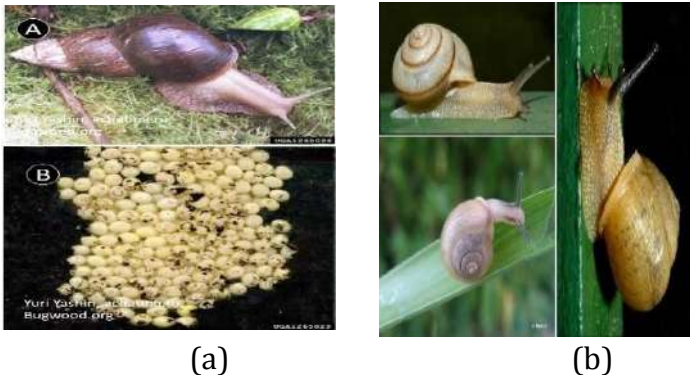


Gambar 3.2. Filum Chordata kelas Aves, a. Bondol,
 b. Gelatik Jawa dan c. Manyar
 Sumber : <http://belajarperlantan.blogspot.com/2018/09/21-berbagai-jenis-opt-golongan-binatang.htm>

b. Filum Molusca

Filum Moluska merupakan hewan triploblastik selomata yang bertubuh lunak, bercangkang maupun tidak bercangkang, tidak berkaki, dan tubuhnya tidak dapat dibedakan menjadi kepala, dada, dan perut. Hama terdiri atas keong bercangkang (snail) dan tidak bercangkang (slug) yang tergolong ordo Pulmonata dan sub-ordo Stylomatophora. Cangkang digunakan sebagai tempat menyembunyikan tubuh lunaknya bila terjadi gangguan. Keong berbiak dengan telur yang diletakkannya dalam jumlah besar pada celah-celah tanah, di bawah serasah, atau di tempat-tempat tersembunyi lainnya. Telur menetas sebagai larva akuatik atau semi-akuatik yang disebut trokofora (trochophore). Trokofora selanjutnya berkembang menjadi veliger yang pada keong bercangkang ditandai dengan mulai terbentuknya cangkang.

1. Klas Gastropoda: bekicot, keong, siput



Gambar 3.3. Filum Moluska (a). bekicot *Achatina fulica* dan (b) Siput Semak *Bradybaena similaris* (Ferussac)

Sumber: <https://mplk.politanikoe.ac.id/index.php/siput-atau-bekicot-hama>



Gambar 3.4. Filum Moluska, Siput Setengah Telanjang
Parmarion hopularis

Sumber: <https://mplk.politanikoe.ac.id/index.php/siput-atau-bekicot-hama#siput-setengah-telanjang>



Gambar 3.5. Filum Moluska, Keong Mas *Pomacea Canaliculate*

Sumber: <https://mplk.politanikoe.ac.id/index.php/siput-atau-bekicot-hama#keong-mas-pomacea>

c. Filum Arthropoda

Filum Arthropoda (hewan beruas, arthropods) terdiri atas hewan dengan tubuh bagian luar mengeras dan beruas-ruas. Bagian luar tubuh mengeras oleh lapisan kitin yang berdungsi sebagai rangka luar (eksoskeleton). Ruang tubuh merupakan rongga darah (haemocoel) yang di dalamnya terdapat alat pencernaan berbentuk tabung. Pernapasan dengan menggunakan permukaan tubuh, insang, atau trakea. Mulut terdiri atas beberapa tipe yang disesuaikan dengan cara makan. Daur hidup terdiri atas fase atau instar yang masing-masing berlangsung dalam waktu tertentu. Filum Arthropoda terdiri atas sub-filum Trilobita, Chelicerata, Myriapoda, Crustacea, dan Hexapoda dan setiap sub-filum terdiri atas sejumlah kelas. Kelas yang mempunyai anggota yang berpotensi sebagai hama adalah kelas Arachnida dalam sub-filum Chelicerata dan kelas Insecta dalam sub-filum Hexapoda.

1. Kelas Arachnida (Tungau)

Kelas Arachnida terdiri atas sejumlah ordo, yang mempunyai anggota potensial sebagai hama adalah sub-kelas Acarina (acari) yang terdiri atas tungau (mites) dalam super-ordo Acariformes dan tuma (tick) dalam super-ordo Parasitiformes. Dari kedua super-ordo Acarina ini, yang mempunyai anggota berpotensi sebagai hama adalah tungau yang terdiri atas ordo:

- a) **Ordo Sarcoptiformes**, mempunyai famili yang berpotensi OPT: Acaridae,
- b) **Ordo Trombidiformes**, mempunyai famili yang berpotensi sebagai hama: (a) Eriophyidae, merupakan tungau berbadan memanjang berwarna krem dengan dua pasang kaki dan dikenal sebagai tungau puru (gall mites), tungau karat (rust mites), atau tungau perunggu. Contoh: *Abacarus hystris*

(tungau karat) dan *Aceria guerreronis* (tungau kelapa); (b) Tetranychidae, mempunyai tubuh lonjong atau bulat, larvanya mempunyai tiga pasang sedangkan dewasanya mempunyai empat pasang kaki, berwarna merah dengan seta dorsal yang nyata, membentuk anyaman sutra ketika menyerang tanaman, sehingga dikenal sebagai tungau laba-laba (spider mite). Contoh: tungau merah bintik ganda *Tetranychus urticae* dan tungau merah eropa; dan (c) Tarsonemidae dikenal sebagai tungau kuning atau tungau bulat. Contoh: tungau bulat besar *Polyphagotarsonemus latus* dan tungau malai padi *Steneotarsonemus spinki* Smiley.



Gambar 3.6 Fillum Arthtropoda, kelas Arachnida *Tetranychus* sp. Sumber:<https://fumida.co.id/mengenal-jenis-jenis-hama-yang-menyerang-tanaman-cabai-dan-cara-membasminya/>

2. Kelas Insekta: serangga

Kelas Insecta merupakan kelas yang fase dewasanya mempunyai tiga pasang kaki beruas-ruas dan tubuhnya dapat dibedakan menjadi bagian kepala, dada, dan perut. Daur hidup serangga dibedakan

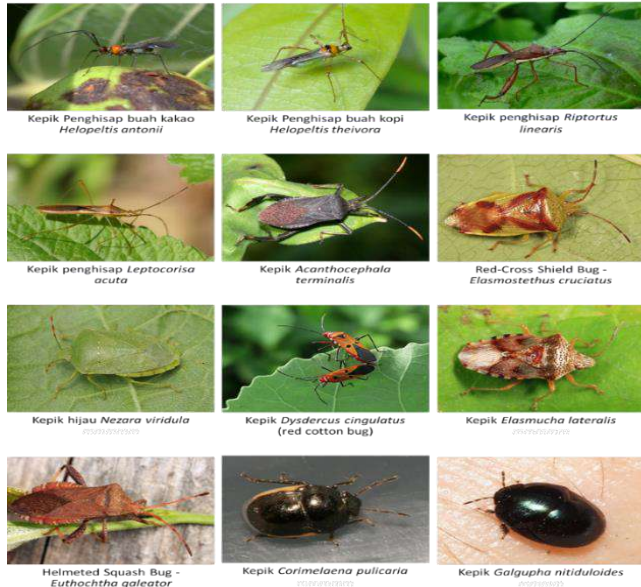
menjadi yang mengalami metamorfosis tidak sempurna (telur, nimfa, imago) dan yang mengalami metamorfosis sempurna (telur, larva, pupa, imago). Kelas Insekta terdiri atas banyak ordo sehingga merupakan kelas hewan yang mempunyai paling banyak anggota berpotensi sebagai hama, sehingga seakan-akan identik dengan Insekta. Ordo dan famili dalam setiap ordo yang mempunyai anggota yang berpotensi penting sebagai hama meliputi:

a) Ordo Hemiptera

Ordo Hemiptera: aneka kepik dan kutu tumbuhan. Tubuh berbentuk pipih dengan ukuran sangat kecil sampai sedang. Fase dewasa ada yang bersayap atau tidak bersayap. Sayap berjumlah dua pasang yang seragam atau tidak seragam, bagian pangkal menebal atau tidak menebal, yang jika dalam keadaan istirahat tampak seperti susunan genting atau tidak. Metamorfosis terdiri atas telur, nimfa, dan imago. Ordo Hemiptera sub-ordo Sternorrhyncha yang mencakup ordo lama Homoptera (aneka kutu pucuk dan kutu daun) yang terdiri atas super-famili: Aleyrodoidea, Aphidoidea, Coccoidea, Phylloxeroidea, dan Psylloidea. Famili dalam sub-ordo Auchenorrhyncha yang mempunyai anggota berpotensi sebagai hama adalah Miridae=Capsidae: *Capsids* (kepek tumbuhan atau kepek daun), *Lygaeidae* (kepek biji), *Pyrrhocoridae* (kepek merah), *Coreidae* (kepek kaki-daun), *Tingidae* (lace bugs), dan *Pentatomidae* (kepek busuk atau kepek perisai). Famili dalam sub-ordo Sternorrhyncha yang mempunyai anggota berpotensi sebagai OPT adalah *Cicadellidae*=*Jassidae* (wereng daun), *Delphacidae* (wereng tumbuhan),

Psyllidae (kutu loncat), *Aphididae* (kutu tumbuhan), *Margarodidae* (giant coccids), *Coccidae* (kutu-perisai lunak), *Diaspididae* (kutu perisai), *Pseudococcidae* (kutu kebul).

BEBERAPA CONTOH SERANGGA HAMA ORDO HEMIPTERA (IMAGO)



Gambar 3.7. Fillum Arthropoda, kelas Insekta ordo Hemiptera

Sumber: <https://mplk.politanikoe.ac.id/index.php/se-rangga-hama-ordo-hemiptera>

b) Ordo Coleoptera

BEBERAPA CONTOH SERANGGA HAMA ORDO COLEOPTERA (IMAGO)



Gambar 3.8. Filum Arthropoda Kelas Insekta Ordo Coleoptera

Sumber: https://mplk.politanikoe.ac.id/images/gambar/Ordo_Serangga/Dewasa_Coleoptera001.png

Ordo Coleoptera: aneka kumbang. Ukuran tubuh kecil sampai besar. Sayap depan keras, tebal, dan menanduk, tanpa vena, dan berfungsi sebagai pelindung. Sayap belakang berupa membran yang melipat ketika sedang istirahat. Larva dan dewasa bertipe alat mulut penggigit-pengunyah atau ada yang mempunyai alat mulut seperti cucuk (rostrum) untuk penetrasi ke dalam jaringan tanaman. Larva tidak mempunyai kaki abdominal, tetapi umumnya mempunyai tiga pasang kaki toraksal. Metamorfosis terdiri atas fase telur, larva, pupa, dan imago. Famili

yang mempunyai anggota berpotensi sebagai hama adalah Scarabaeidae, Buprestidae, Coccinellidae, Tenebrionidae, Lagriidae, Meloidae, Chrysomelidae, Curculionidae, Bruchidae, dan Cerambycidae

c) Ordo Lepidoptera



Gambar 3.9. Fillum Arthropoda, Kelas Insekta, OrdoLepidoptera

Sumber:https://mplk.politanikoe.ac.id/images/gambar/Ordo_Serangga/Dewasa_Lepidoptera_001.png

Ordo Lepidoptera: aneka kupu-kupu dan ngengat. Tubuh berukuran kecil sampai besar, mempunyai dua pasang sayap yang permukaannya bersisik. Larva mempunyai alat mulut bertipe penggigit-pengunyah, sedangkan imago bertipe penghisap. Terdiri atas dua tipe, ngengat (moth)

dengan sayap yang kurang indah dan kupu-kupu (butterfly) dengan sayap yang indah. Famili yang mempunyai anggota berpotensi sebagai hama adalah Gelechiidae, Gracillariidae, Lyonetiidae, Plutellidae, Cossidae, Tortricidae, Pyralidae, Nymphalidae, Lycaenidae, Pieridae, Papilionidae, Geometridae, Sphingidae, Erebiidae, dan Noctuidae.

d) Ordo Diptera

BEBERAPA CONTOH SERANGGA HAMA ORDO DIPTERA (IMAGO)



Gambar 3.10. Filum Arthropoda Kelas Insekta, Ordo Diptera. Sumber:
<https://mplk.politanikoe.ac.id/index.php/serangga-hama-or-do-diptera>

Ordo Diptera: aneka lalat. Tubuh berukuran sangat kecil sampai sedang dengan sepasang sayap yang merupakan sayap depan. Sayap belakang mereduksi menjadi halter yang merupakan alat keseimbangan. Alat mulut bertipe penjilat atau pencucuk-penghisap. Larvanya berkepala kecil dan tidak berkaki, disebut set atau singgat (mago). Metamorfosis terdiri atas fase telur, larva, nimfa, dan

imago. Famili yang mempunyai anggota berstatus hama adalah *Cecidomyiidae* (gall midges atau gall gnats), *Tephritidae* (Trypetidae) (lalat buah), *Agromyzidae* (lalat penggrogok daun), *Diopsidae* (stalk-eyed flies), *Muscidae* (muscid flies), dan *Anthomyiidae* (anthomiid flies).

e) Ordo Orthoptera

Ordo Orthoptera: aneka belalang dan jengkrak. Ukuran tubuh sedang sampai besar, fase dewasa bersayap atau tidak bersayap. Yang bersayap mempunyai dua pasang sayap, sayap depan panjang menyempit, menebal, banyak vena, seperti kertas perkamen, sayap belakang berupa membran, melebar, dan juga mempunyai banyak vena. Alat mulut penggigit-pengunyah. Betina mempunyai ovipositor yang berkembang baik, jantan ada yang mempunyai alat penghasil suara. Metamorfosis terdiri atas fase telur, nimfa, dan imago. Contoh: belalang kembara oriental *Locusta migratoria* subsp. *manilensis* dari famili Acrididae dan belalang pedang *Sexava* spp. dari famili Tettigoniidae.

BEBERAPA CONTOH SERANGGA HAMA ORDO ORTHOPTERA (IMAGO)



Gambar 3.11. Filum Arthropoda Kelas Insekta, Ordo Orthoptera

Sumber: https://mplk.politanikoe.ac.id/images/gambar/Ordo_Serangga/Dewasa_Orthoptera_

f) Ordo Hemiptera

Ordo Hemiptera, golongan serangga yang termasuk ke dalam ordo ini memiliki sayap depan yang mengalami modifikasi sebagai "hemelitron", yaitu setengah bagian di daerah pangkal menebal, sedangkan sisanya berstruktur seperti selaput, dan sayap belakang mirip selaput tipis (membran). Tipe perkembangan hidup ordo Hemiptera adalah "paurometabola" (telur - nimfa - imago). Tipe alat mulut, baik nimfa maupun imago, bersifat menusuk-mengisap, dan keduanya hidup dalam habitat yang sama. Stadium serangga yang merusak tanaman adalah nimfa dan imago.

BEBERAPA CONTOH SERANGGA HAMA ORDO HEMIPTERA (IMAGO)



Kepik Penghisap buah kakao
Helopeltis antonii



Kepik Penghisap buah kopi
Helopeltis theivora



Kepik penghisap *Riptortus linearis*



Kepik penghisap *Leptocoris acuta*



Kepik *Acanthocephala terminalis*



Red-Cross Shield Bug -
Elasmotherus cruciatus



Kepik hijau *Nezara viridula*



Kepik *Dysdercus cingulatus*
(red cotton bug)



Kepik *Elasmucha lateralis*



Helmeted Squash Bug -
Euthochtha galeator



Kepik *Corimelaena pulicaria*



Kepik *Galgupha nitiduloides*

Gambar 3.12. Filum Arthropoda Kelas Insekta, Ordo Hemiptera

Sumber: <https://mplk.politanikoe.ac.id/index.php/serangga-hama-ordo-hemiptera>

g) Ordo Hymenoptera

Ordo Hymenoptera: aneka tawon dan lebah. Tubuh berukuran sangat kecil sampai besar. Sayap berjumlah dua pasang yang berupa selaput yang bervena sedikit (yang berukuran kecil hampir tanpa vena), sayap depan lebih besar daripada sayap belakang. Tipe alat mulut adalah penggigit-penghisap. Serangga betina mempunyai ovipositor yang berkembang baik. Famili yang mempunyai anggota

sebagai hama berada dalam sub-ordo Symphyta yang terdiri atas banyak famili dan Formicidae (*semut*).



Gambar 13. Filum Hymenoptera, Famili Formicidae (*semut*)

Sumber: <http://belajarperlantan.blogspot.com/2018/09/21-berbagai-jenis-opt-golongan-binatang.html>

h) Filum Aschelminthes (Nematoda)

Filum Nematoda terdiri atas hewan tidak bersekat yang bersifat parasitik pada tumbuhan atau hewan. Nematoda tumbuhan (plant parasitic nematodes) berukuran relatif kecil (0,3-4,0 mm panjang x 0,01-0,5 mm lebar) sehingga sulit dapat dilihat dengan mata telanjang. Tubuh nematoda tumbuhan berbentuk silindris yang simetris secara bilateral, kecuali tubuh betina genus tertentu yang berbentuk bulat. Nematoda berbiak secara seksual, tetapi beberapa genus ada yang bersifat hermaphroditik atau partenogenetik. Nematoda tumbuhan mempunyai stilet yang digunakan untuk mencucuk sel tanaman, kecuali nematoda bengkak akar yang mempunyai gigi melengkung. Daur hidup nematoda terdiri atas telur, larva, dan dewasa. Fase larva terdiri atas empat instar yang ditandai dengan pergantian kulit. Karena caranya

menyerang tanaman dan gejala yang ditimbulkannya, nematoda juga dianggap sebagai patogen meskipun sebagai binatang nematoda merupakan hama dalam arti sempit.



Gambar 3.14. Gejala bengkak dan lainnya yang disebabkan oleh nematoda bengkak akar pada A. tomat, B. wortel, C. kentang, D. kacang, E. ubi rambat yang sehat, F. ubi rambat, G. dogwood tree (Agrios, 2005)

Sumber:<https://mplk.politanikoe.ac.id/index.php/program-studi/28-manajemen-pertanian-lahan-kering/informasi-materi-kuliah-praktek1/106>

3.3. Faktor Penyebab Terjadinya Serangga Sebagai Hama

Dunia organisme hidup kelompok hewan yang berpotensi sebagai hama seperti disebutkan di atas, serangga (kelas insekta) merupakan golongan hewan utama yang hidup berpotensi sebagai hama (Sri dan Hidayat, 2018). Ada beberapa faktor yang menyebabkan serangga sering berpotensi sebagai hama yaitu:

1. Serangga merupakan kelompok terbesar di dalam dunia hewan yaitu kurang lebih $2/3$ dari spesies hewan yang diketahui adalah serangga.
2. Serangga memiliki kemampuan daya adaptasi yang tinggi, misalnya serangga mampu hidup di daerah lembah hingga puncak gunung, serangga mampu hidup di daerah gurun pasir, daerah tropis, daerah tundra, bahkan daerah kutub bumi.
3. Serangga mempunyai jenis makanan yang beragam. Dengan adanya keragaman jenis makanan maka kompetisi antar serangga untuk memperebutkan makanan berkurang. Dengan tidak adanya perebutan makanan tersebut maka serangga dari berbagai jenis yang berbeda dapat saling hidup berdampingan.
4. Serangga mampu berkembang biak dengan cepat. Kemampuan serangga berkembang biak dengan cepat menyebabkan serangga cepat pula menyesuaikan perubahan yang terjadi sesuai kondisi lingkungan.
5. Serangga termasuk hewan **poikilotherm** yaitu suhu tubuh serangga berubah mengikuti perubahan suhu lingkungan sehingga lebih efisien dalam penggunaan energi.
6. Serangga memiliki kerangka luar atau integumen untuk menjaga evaporasi. Kemampuan menjaga evaporasi ini menyebabkan serangga hanya membutuhkan sedikit air untuk menjaga keberlangsungan hidupnya.

Jumlah dan jenis serangga yang banyak tersebut mempunyai berbagai peran yang mendukung keberlangsungan makhluk hidup di planet bumi ini. Dari seluruh jumlah spesies serangga yang diketahui (1 juta jenis serangga), serangga hanya berjumlah 1 persen saja, selebihnya merupakan serangga berguna antara lain serangga yang berperan sebagai dekomposer, penyerbuk tanaman, penghasil makanan dan

bahan-bahan yang berguna bagi manusia. Serangga mempunyai peran negatif sebagai hama karena serangga merugikan manusia dalam hal memakan atau merusak tanaman pertanian, pemakan bahan makanan persediaan (hama gudang), penular penyakit pada manusia, hewan dan tumbuhan.

Ada tiga faktor utama yang mendorong berkembangnya serangga berpotensi sebagai hama yang merugikan manusia, yaitu:

1. Manusia mengubah lingkungan asli serangga untuk dijadikan usaha pertanian dengan memasukkan spesies tanaman baru yang sebelumnya tidak ada.

Sebagai contoh kasus pengubahan lingkungan asli serangga terjadi pada Tahun 1950-an di Colorado USA yaitu dilakukan pembukaan ladang kentang. Tanaman kentang tersebut bukan berasal dari Colorado. Kumbang kentang Colorado, *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae), yang sebelumnya hidup pada jenis-jenis solanaceae liar berubah dan berpotensi sebagai hama karena ketersediaan makanan berlimpah berupa tanaman kentang termasuk tanaman famili Solanaceae lainnya yang dibudidayakan secara intensif. Karena keterbatasan musuh alami di alam, kumbang ini menjadi tidak mempunyai competitor sebagai pembatas kehidupannya. Masalah hama kentang juga terjadi di Indonesia, kentang bukan merupakan tanaman asli Indonesia melainkan tanaman introduksi. Keterbatasan musuh alami menyebabkan pengendalian alami hama kentang sulit dilakukan sehingga tanaman kentang menjadi mahal karena besarnya biaya yang dikeluarkan untuk pengendalian hama tersebut. Lain halnya dengan tanaman asli Indonesia, seperti pisang, mangga, atau rambutan, dimana masalah hama pada tanaman tersebut tidak banyak dilaporkan. Hal tersebut

mungkin dikarenakan tersedianya banyak musuh alami sebagai faktor pembatas melimpahnya populasi serangga hama.

2. Hewan atau serangga terbawa ke tempat baru melintasi rintangan geografis tertentu tetapi musuh alami (predator dan parasitoid) tertinggal di tempat asal. Contoh kasus ini misalnya terjadi pada serangga *Icherya purchase* (Hemiptera: Pseudococcidae) atau kutu putih asal Australia yang hidup pada tanaman Casia. Pada tahun 1968 Casia di ekspor ke California USA dan kutu putih ini ikut terbawa. Di California kutu putih tersebut menyerang tanaman jeruk. Untuk mengendalikan hama tersebut dilakukan pemasukan musuh alaminya dari Australia yaitu parasitoid *Cryptochaetum coryas* (Diptera) dan predator *Roddia cardinalis* (Coleoptera). Larva Diptera tersebut hidup di dalam tubuh *I. Purchasi* sedangkan larva dan imago predator Coleoptera memakan *I. purchasi*. Serangga lain yang menjadi hama setelah melintasi rintangan geografis adalah *Heteropsylla cubana* (Hemiptera: Psyllidae) atau di Indonesia dikenal dengan nama kutu loncat. *H. cubana* ini berasal dari kawasan Karibia terutama Cuba. Serangga berpindah secara alami melewati Florida, Hawaii, Kepulauan Pasifik, Guam, Filipina, Indonesia, Malaysia, Papua Nugini dan Australia. Hama tersebut selanjutnya dikendalikan dengan memasukkan musuh alaminya dari Cuba yaitu *Curinus coeruleus* (Coleoptera: Coccinellidae).
3. Penetapan ambang ekonomi suatu populasi hewan atau serangga perusak tanaman yang lebih rendah atau menurunnya toleransi manusia terhadap kerusakan tanaman.

Pengertian dari pernyataan di atas adalah perbedaan sudut pandang manusia terhadap hama, misalnya terhadap *Thrips* sp. *Thrips* sp. adalah serangga dengan tipe alat mulut

meraut menghisap, hidup di bawah lipatan daun atau bunga, dengan ciri kerusakan adanya bekas rautan warna keperakan kemudian berubah menjadi coklat. *Thrips* sp. akan menjadi hama utama pada tanaman beringin bonsai karena membuat daun melipat sehingga dapat merusak penampilan bonsai. Lain halnya jika *Thrips* sp. ini hidup pada tanaman beringin di alam. Sebanyak apapun populasi *Thrips* sp. pada pohon beringin bukan sebagai hama yang harus dikendalikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Azhari Rizki, Rudyk Nababan dan Lukmanul Hakim, 2021. Strategi Pengendalian Hama Tanaman Padi Dalam Peningkatan Produksi Pertanian Oleh Dinas Pertanian Kabupaten Karawang. Jurnal Agri Sains, Vol. 5 No. 2: 199-210.
- Dadang, (2006). Pengenalan Pestisida dan Teknik Aplikasi. Workshop Hama dan Tanaman Jarak : Potensi Kerusakan dan Teknik Pengendaliannya, Bogor.
- Damaiyani Janis, Dewi Ayu Lestari, 2011. Inventarisasi Hama Dan Penyakit Pada Koleksi Paku- Pakuan Kebun Raya Purwodadi. Berk. Penel. Hayati Edisi Khusus: 7A (173-177).
<https://berkalahayati.org/files/journals/1/articles/219/submission/219-657-1-SM.pdf>
- Djafaruddin, 1996. Dasar-dasar Perlindungan Tanaman. Bumi Aksara. Jakarta. Hal: 1-11.
- Faozan Tri Nugroho, 2021. Jenis-Jenis Hama dan Penyakit pada Tumbuhan yang Perlu Diketahui.
<https://www.bola.com/ragam/read/4636040/jenis-jenis-hama-dan-penyakit-pada-tumbuhan-yang-perlu-diketahui>
- Meilin Araz dan Nasamsir, 2016. Serangga dan Peranannya Dalam Bidang Pertanian Dan Kehidupan. Jurnal Media Pertanian Vol. 1 No. 1 Tahun 2016 Hal. 18 - 28. MediaKomunikasi Hasil Penelitian dan Review Literatur Bidang Ilmu Agronomi ISSN 2503-1279.
<http://jagro.unbari.ac.id/index.php/agro/article/view/12/3>

- Munif Abdul dan Ati Wasiati, 2007. Peran Perlindungan Tanaman dalam mendukung Revitalisasi Pertanian dan Pasar global. Makalah disampaikan dalam Seminar Nasional Pengendalian Hayati : Peran Pendidikan Pertanian dalam Menunjang Ketahanan Pangan Melalui Pengelolaan Agroekosistem yang Berkelanjutan, Universitas Jember,
<https://node2.123dok.com/dt03pdf/123dok/000/342/342823.pdf.pdf?X>
- Nur Fariqah Haneda, 2006. Module Pelatihan Hama Dan Penyakit Hutan. Itto Project Participatory Establishment Collaborative Sustainable Forest Management In Dusun Aro, Jambi. Serial Number : PD 210/03 Rev. 3 (F) Faculty Of Forestry IPB. <https://docplayer.info/55647471-Oleh-nur-fariqah-haneda.html>
- Nurhidayati, Aris Sudianto, Suhartini, 2020. Penerapan dan Pemanfaatan Teknologi Sistem Pakar Untuk Diagnosa Hama Dan Penyakit Jamur Tiram Pada Kelompok Tani Desa Dasan Borok Kabupaten Lombok Timur. Infotek : Jurnal Informatika dan Teknologi Vol. 3 No. 2 , hal. 131-139.
<https://ejournal.hamzanwadi.ac.id/index.php/infotek/article/view/2316/0>
- Nurmansyah Ali, 2022. Prediksi Kehilangan Hasil Panen Akibat Serangan Hama dan Penyakit Kian Penting. PPID IPB. <https://ppid.ipb.ac.id/dr-ali-nurmansyah-menyebut-prediksi-kehilangan-hasil-panen-akibat-serangan-hama-dan-penyakit-kian-penting/>
- Purnomo H. 2010. Pengantar Pengendalian Hayati. C.V Andi Offset. Yogyakarta
- Kuswardani Retna Astuti dan Maimunah, 2013. Buku Ajar Hama Tanaman Pertanian. Medan Area University Press. Medan. 76h

- Rahayu Esti, Syamsul Rizal, Marmaini, 2021. Karakteristik Morfologi Serangga Yang Berpotensi Sebagai Hama Pada Perkebunan Kelapa (*Cocos Nucifera* L) Di Desa Tirta Kencana Kecamatan Makarti Jaya Kabupaten Banyuasin. *Jurnal Indobiosains*. Vol. 3 No. 2, 39-46. https://univpgri-palembang.ac.id/e_jurnal/biosains
- Ramdan Evan Purnama, 2018. Teaching Materials and files: Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman. Staffsite Universitas Gunadarma. http://evan_ramdan.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/folder/0.4
- Sukri Zayin, Hariyono Rakhmad, 2016. Sistem Pakar Diagnosis Hama dan Penyakit Tanaman Jeruk Menggunakan Metode Euclidean Distance. *JUSTINDO, Jurnal Sistem & Teknologi Informasi Indonesia*, Vol. 1, No. 2. <http://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/JUSTINDO/article/view/5735>
- Sri Hendrastuti and Hidayat, 2018. Modul 1 Book Section Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman, kegiatan 2: Sejarah Penting Hama dan Penyakit Tumbuhan. Universitas Terbuka <http://repository.ut.ac.id/4437/>
- Wati Cheppy, Arsi, Tili Karenina, Riyanto, Yogi Nirwanto, Intan Nurcahya, Dewi Melani, Dwi Astuti, Dewi Septiarini, Sri Rezeki Fransiska Purba, Evan Purnama Ramdan, Dwiwiyati Nurul, 2021. Hama dan Penyakit Tanaman. Yayasan Kita Menulis. <https://kitamenulis.id/2021/03/26/hama-dan-penyakit-tanaman/>

BAB 4

PENYAKIT TANAMAN

Oleh I Wayan Suanda

4.1. Pendahuluan

Hama dan penyakit pada tanaman menjadi kendala utama sebagai pengganggu kegiatan pertanian. Dalam usaha bertani tidak terlepas dari adanya gangguan organisme pengganggu tanaman (OPT) yang dapat menimbulkan penurunan kualitas dan kuantitas hasil pertanian bahkan terjadi resiko yang lebih ekstrim, yaitu gagal panen. Kerusakan akibat serangan OPT bisa mengganggu tanaman menyebabkan kematian tanaman, sehingga menurunkan hasil pertanian. Kita sering dibingungkan untuk penyebutan objek yang sama dalam kegiatan pertanian antara tumbuhan dan tanaman. Berbagai literatur menyebutkan tumbuhan baik yang tumbuh alami maupun dibudidayakan termasuk kedalam plantae (dunia tumbuhan). Namun dalam kontek pertanian, tumbuhan yang sengaja ditanam atau dibudidayakan untuk mendapatkan nilai ekonomis yang lebih bermanfaat dinamakan tanaman. Penyakit tanaman adalah semua faktor yang memiliki kemampuan untuk menyebabkan kerusakan pada tanaman yang disebabkan patogen yang menginfeksi tanaman (Wibowo dan Sutikno, 2016). Penyakit tanaman dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua), yaitu: 1) penyakit infeksius, disebabkan patogen (bakteri, jamur, viroid, fitoplasma dan protozoa); 2) penyakit fisiologis, lebih diakibatkan oleh kondisi lingkungan, seperti: kekurangan air (kekeringan), defisiensi unsur hara. Penyakit infeksius inilah menyebabkan tanaman sakit yang

berkembang dan memunculkan konsep “segitiga penyakit”, yaitu penyakit pada tanaman muncul karena adanya patogen, tanaman (inang) dan lingkungan. Tanaman sakit dapat disebabkan faktor biotik dan abiotik. Penyakit tanaman yang disebabkan biotik bersifat parasitik karena dapat menyebar keseluruh bagian tanaman dan menular pada tanaman lain, sehingga tergolong penyakit biogenik. Sedangkan penyakit yang bersifat abiotik terkatagori non parasitik (tidak parasit) dan tidak dapat menular ketanaman lain, dinamakan penyakit fisiogenik. Faktor lingkungan seperti temperatur, kelembaban udara dan fotoperiodesitas (lamanya penyinaran) berdampak terhadap perkembangan hama dan penyakit tanaman, diantaranya: siklus hidup, lama hidup dan kemampuan diapause hama (periode perkembangan yang tertunda pada hama). Patogen penyebab penyakit tanaman fluktuasi serangannya meningkat dalam kondisi kelembaban udara tinggi terutama pada tanaman hortikultura,

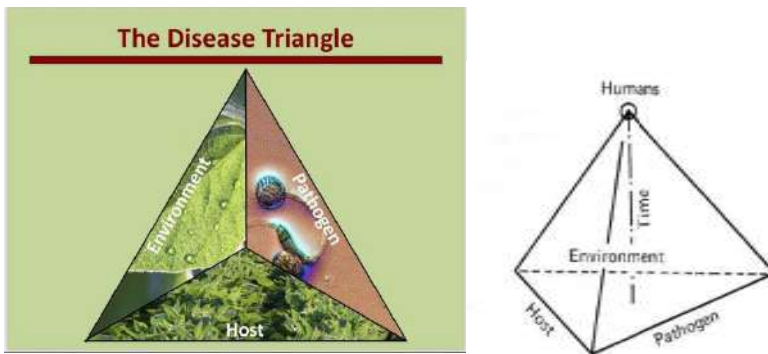
Tanaman dikatakan sakit apabila pada tanaman terjadi perubahan proses fisiologis yang diunjukkan berupa gejala, seperti: layu, kerdil (pertumbuhan lambat), pertumbuhan tanaman abnormal. Tanaman sakit merupakan hasil interaksi faktor pendukung yaitu: patogen (biotik), lingkungan (abiotik) dan tanaman itu sendiri (tanaman inang), sering disebut segitiga penyakit. Akibat serangan patogen maka sel-sel tanaman menjadi lemah bahkan rusak, sel terpacu untuk membelah (hiperplasia) atau pertumbuhan dengan ukuran besar (hipertropi) sehingga jaringan normal lain mengalami gangguan fisiologis. Rangkaian proses timbulnya penyakit pada tanaman akibat infeksi patogen dinamakan patogenesis dan kemampuan patogen untuk menimbulkan gejala penyakit pada tanaman disebut patogenisitas. Sebaliknya tanaman dikategorikan sehat apabila tanaman mampu melaksanakan fungsi fisiologis sesuai fungsi genetik yang dimiliki. Gejala yang

ditimbulkan patogen pada tanaman dapat berbeda atau sama dari tanaman berbeda. Beberapa patogen dapat secara bersama-sama menginfeksi dan menyebabkan tanaman sakit, sehingga semakin sulit untuk menentukan penyebabnya. Untuk menentukan patogen yang menyebabkan penyakit pada suatu tanaman bisa dilakukan pengujian sesuai postulat *Koch*.

4.2 Cara Penularan Penyakit

Patogen sebagai mikroorganisme penyebab penyakit menular dari tanaman sakit ke tanaman sehat yang penularannya dapat dilakukan melalui miselium (vegetatif) dan oleh spora (reproduktifnya). Penularan umumnya dilakukan melalui spora dengan penyebaran oleh angin, air, alat pertanian, binatang atau serangga termasuk manusia. Patogen ada yang bersifat epifit (ada di permukaan tanaman) dan endofit di dalam jaringan tanaman atau keduanya. Penularan dan penyebaran patogen yang sangat dasyat pada suatu kawasan lahan (daerah pertanian) menimbulkan kondisi epidemi penyakit. Kerusakan diperparah akibat interaksi yang ditentukan: 1) Patogen, ras dan genetik menentukan tingkat virulensi patogen; 2) Tanaman atau Inang, berupa ketahanan tanaman inang yang dapat ditentukan dari jenis varietas maupun umur tanaman (bibit tanaman sehat dan bebas penyakit serta memiliki keunggulan). Bila tanaman rentan terhadap suatu penyakit maka laju infeksi semakin kuat (*disease incidence*), karena tingginya tingkat serangan (*disease severity*) dan 3) Lingkungan, berupa lingkungan mikro maupun makro, seperti: intensitas cahaya matahari, kelembaban udara, suhu dan curah hujan memberikan dampak epidemi yang lebih kuat. Ketiga faktor itu berinteraksi berdampak terhadap tinggi atau rendahnya laju penyakit pada tanaman, populer disebut “Segitiga Penyakit”. Adanya pengaruh kuat dari faktor fisik, biotik dan manusia akan menjadi bentuk “tetrahedron

penyakit” Laju penyakit merupakan proses percepatan kejadian berupa luas infeksi pada bagian tanaman dari pengamatan pertama (awal) dibandingkan pengamatan berikutnya (terakhir) dalam rentang waktu tertentu (seminggu, 10 hari, sebulan, dst.). Dalam studi kuantitatif perkembangan penyakit tanaman dalam ruang dan waktu tertentu merupakan akibat interaksi antara populasi tanaman (inang) versus patogen yang mendapat (Zadoks, 1979) (Gb 1).



Gambar 4.1. Faktor-Faktor yang mempengaruhi Laju Penyakit (Sumber: Nirwanto, 2007)

4.2.1. Daur Penyakit (*Disease Cycle*)

Daur penyakit pada tanaman merupakan proses terjadinya penyakit yang menyebabkan terjadinya perubahan fisiologis (abnormal) pada tanaman dengan gejala yang muncul dan terjadinya perubahan kehidupan penyebab penyakit. Patogen yang telah menyelesaikan tahapan-tahapan dalam daur penyakit ini, maka patogen sudah menyelesaikan siklus penyakit pada tanaman (inang). Daur penyakit merupakan rangkaian proses dalam patogenesis yang dapat berlangsung melalui beberapa tahapan, diantaranya:

- a. Inokulasi: merupakan kontaknya inokulum (patogen) pada tanaman (inang), keberhasilan (patogenesitas) pada bagian tanaman menjadi kondisi awal patogen untuk menyebar pada tanaman.
- b. Penetrasi: sampainya patogen masuk ke dalam jaringan tanaman, bisa melalui epidermis, atau rongga interseluler, kutikula, patogenesis oleh fungi akan diawali dengan perkecambahan spora, berupa munculnya tabung kecambah yang digunakan untuk memparasit tanaman, nutrisi pada inang akan diserap menggunakan suatu struktur organ berupa haustorium.
- c. Penetrasi: berupa proses masuknya struktur patogen ke dalam tanaman (inang) melalui lubang alami atau luka akibat yang disebabkan oleh vektor (serangga) maupun akibat fisik sebagai penetrasi patogen bakteri dan virus. Penetrasi oleh fungi menggunakan apresorium berupa ujung hifa yang berbentuk runcing lewat lubang alami maupun luka. Sedangkan penetrasi patogen bakteri masuk ke dalam jaringan tanaman (inang) yang sebelumnya patogen berkembang dulu pada bagian tanaman (inang) yang mudah diserang, seperti: luka atau kerusakan akibat fisik selanjutnya menyebar ke bagian jaringan tanaman (inang).
- d. Infeksi: kontak patogen dengan sel-sel dan jaringan tanaman, biasanya diawali pada jaringan tanaman yang peka untuk diambil nutrisi (makanan), sehingga timbul gejala penyakit pada tanaman.
- e. Invasi: sebagai bentuk fase penyerangan patogen dalam jaringan tanaman. Invasi oleh fungi (jamur) ditandai tumbuhnya miselium beberapa jaringan tanaman, seperti: kutikula dan epidermis untuk tumbuh menyebar pada tanaman. Penyebaran miselium secara intraseluler maupun interseluler untuk memperluas penularan ke

jaringan lain. Invasi oleh bakteri dilakukan dalam bentuk sebagai sel tunggal berupa koloni dan invasi oleh virus dilakukan secara intraseluler atau virus tumbuh di dalam sel masing-masing pada suatu tanaman (inang).

- f. Pertumbuhan dan Reproduksi: patogen mengalami pertumbuhan di dalam sel atau jaringan tanaman (inang) membentuk struktur tubuh berupa inokulum digunakan untuk meningkatkan proses patogenitas . Inokulum ini dapat berupa spora, miselium, konidium, sklerotium dan kladospora. Inilah merupakan sarana yang dimiliki oleh mikroorganisme atau mikroba (fungi, bakteri dan virus) untuk memperluas jangkauan penyebaran untuk investasinya.
- g. Penyebaran atau Pemencaran (Diseminasi): inokulum patogen menyebar memperluas dari sumber kontaminan ke bagian tertentu tanaman. Penyebaran inokulum melalui perantara, diantaranya: Penyebaran inokulum melalui perantara, diantaranya:
 - (1) Udara: sirkulasi udara yang terjadi dapat membawa inokulum ke tempat lain.
 - (2) Air: air yang terkontaminasi (tercemar) patogen akan terbawa bersama aliran air melalui irigasi dan percikan air hujan.
 - (3) Alat pertanian: alat yang dipakai dalam kegiatan bertani sering terkontaminasi patogen yang sering terbawa ke tempat lain dan berpeluang untuk mengkontaminasi.
 - (4) Binatang: umumnya penyebaran oleh serangga, spora atau inokulum dari tanaman sakit menempel pada bagian tubuh serangga kemudian dibawa ke tanaman sehat.

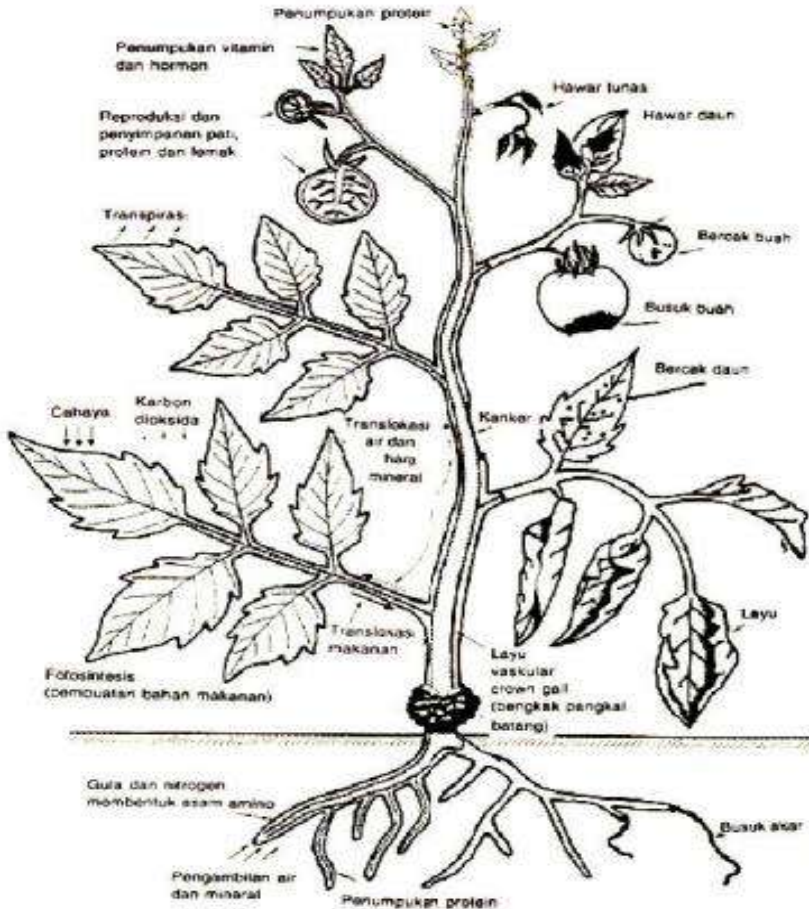
- (5) Manusia: patogen yang mengkontaminasi bagian tubuh atau pakaian bisa terbawa ketempat lain untuk mengkontaminasi tanaman lain.

4.2.2 Gejala Penyakit pada Tanaman

Gejala penyakit yang dapat dilihat pada tanaman menjadi sangat penting untuk diketahui penyebabnya agar bisa segera melakukan tindakan yang tepat untuk mengendalikannya. Gejala yang ditimbulkan oleh suatu patogen pada tanaman bisa terlihat sama atau gejala berlainan pada tanaman yang berbeda. Apalagi beberapa patogen menyerang tanaman secara bersamaan dengan gejala yang muncul sangat kompleks, maka mendiagnosa patogen utama penyebab penyakit menjadi lebih rumit begitupula cara pengendaliannya. Oleh sebab itu untuk menentukan patogen penyebab penyakit pada suatu tanaman bergejala penyakit perlu dilakukan uji patogenisitas, yaitu: suspensi inokulum patogen diisolasi pada bagian tanaman sakit yang sebelumnya telah dibiakan pada media tumbuh, kemudian disemprotkan pada bagian tanaman sejenis lainnya, gejala yang muncul pada tanaman selanjutnya direisolasi kembali sesuai prosedur postulat Koch (Suanda, 2017). Dalam uji postulat Koch, beberapa tahapan harus diketahui, diantaranya:

- (1) Patogen penyebab penyakit harus mampu berasosiasi dengan penyakit yang muncul pada tanaman.
- (2) Patogen harus dapat diisolasi dalam media biakan
- (3) Patogen hasil isolasi bila diinokulasikan kembali pada tanaman spesies sama menimbulkan gejala yang sama seperti gejala yang ditunjukkan semula.
- (4) Patogen hasil inokulasi pada tanaman harus dapat diisolasi kembali (reisolasi) pada media buatan.
- (5) Hasil dari isolasi dibandingkan dengan hasil inokulasi pertama (langkah kedua) bila menunjukkan hasil sama,

maka patogen tersebut dapat dinyatakan sebagai penyebab penyakit.



Gambar 4.2. Skema Dasar dan Gejala Penyakit pada Tanaman
(Sumber: Agrios, 1997)

4.2.3. Siklus Infeksi Patogen pada Tanaman

Patogen penyebab penyakit pada tanaman berkembang pada inang (tanaman) dengan menghasilkan inokulum untuk mengalami penyebaran sampai menemukan tanaman baru sebagai inang untuk memulai infeksi. Proses infeksi patogen pada tanaman bisa berlangsung hanya sekali dan ada juga patogen mampu menginfeksi berkali-kali selama siklus hidup tanaman (Irwanto, 2007).

1. Monosiklik

Penularan patogen penyebab penyakit pada tanaman melalui proses infeksi monosiklik sering disebut penularan infeksi secara siklus tunggal. Patogen ini mampu menyerang atau menginfeksi sekali dalam siklus hidup tanaman, contoh: penyakit karat. Patogen yang tergolong monosiklik tidak mampu memproduksi uredospora, yaitu patogen yang menyerang pasca panen, *soil borne* dan penyakit karat. Uredospora merupakan alat penularan dan penyebaran patogen penyakit karat daun. Patogen pasca panen, yang menginfeksi buah (stroberi, salak, mangga, jeruk) dan umbi (kentang, wortel) tidak mampu menginfeksi baru. Patogen *soil borne* hidup dan berkembang dalam tanah, namun hanya mampu menginfeksi kembali setelah pertanaman berikutnya. Patogen ini akan menjadi endemik di suatu areal lahan pertanian, sehingga memerlukan penanganan lebih awal sebelum mulai menanam tanaman. Patogen penyebab penyakit karat daun, *soil borne* pada tanaman kol bunga yang disebabkan jamur lendir (*Plasmodiophora brassicae*), dan pasca panen pada Stroberi, seperti Gambar 3 berikut.



(1)

(2)

(3)

Gambar 4.3. Penularan Patogen Monosiklik. (1) Patogen Penyakit Bercak Daun (Daun Kacang Panjang); (2) Patogen Penyakit Akar Gada (Kol Bunga, Kubis Bunga); (3) Patogen Penyakit Buah Stroberi
(Sumber: I Wayan Suanda)

2. Majemuk

Patogen siklus majemuk mampu menginfeksi tanaman lebih dari satu kali (secara berulang-ulang) selama satu musim tanaman dan inokulum patogen bersporulasi. Spora tumbuh pada inang baru, selanjutnya menyebar menginfeksi tanaman baru pada siklus tanaman berikutnya, sehingga terjadi siklus ganda, seperti: *Phytophthora infestans* yang dapat menginfeksi bagian daun, batang dan umbi kentang, maka siklus berlangsung berulang-ulang (Ambarwati, 2018).

3. Polietik

Siklus polietik terjadi akibat patogen menyerang tanaman secara berulang-ulang dan tidak nampak jelas siklusnya pada tanaman, karena terjadi pada tanaman yang hidup sepanjang tahun. Siklus polietik ini terjadi pada tanaman yang keberadaannya tumbuh dan tersedia sepanjang tahun, oleh karena itu patogen lain masih dapat menginfeksi tanaman tanpa menunjukkan tahapan infeksi.

4.3. Penyakit Penting Pada Tanaman

Penyakit tanaman dapat memberikan perubahan tatanan kehidupan manusia, terlebih penyakit pada tanaman yang menjadi sumber pangan sebagai pemenuhan kebutuhan hidup manusia. Kelaparan yang menimpa beberapa negara di dunia sebagai akibat kekurangan pangan sebagai dampak tingginya frekwensi serangan penyakit pada tanaman. Perubahan kehidupan sosial kemasyarakatan di suatu negara akan memicu munculnya jenis penyakit, intensitas serangan, perkembangan penyakit dan laju penyebaran penyakit pada tanaman. Penyakit penting tanaman yang akan diuraikan berikut ini, diantaranya:

4.3.1. Penyakit Tanaman Pangan

Bakteri *Xanthomonas campestris* pv. *Oryzae* penyebab penyakit hawar daun atau penyakit Kresek (di Jawa sering disebut penyakit Lodoh) menimbulkan kerusakan tanaman padi. Bakteri *Xanthomonas* tergolong genus bakteri bentuk basil (batang) bersifat gram negatif sebagai patogen pada tanaman. Menurut Semangun (2008) tanaman padi juga terserang penyakit yang menimbulkan kerusakan dan menurunkan hasil, seperti: Tungro disebabkan virus tungro ditularkan oleh wereng hijau (*Nephotettix virescens*); Bercak daun *Pyricularia* (*Pyricularia grisea*); Penyakit Busuk Batang disebabkan oleh *Helmithosporium sigmideun*; Penyakit Hawar Pelepah Daun ditularkan oleh *Rhizoctonia solani* Kuhn; Penyakit Kerdil Hampa (*Reget stunt*) dan Penyakit Kerdil Rumput (*Grassy stunt*).

1. Penyakit Blas

Penyakit Blas menyerang bagian daun dan leher malai tanaman padi disebabkan oleh jamur *Piularia oryzae*, awalnya menyerang tanaman padi gogo (Sudir *et al.* 2014). Patogen penyakit blas mampu membentuk ras-ras baru

dalam waktu singkat sehingga virulensi juga akan berubah yang sangat dipengaruhi lingkungan dan inangnya (Utami *et al.* 2006), sehingga patogen ini memiliki keragaman genetik yang tinggi (Ahn *et al.* 2000). Penyakit Blas yang menyerang daun tanaman padi disebut Blast daun (*leaf blast*) dan bila diserang bagian leher malai dinamakan Blas leher (*neck blast*). Gejala penyakit Blas berupa bercak berwarna putih keabu-abuan dikelilingi warna coklat muda hingga agak tua dengan bentuk elips, pada ujung agak runcing menyerupai belah ketupat terlihat pada daun tanaman padi. Bercak tidak mampu berkembang meluas dan hanya seperti “titik kecil” pada varietas tanaman padi tahan. Penyakit blas leher memiliki kontribusi lebih tinggi terhadap penurunan hasil sampai gagal total dibandingkan Blas daun. Tanaman padi varietas peka didukung lingkungan yang lembab memberikan kesempatan penyakit berkembang meluas (tergantung kondisi lingkungan sekitar, kerentanan varietas dan umur bercak). Kerentanan tanaman padi terhadap penyakit blas akibat perubahan aktivitas enzim dari unsur P (phosfor) yang tinggi (Campos-Soriano *et al.* 2020). Kerusakan tanaman padi akibat Blas sangat berkaitan dengan tingginya unsur N, P, S dan unsur mikro (Mn, Cu, Zn) di areal tanaman (Andriyani dan Wiyono, 2021).



Gambar 4.3. Gejala Penyakit Blast daun (kanan) dan Blast leher (kiri) (Sumber: Yuliato, 2014)

2. Penyakit Busuk Pelelah atau Hawar selubung

Rhizoctonia solani ini menginfeksi batang bagian bawah tanaman padi sehingga menimbulkan lesi (lesio) berbentuk lonjong berwarna hijau keabu-abuan, pada bagian tepi melingkar berwarna coklat gelap. Adanya pelelah daun yang tumbuh dibagian bawah tanaman sebagai gejala yang ditunjukkan penyakit ini.



Gambar 4.4. Gejala Busuk Pelelah
(Sumber: Anonim, 2013)

3. Penyakit “Kresek”

Penyakit Kresek ditimbulkan bakteri *Pseudomonas oryzae* pada tanaman padi. Gejala berupa garis-garis berwarna hijau tua pada tulang daun. Garis-garis ini dapat meluas membentuk lepuh. Infeksi dapat menyebar diikuti lepuh menuju titik tumbuh sehingga berdampak pada kematian daun yang diawali daun menggulung trus mengeringnya tunas yang terinfeksi danakhirnya menyebabkan kematian.



Gambar 4.5. Gejala Penyakit Kresek (Gejala Awal = kanan; Gejala Akhir = kiri)

4.4.2. Penyakit Tanaman Hortikultura

1. Penyakit Layu pada Tanaman Stroberi

Tanaman stroberi banyak terserang penyakit layu yang ditandai tanaman tumbuh lambat, daun berwarna kecoklatan, pangkal batang kelihatan berwarna coklat dan membusuknya akar tanaman, sehingga tanaman menjadi layu serta mati. Buah stroberi juga banyak terserang beberapa jenis jamur, seperti: *Aspergillus* sp. (Gb. 6).



Gambar 4.6. Penyakit Layu dan Buah Stroberi Terserang Jamur (Sumber: I Wayan Suanda)

2. Penyakit Layu pada Tanaman Selada

Penyakit layu tanaman Selada karena infeksi patogen *Phytophthora* sp. dan *Rhizoctonia solani* serta *Plasmodium brassicae* Wor. Penyakit akar gada atau akar bengkak (*Clubroot*) yang disebabkan oleh *Plasmodiophora brassicae* Wor. Banyak menyerang tanaman selada dilahan pertanian diBali terutama dikawasan Pancasari, Kemabang Merta, Baturiti, dan Batunya (Gb. 7). Selain itu penyakit bercak daun juga banyak menyerang tanaman selada yang disebabkan oleh *Cercospora* sp. Penyakit Layu akar gada (akar bengkak) merupakan salah satu penyakit tular tanah yang penting pada tanaman kubis-kubisan (*Brassica* spp.).



Gambar 4.7. Penyakit Layu Akar Gada pada Tanaman Selada
(kanan selada layu; kiri Penyakit Akar Gada)
(Sumber: I Wayan Suanda)

3. Penyakit Layu Bakteri *Ralstonia solanacearum*

Tanaman tomat bisa mengalami penyakit layu karena patogen dari bakteri *Ralstonia solanacearum*. Tanaman layu disini mengacu pada hilangnya kekakuan dari tanaman non kayu (seperti tanaman tomat) akibat terjadinya penurunan kandungan air yang tersedia di dalam sel tanaman. Tanaman layu yang disebabkan infeksi bakteri melibatkan infeksi pada pembuluh tanaman. Gejala layu oleh patogen bakteri

dan jamur pada tanaman tomat secara visual memiliki kemiripan, namun ada metode untuk membedakan penyakit layu, bila batang tanaman yang terinfeksi bakteri dipotong ada cairan yang menetas (eksudat) atau bila dicelupkan ke dalam air ada cairan (eksudat) keruh keluar dan tidak terjadi bila terinfeksi oleh jamur. Tanaman yang terinfeksi patogen ini pertumbuhan terhambat, daun menguning secara bersamaan dan akhirnya terjadi kelayuan pada tanaman sebelum terjadi kematian. Hasil penelitian Huang dan Allen (2000), gejala layu pada tanaman tomat akan muncul bila *R. solanacearum* populasinya melebihi 10⁸ CFU/g batang. Pertumbuhan patogen dalam cairan xilem menyebabkan kemampuan hidup patogen bertahan lama dan populasinya berkisar 10¹⁰ CFU/mL.

4. Penyakit layu Fusarium

Penyakit layu yang disebabkan oleh jamur *Fusarium* sp. dari spesies *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* menyerang beberapa tanaman seperti: tomat, cabai dan terong. Penyakit layu pada tomat juga sering terserang patogen jamur *Sclerotium rolfsii* penyebab rebah kecambah (*damping off*), patogen ini bersifat polifag pada *soil borne* (Suanda, 2016). Patogen *Fusarium* sp. tergolong patogen *soil borne*, karena habitat hidupnya berada dalam tanah dan penularannya melalui air yang mengalir dari tanah yang banyak terkontaminasi *Fusarium* dan alat pertanian. Keberadaan jamur *Fusarium* dalam tanah mampu bertahan lama bila kondisi lingkungan menguntungkan, namun kondisi ekstrem patogen ini akan membentuk klamidospora sebagai bentuk pertahanan. Gejala Layu *Fusarium* ditunjukkan tanaman layu tiba-tiba, daun menguning dan tanaman mengering seperti pada tanaman terung (Gb. 4.8).



Gambar 4.8. Penyakit Layu Fusarium Tanaman Terung dan Tomat (Sumber: I Wayan Suanda)

4.5. Penyakit Tanaman Perkebunan

Jamur *Rigidoporus ligosus* menyebabkan penyakit layu pada beberapa tanaman perkebunan, seperti: tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum*), karet, jambu mete, kakao dan mangga. Tanaman yang terserang patogen *R. ligosus* daun berwarna buram, lama kelamaan daun menguning dan layu secara tiba-tiba, pada akar tanaman terlihat miselia jamur berwarna putih. Patogen menular lewat tunggul-tunggul tanaman mati yang saling bersentuhan, akar bersentuhan di dalam tanah. Patogen yang telah mendapatkan inang baru akan tumbuh berkembang membentuk basidium (badan buah) memiliki spora untuk penyebarannya (Gb. 9).



Gambar 4.9. Penyakit Layu Akar Putih

- A. Pohon Cengkeh Layu; B. JAP menjalar di akar dan C. Badan Buah JAP (Sumber: I Wayan Suanda)

DAFTAR PUSTAKA

- Andriyani, Y dan Wiyono, S. 2021. Pola Teknik Budi Daya dan Sifat Kimia Tanah yang Berhubungan dengan Penyakit Blas pada Padi Sawah. Institut Pertanian Bogor. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 17(2): 76-82.
- Ambarwati, A.D. 2018. Kentang Tahan Penyakit Hawar Daun (*Phytophthora infestans*) yang Ramah Lingkungan. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian. Bogor. Hal. 325-344.
- Ahn, S.N; Yeon, K.K; Cheol, H; Seong, S.H; Kwon, S.J; Chune, H; Huhn, PM and Susan, R. 2000. Molecular mapping of a new gene for resistance to rice blast (*Pyricularia grisea* Sacc.). *Journal Euphytica* 116(1):17-22.
- Agrios GN. 1997. Plant pathology, 4rt ed. Academic Press. San Diego.
- Campos-Soriano, L; Bundó, M; Ach-Pages, M; Chiang, S.F; Chiou, T.J and San Segundo, B. 2020. Phosphate excess increases susceptibility to pathogen infection in rice. *Mol Plant Pathol*. 21(4): 555-570.
DOI: <https://doi.org/10.1111/mpp.12916>.
- Huang, Q and Allen, C. 2000. Polygalacturonases are required for rapid colonization and full virulence of *Ralstonia solanacearum* on Tomato Plants. *Physiol. Mol. Plant Pathol*. 57, 77-83.
- Nirwanto, H. 2007. Pengantar Epidemi dan Penyakit Tanaman. UPN Veteran. Jawa Timur
- Sudiartini, N.P.R; Wirya, I.G.N.A.S dan Sudarma, I.M. 2021. Identifikasi Jamur Penyebab Penyakit Utama pada Tanaman Selada (*Lactuca sativa*) Hidroponik. Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Udayana. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 10(3): 308-323. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/JAT>

- Suanda, I.W. 2017. Identifikasi Patogen Penyakit Akar Putih pada Tanaman Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) dan Pengendalian Secara Hayati. (Disertasi). Program Doktor Ilmu Pertanian Program Pascasarjana Universitas Udayana. Denpasar. 143 p.
<https://drive.google.com/file/d/1jKCQeDYNUVsT30GFIblqgMQPsZU3CP7h/view?usp=sharing>
- Suanda, I.W. 2016. Karakterisasi Morfologis *Trichoderma* sp. Isolat JB dan Daya Hambatnya terhadap Patogen penyebab Penyakit Rebah Kecambah (*Sclerotium rolfsii* Sacc.) pada Tanaman Tomat. Prodi Pendidikan Biologi FPMIPA IKIP PGRI Bali. Prosiding FMIPA Undiksha.
<https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/semnasmipa/article/download/10210/6509>
- Suganda, T; Yulia, E; Widiyanti, F dan Hersant. 2016. Intensitas Penyakit Blast (*pyricularia oryzae* Cav.) pada Tanaman Padi Varietas Cherang di Lokasi Endemik dan Pengaruhnya terhadap Kehilangan Hasil. Jurnal Agrikultura. 27(3): 154-159.
- Sudir, S; Nasution, A; Santoso, S dan Nuryanto, B. 2014. Penyakit blas *Pyricularia grisea* pada Tanaman Padi dan Strategi Pengendaliannya. *Jurnal Iptek Tanaman Pangan*. 9(2): 85-96.
- Semangun, H. 2008. Penyakit-Penyakit Tanaman Pangan di Indonesia. 2nd. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 475 p.
- Utami, D.W; Aswidinnoor, H; Moelyopawiro, S; Hanarida, I dan Reflinur. 2006. Pewarisan ketahanan penyakit blas (*Pyricularia grisea* Sacc.) pada persilangan padi IR64 dengan *Oryza rufipogon* Griff. HAYATI. *J Biosci*. 13(3):107-112.
 DOI: [https://doi.org/10.1016/S1978-3019\(16\)30302-3](https://doi.org/10.1016/S1978-3019(16)30302-3).

- Wibowo. T.B dan Sutikno. 2016. Prediksi Serangan Hama pada Tanaman Padi Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*. *Jurnal teknik informatika*. 9 (2): 92-99.
- Yulianto. 2017. Pengendalian Penyakit Blast secara Terpadu pada Tanaman Padi. BPTP Jawa Tengah. *Jurnal IPTEK Tanaman Pangan*. 12(1): 25-33.
- Yulianto, S dan Prayudi, B. 2014. Penyebaran Penyakit Blast pada Tanaman Padi di Dataran Rendah dan Dataran Tinggi di Jawa Tengah. Seminar Hasil-Hasil Penelitian Pengkajian DIPA-APBN 2013 BPTP Jawa Tengah. Ungaran. 26p.
- Zodoks, J & Schein, R.D. 1979. *Epidemiology and Plant Disease Management*. Oxford University Press. New York.

BAB 5

BAKTERI PATOGEN TANAMAN

Oleh Suskandini Ratih Dirmawati

5.1. Pendahuluan

Penyakit bergejala nekrotik pada tanaman pear dan apel pertama dilaporkan di Amerika Serikat oleh T.J. Burril pada tahun 1878. Akhirnya tahun 1885, J.C. Arthur mengisolasi penyebab penyakit tersebut dan diidentifikasi sebagai *Erwinia amylovora* sebagai penyebab hawar api (*fire blight*). Pada tahun 1920, Erwin F. Smith mendeskripsikan 14 bakteri patogen tanaman yang dilengkapi dengan fotomikrograf dari jaringan tanaman sakit dan bakteri penyebabnya. Antara tahun 1948 hingga 1961, W.J. Downson dan C. Stapp melengkapi deskripsi penyakit tumbuhan yang disebabkan oleh bakteri. Pada tahun 1951, Charlotte Elliot menulis secara komprehensif *Manual of Bacterial Plant Pathogens* yang berisi karakteristik bakteri pada uji di laboratorium, kisaran tanaman inang, gejala penyakit pada tanaman inang, distribusi geografi, metode pengendalian, dan pustaka peneliti (Bradbury, 1986). Pada tahun 1957 diterbitkan *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* yang menyajikan 50 spesies dari genus *Xanthomonas*. Hingga sekarang, edisi "*Bergey's Manual of Determinative bacteriology*" adalah edisi kesembilan tahun 1994. Pada klasifikasi Bergey's tahun 1994 edisi ke-9, kelompok bakteri secara garis besar digolongkan menjadi 4 kategori besar, yakni:

- 1) 1 kategori besar i : eubacteria gram negatif dengan dinding sel, yang terdiri 16 grup, mulai dari grup 1 sampai grup 16.
- 2) kategori besar ii : eubacteria gram positif dengan dinding sel, yang terdiri dari 6 grup, mulai dari grup 17 sampai dengan grup 29.
- 3) kategori besar iii : eubacteria tanpa dinding sel, terdiri hanya 1 grup, yakni grup 30 (mycoplasma atau mollicula).
- 4) kategori besar iv : archeobacteria, yang terdiri dari 5 grup, dari grup 31 sampai grup 35.

Pada tahun 1960 taksonomi bakteri penyebab penyakit tanaman diidentifikasi berdasarkan sifat fisiko kimiawi selama dibiakkan, medium berupa nutrisi yang dibutuhkan, dan karakter biokimia bakteri tersebut. Pada tahun 1970 taksonomi bakteri tumbuhan didasarkan pada DNA, RNA, dan protein homologi, dan pada tahun 1980 berdasar pada profil asam lemak. Atas dasar hal itu *the Judicial Commision of the International Commitee of Systematic Bacteriology* merekognisi 5 spesies *Xanthomonas* dan pengklasifikasian yang disebut sebagai *pathovar*.

Pada tahun 1970 terdapat loncatan kajian tentang strain *Agrobacterium tumefaciens* yang memilki plasmid pembentuk tumor yang dapat dimanfaatkan sebagai vektor untuk memasukkan DNA asing ke dalam tanaman yang rentan terhadap infeksi bakteri tersebut, sehingga akhirnya bakteri patogenik penyebab tumor tanaman berubah dikategorikan sebagai bakteri non patogen. Hingga kini lebih kurang 180 spesies bakteri sudah diketahui menjadi penyebab penyakit tumbuhan. Dari jumlah tersebut sebagian besar dari genus *Pseudomonas* dan *Erwinia*. *Pseudomonas* menjadi penyebab bercak daun, hawar daun, dan

layu. *Pseudomonas phaseolicola* penyebab hawar kacang dan *P.solanacearum* menjadi penyebab layu.

5.2 Karakteristik bakteri patogen tumbuhan maupun bakteri antagonis

Nama bakteri berasal dari bahasa Yunani yaitu “*bacterion*” yang berarti batang atau tongkat. Bakteri merupakan tumbuhan tidak berklorofil paling sederhana. Sel berbentuk tunggal atau dalam rantai. Reproduksi perkembangbiakan dengan membelah diri. Satuan ukuran sel bakteri adalah mikrometer atau mikron. Satu mikron sama dengan 1/1.000 milimeter. Lebar sel umumnya 0,5 mikron sedangkan panjangnya 2-5 mikron. Bakteri berbentuk basil ada yang lebarnya 0,2-2 mikron, sehingga hanya dapat diamati menggunakan mikroskop, itupun ada sel bakteri yang tidak berwarna, berwarna putih kekuningan, atau keabu-abuan, merah, atau hijau berpendar yang berdifusi ke medium pertumbuhannya. Pada umumnya bakteri yang berumur 3-6 jam lebih besar daripada bakteri yang umurnya lebih tua dari 24 jam. Bakteri penyebab penyakit tumbuhan adalah berbentuk batang/*bacillus* yaitu batang kecil dan silindris. Basil dapat bergandeng-gandengan panjang, bergandengan dua-dua atau terlepas satu sama lainnya. Berdasarkan jumlah koloni, basil dapat dibagi menjadi beberapa kelompok yaitu: Monobasil, yaitu basil yang menyendiri atau tidak bergerombol, Diplobasil, bila koloni basil terdiri dari dua basil, dan Streptobasil, bila koloni bakteri berbentuk rantai (Catatan: bentuk bakteri tetapi bukan penyebab penyakit tumbuhan adalah kokus yaitu bakteri yang mempunyai bentuk bulat seperti bola-bola kecil dan ada bentuk spiril merupakan bakteri yang berbentuk bengkok seperti spiral. Bakteri

yang berbentuk spiral sangat sedikit jenisnya, dibandingkan dengan golongan basil dan golongan kokus).

Bakteri memiliki struktur yang sangat kompleks bila dibandingkan dengan ukurannya yang mikroskopik. Sitoplasma mengandung asam nukleat bebas disebut volutin, minyak, sulfur. Sitoplasma dibungkus oleh membran sitoplasma dan dilapisi lagi oleh membran semipermeabel, dan paling luar dilapisi oleh lendir yang membentuk kapsul. Sel bakteri berdinding tipis, agak kaku dan keras yang kadang menyatu dengan kapsul. Dinding ini berpori untuk masuknya nutrient, menghindari senyawa toksik tertentu dan memperantarai transfer informasi genetik. atau untuk mengeluarkan sisa metabolisme bakteri, enzim atau toksin yang menghancurkan inang. Suatu bakteri utuh dan lengkap komponennya bagaikan suatu amplop pelindung bagi bakteri patogenik maupun bakteri agen antagonis dan berfungsi untuk

- a. Kekuatan dan integritas dinding sel bermanfaat untuk mengatasi tekanan osmosa internal yang tinggi dan kehidupan dalam lingkungan encer.
- b. Untuk menghadapi berbagai enzim berbahaya di lingkungan, semacam jala penghalang berpori ukuran kecil.
- c. Amplop bakteri dilengkapi enzim pendegradasi spesifik, penghalang permeabilitas, mutasi target yang bermanfaat untuk menghadapi racun organik dan antibiotik.
- d. Keberadaan ion logam toksik untuk menghadapi kebutuhan *trace metal*, sehingga amplop bakteri dilengkapi ligan tertentu untuk menangkap dan khelat selektif untuk menahan ion esensial, bakteri pengkhelat unsur besi/Fe.
- e. Untuk menghadapi pemangsa (misalnya virus, protozoa, fagosit), bakteri dilengkapi dengan kemampuan untuk

membuat atau mengubah reseptor, lapisan penghalang permukaan yang tidak menunjang secara fisikokimia, atau adanya kapsul.

- f. Nuklease tertentu digunakan untuk menghadapi serangan DNA asing; untuk menghadapi masalah substrat yang sulit berdifusi atau sulit diperoleh, bakteri dilengkapi oleh mekanisme perlekatan, pergerakan dengan berenang dan *gliding*, chemotaxis, dan fototaksis.
- g. Untuk mengatasi lingkungan yang secara fisikokimia bervariasi, bakteri dilengkapi dengan *gas vesicle*, penghalang difusi selektif dan lebih tepat membran lipid.

Beberapa jenis bakteri dapat membentuk spora tahan terhadap disinfektan, sinar dan terutama terhadap kekeringan, panas dan kedinginan. Hal ini karena dinding spora lebih bersifat impermeabel dan spora mengandung sangat sedikit air, sehingga menyebabkan spora tidak mudah mengalami perubahan temperatur.. Spora bakteri dapat dibentuk di tengah/sentral, di ujung/terminal , atau subterminal. Menurut Knaysi, proses sporulasi (pembentukan atau terjadinya spora) dibagi menjadi 4 tahap: Tahap permulaan, dimana koloni menunjukkan pertumbuhan yang sangat lambat, Selama beberapa jam kelihatan adanya bahan-bahan lipoprotein yang mengumpulkan ke salah satu ujung sel, sehingga ujung itu nampak memadat, Timbul bungkus yang menyelubungi calon spora. Selubung terdiri atas dua lapis yakni kulit luar (eksin) dan kulit dalam (intin). Pada beberapa species intin menjadi dinding sel, bila spora melanjutkan pertumbuhan menjadi bakteri biasa. Dinding spora bersifat impermeabel terhadap zat-zat yang dapat mengganggu kehidupan

bakteri. Pada tahap yang terakhir, maka spora tampak berubah bentuk dan volume. Endospora dapat tetap tinggal disalah satu ujung atau ditengah-tengah sel. Sel dapat pecah karena perkembangan endospora. Pecahan ini kemudian luluh menjadi satu dengan medium. Hanya beberapa genus bakteri saja yang membentuk spora, yang terpenting yaitu: Genus *Bacillus*: bentuk batang, bersifat aerob atau anaerob fakultatif, contohnya *Bacillus*, Genus *Clostridium*: bersifat anaerob, memproduksi toksin

Bakteri memiliki flagela untuk pergerakan. Flagela merupakan filamen berbentuk heliks dengan motor pada dasarnya. Flagela bakteri menyebabkan pergerakan dengan rotasi. Gerakan flagel dapat menyebabkan bakteri terdorong ke depan, sehingga flagel mempunyai fungsi seperti baling-baling pada kapal laut. Tidak semua bakteri bergerak, namun ada beberapa bakteri yang bergerak tidak mempunyai flagela. Bentuk lain dari motilitas adalah gliding. Filamen flagela terdiri atas protein yang disebut flagelin. Pada beberapa spesies, flagela terdiri atas dua jenis flagelin tetapi pada umumnya hanya satu jenis flagelin. Flagelin sangat antigenik. Berdasarkan tempat kedudukan flagel, maka dapat diklasifikasi sebagai berikut: Monotrik, jika flagel hanya satu dan melekat pada ujung sel, Lofotrik, jika banyak flagel yang melekat pada salah satu ujung sel, Amfitrik, jika banyak flagel yang melekat pada kedua ujung sel, Peritrik, jika flagel tersebar dari ujung sampai ke sisi-sisi sel, Atrik, jika spesies tidak mempunyai flagel sama sekali. Embelan lain disebut pili suatu organ untuk perlekatan pada permukaan dan bersifat sangat spesifik. Panjang pili adalah berkisar antara 0,2 – 2 μm . Pili terdiri atas pilin atau protein minor, seringkali berlokasi pada ujung pili dan bertanggung jawab pada sifat perlekatan. Pili tertentu, dinamakan

pili seks, memainkan fungsi yang sangat penting dalam konjugasi bakteri. Pili memperantarai perlekatan awal pada pasangan yang berkonjugasi. Pili jenis lain, dinamakan pili tipe 1 atau *common pili*, terlibat dalam perlekatan bakteri pada permukaan, seringkali pada permukaan sel eukariot. Perlekatan menyebabkan pengikatan spesifik antara pili dan reseptor permukaan (suatu glikoprotein) pada permukaan sel inang. Adesin digunakan untuk menyatakan protein minor pada pili yang berperan dalam interaksi inang – parasit. Pili dari bakteri berbeda mempunyai antigenisitas berbeda dan menginduksi pembentukan antibodi dengan spesifitas berbeda. Antibodi terhadap pili dari suatu spesies bakteri tidak mencegah perlekatan bakteri lain.

Bakteri patogenik maupun agensia antagonis membutuhkan persyaratan nutrisi. Penentuan medium biakan harus berdasarkan persyaratan nutrisi bagi bakteri untuk pertumbuhan dan fungsi normal sebagai berikut semua bakteri hidup membutuhkan sumber energi, membutuhkan karbon berupa senyawa karbon dioksida, tetapi kebanyakan di antaranya juga membutuhkan beberapa senyawa karbon organik seperti gula dan karbohidrat. Bila energinya diperoleh dari cahaya maka disebut dengan bakteri fotoototrof, bila energinya diperoleh dengan cara mengoksidasi senyawa kimia, maka disebut bakteri kemoototrof. Bakteri yang membutuhkan senyawa-senyawa organik lain sebagai sumber karbonnya di sebut bakteri heterotrof.

Semua bakteri hidup membutuhkan nitrogen organik, seperti protein dan produk hasil peruraiannya, yakni peptida dan asam-asam amino tertentu.

Semua bakteri hidup membutuhkan belerang (sulfur) berupa senyawa-senyawa anorganik, juga senyawa fosfor berupa fosfat yaitu garam-garam fosfat.

Semua bakteri hidup membutuhkan beberapa unsur logam, natrium, kalium, magnesium, mangan, besi, seng, tembaga dan kobalt. Berbagai unsur tersebut digunakan untuk pertumbuhan yang normal. Jumlah yang dibutuhkan biasanya amat kecil dan diukur dalam satuan *ppm* (*part per milion* = persepjuta)

Semua bakteri hidup membutuhkan vitamin sehingga memerlukan kofaktor yang mengaktifkan enzim sehingga mampu mensintesis seluruh kebutuhan vitaminnya. Semua bakteri hidup membutuhkan air untuk membantu fungsi-fungsi metabolik dan pertumbuhannya. Untuk bakteri, semua nutrisi harus dalam bentuk larutan sebelum dapat memasuki selnya.

5.3. Genus bakteri patogen tumbuhan dan gejala yang ditimbulkan

Genus bakteri yang patogenik terhadap tanaman yaitu *Pseudomonas* (*Ralstonia*), *Xanthomonas*, *Erwinia*, *Corynebacterium*, *Agrobacterium*, *Streptomyces*, dan *Clostridium*.

Pseudomonas/Ralstonia memiliki karakteristik gram negatif, tidak membentuk spora, mempunyai satu atau beberapa flagela polar atau tidak berflagela, menghasilkan pigmen fluoresen berpendar warna hijau kekuningan yang disebut fluoresein, menyebabkan gejala penyakit pada pembuluh terutama xylem tumbuhan, di bagian rizosfer/ akar maupun bagian filisfer/ bagian atas tanah, sehingga gejala layu ini menyeluruh atau sistemik. Contohnya penyakit layu pisang yang disebabkan oleh *Ralstonia solanacearum* (Gambar 5.1).

Xanthomonas karakteristik gram negatif, tidak membentuk spora, flagela monotrichous, koloni menghasilkan pigmen kuning tidak larut dalam air. Gejala penyakit pada tumbuhan hiperplasia dan hipertrofi pada jaringan meristematik dan parenkim. Contohnya *Xanthomonas citri* penyebab kanker jeruk (Gambar 5.2)

Erwinia, karakteristik gram negatif, tidak membentuk spora, flagela peritrichous, kadang tidak berflagela, gejala penyakit busuk lunak karena bakteri memproduksi enzim hidrolitik yang mendegradasi lamela tengah dinding sel. Contohnya adalah busuk lunak pada wortel dan sayuran lainnya oleh *Erwinia carotovora* (Gambar 5.3).

Agrobacterium, karakteristik gram negatif, tidak membentuk spora, flagela peritrichous, hidup di tanah, akar, batang tumbuhan, menyebabkan hipertrofi/ perbesaran sel meristematik dan parenkim tumbuhan. Contohnya *Agrobacterium tumefaciens* penyebab puru mahkota pada jeruk (Gambar 5.4) . Terdapat strain *Agrobacterium radicola* yang non patogenik.

Corynebacterium, karakteristik gram positif, berbentuk batang, tidak membentuk spora, mempunyai flagela, menstimulasi hiperplasia sel tumbuhan. Contoh *Corynebacterium michiganense* penyebab kanker tomat .

Streptomyces memiliki karakteristik bukan bakteri walaupun sama sama prokariotik yaitu inti sel tidak diselubungi oleh membran. *Streptomyces* ini membentuk miselium dan spora aerial/tangkai spora menjulang ke udara. Contohnya *Streptomyces scabies* penyebab kudis tomat.

Clostridium, karakteristik anaerobik, membentuk endospora, menyebabkan gejala busuk lunak karena memproduksi enzim hidrolitik yang mendegradasi lamela tengah dinding sel .

Contohnya busuk lunak kentang yang menyebabkan bau busuk khas.

Gambar 5.1, 5.2, 5.3, dan 5.4 menunjukkan gejala penyakit tumbuhan yang disebabkan oleh bakteri.



Gambar 5.1. Bakteri berdarah pisang

https://www.google.com/search?q=penyakit+layu+bakteri+pisang&tbm=isch&chips=q:penyakit+layu+bakteri+pisang,online_chi penyakit+darah+pada:5JJ5QlN2-sU%3D&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwiumOybr5D9AhUVkeYKHfCPQQ4lYoAHoECAEQIw&biw=1349&bih=657#imgsrc=xfp2U0J5kuRiN



Gambar 5.2. Kanker bakteri jeruk

<http://balitjestro.litbang.pertanian.go.id/penyakit-kanker-jeruk-xanthomonas-axonopodis-pv-citri/>



Gambar 5.3. Busuk lunak wortel

(https://www.google.com/search?q=busuk+lunak+pada+wortel&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjGxd7bspD9AhVHSWwGHVHeDIAQ_AUoAXoECQAw&biw=1366&bih=657&dpr=1#imgsrc=hclId-CEmzC9M)



Gambar 5.4. Tumor batang jeruk

https://www.google.com/search?gs_ssp=eJzj4tTP1TcwijcvMzNg9JJMTC_KT0pMLkkyizNVSpzU1NS0zOTM0rBgDoYg0w&q=agrobacterium+tumefaciens&oq=agrobacterium&aqs=chrome.1.0i355i512j46i512l2j0i512l3j46i512j0i512l2.13595j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8#imgsrc=4CEQZlQ74cREuMa

5.4. Cara pengendalian penyakit tumbuhan yang disebabkan oleh bakteri

Eksklusi tujuannya mencegah masuknya bakteri tumbuhan ke daerah yang masih bebas bakteri tersebut. Bakteri tidak kontak dengan tumbuhan inangnya sehingga tidak terjadi penyakit.

Prinsip eksklusif berhasil digunakan untuk bakteri yang penyebarannya melalui benih atau bahan tanaman, tetapi sulit bagi bakteri yang disebarkan oleh angin. Pemahaman tentang cara penyebaran penyakit yang disebabkan oleh bakteri penting untuk diketahui. Cara pengendalian yang menggunakan eksklusif yaitu karantina dan peraturan, menghindari adanya penanaman benih yang tidak tersertifikasi karena bakteri dapat terbawa benih, eradikasi benih sakit, proteksi tanaman rentan, mencari varietas resisten.

Usaha menghindari bakteri pada produksi bibit tanaman dengan cara sertifikasi benih dan pengujian kesehatan benih supaya bakteri yang terbawa benih tidak berkembangbiak saat benih ditanam di lahan.

Eradikasi untuk memusnahkan atau mengurangi bakteri yang ada di bagian tanaman. Cara eradikasi misalnya dengan pemusnahan tanaman inang sakit, pergiliran tanaman, sanitasi lapang, memupuk tanaman, memasang mulsa plastik, meradiasi benih, perlakuan benih sebelum tanam, penggunaan pestisida hayati dan kimia.

Proteksi atau perlindungan tanaman yang rentan terhadap bakteri dengan aplikasi bakterisida protektif misalnya bakterisida berbahan aktif tembaga oksida. Proteksi dapat dilakukan melalui perlakuan benih hingga pengaturan jarak tanam.

Resistensi dapat dilakukan melalui program pemuliaan tanaman. Ketahanan dapat bersifat morfologi, fungsional, protoplasmik, dan biokimiawi. Ketahanan morfologi karena adanya struktur tanam yang dapat mencegah bakteri masuk, misalnya adanya kulit umbi yang tebal dengan stomata tersembunyi karena bakteri hanya dapat masuk ke tanaman

melalui lubang alami tanaman. Ketahanan fungsional ditunjukkan oleh varietas tanaman dengan stomata yang lambat terbuka dan cepat tertutup lagi sehingga bakteri tidak memiliki banyak kesempatan untuk masuk. Ketahanan protoplasmik yaitu protoplasma tumbuhan melawan aktivitas bakteri yang masuk. Ketahanan biokimia yaitu ketahanan tanaman dengan memproduksi senyawa toksik bagi bakteri.

DAFTAR PUSTAKA

- Triharso. 2014. Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman (kelima). Universitas Gadjah Mada Press.
- Wahyudin, D., Indarwati, Arsi, Astuti, T., Budiarti, L., Ramdan, E. P., Junairiah, Wulansari, N. K., Ginting, M. S., Wati, C., & Malik, A. F. 2021. Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman. Yayasan Kita Menulis

BAB 6

PENYAKIT YANG DISEBABKAN VIRUS

Oleh Nining Triani Thamrin

6.1 Pendahuluan

Virus adalah nukleoprotein yang sangat kecil dan transparan sehingga sulit dilihat di bawah mikroskop cahaya. Virus hanya berkembang biak di sel hidup dan dapat menyebabkan penyakit pada tanaman. Virus tanaman dapat menyebabkan gejala mosaik dan kerdil. Satu jenis virus dapat mempengaruhi beberapa spesies tanaman, dan satu spesies tanaman dapat dipengaruhi oleh banyak virus.

Tersebarunya virus diawali dari penularan tanaman sakit ke tanaman sehat dengan pengolesan cairan perasan, menggunakan beberapa cara atau metode. Sopialena (2014) menyatakan metode penyebaran virus, yaitu bias ditransmisikan secara mekanis melalui grafting, inokulasi, biji, benangsari, jamur, taliputri, nematoda, tungau dan melalui serangga penular atau vektor. Serangga yang paling banyak bertindak sebagai vektor adalah serangga dari ordo Homoptera (kutu daun dan wereng).

Proses penyebaran virus yang cepat dan infeksi dini didukung karena tersedianya sumber inokulum pada tanaman sakit dan adanya serangga penular di lapangan. Dengan terinfeksi tanaman, maka tanaman dapat membentuk protein baru yang dapat mengganggu proses metabolisme tanaman.

Mekanisme virus menginfeksi tanaman diawali dengan virus masuk ke dalam sel tanaman melalui luka mekanis, infeksi butir benangsari maupun melalui vektor. Virus ini bergerak dari sel ke sel melalui plasmodesmata dan melakukan multiplikasi dengan memanfaatkan replikasi DNA inang. Gejala yang muncul tampak seperti daun menguning, pertumbuhan kerdil dan menggulung ke atas (cupping). Gejala daun menguning, terutama bagian atas (daun muda) mirip dengan gejala yang disebabkan oleh kekurangan unsur besi (Fe), terbentuk gejala sistemik seperti mosaik dan ringspot, penghambatan pertumbuhan atau kerdil, Munculnya gejala yang ditimbulkan karena terhambatnya aliran nutrisi (fotosintat) kedalam seluruh tubuh tanaman. Jika tanaman terinfeksi virus pada fase vegetatif, maka buah tidak dihasilkan dan tanaman tidak dapat tumbuh serta berkembang dengan normal. Begitupula pada fase generative buah yang akan dihasilkan akan abnormal, kerdil dan memiliki tekstur keras (Ariyanti, 2012).

Jenis-jenis penyakit yang paling umum disebabkan oleh virus adalah :

6.2 Penyakit Tungro

Penyakit tungro merupakan penyakit kerdil pada tanaman padi yang disebabkan dua bentuk virus berbeda yang berasosiasi yaitu virus batang (rice tungro baciliform virus: RTBV) dan virus bentuk bulat (rice tungro spherical virus: RTSV), yang dimana kedua virus tersebut ditularkan oleh serangga wereng hijau *N.virescens*. Penyakit ini memiliki spektrum serangan yang paling luas dibandingkan dengan penyakit lain yang menyerang tanaman padi (Burhanuddin et al., 2006).



Gambar 6.1. Gejala Penyakit Tungro pada Daun Tanaman Padi

Gejala penyakit tungro memiliki gejala khas yakni terjadi perubahan warna daun menguning atau oranye dimulai dari ujung daun muda kemudian berkembang ke daun lebih tua., jumlah anakan dan bulir berkurang, tanaman kerdil, dan perkembangan akar terhambat (Fiddin et al., 2021). Lebih lanjut dijelaskan bahwa gejala lain dari virus tungro ini, pada daun muda tampak seringkali muncul bercak atau adanya warna hijau pucat hingga bergaris-garis putih sejajar dengan tulang daun dengan panjang yang bervariasi, gejala ini akan nampak terus selama periode pertumbuhan tanaman.

Penyebaran virus tungro tanaman padi bergantung dengan adanya serangga penular yaitu wereng hijau (*N.virescens*) (Ladja et al., 2016). Lebih lanjut (Ladja & Widiarta, 2012) menambahkan bahwa perubahan iklim yang terjadi disuatu wilayah berdampak terhadap penyebaran virus tungro karena siklus hidup wereng hijau dipengaruhi oleh peningkatan suhu, maka semakin tinggi suhu maka siklus hidup wereng hijau jadi lebih singkat.

6.3 Penyakit Mosaik

Penyakit mosaik yang ditandai dengan gejala belang disebabkan oleh TMV (Tobacco Mozaic Virus). (Putri et al., 2018) menjelaskan bahwa penyakit mosaik tembakau disebabkan oleh beberapa strain virus yang menimbulkan gejala yang sedikit berbeda misalnya, di daerah tembakau Vorstenlanden, gejala mosaik menyebabkan klorosis di antara urat daun, penyakit mosaik "benjolan kecil" menyebabkan bagian hijau tua mengeriting, mengakibatkan permukaan daun tidak rata dan menyebabkan penyakit mosaik "keras". Sehingga daun menjadi sangat keriting, seperti gambar 2 dibawah ini :



Gambar 6.2. Gejala Penyakit Mosaik pada Tanaman Tembakau (Putri et al., 2018).



Gambar 6.3. Gejala Penyakit Mosaik pada Tanaman Nilam (Thamrin, 2016).

Virus mosaik dapat ditularkan melalui biji atau secara mekanis oleh serangga vektor atau melalui tangan manusia, terutama tangan pekerja tembakau yang telah terkontaminasi dengan cairan atau perasan tembakau yang telah terinfeksi virus mosaik. Tanaman inang utama dari virus ini adalah tembakau, namun mudah menular secara mekanis dikarenakan virus ini mampu bermutasi secara cepat sehingga mampu menginfeksi tanaman lainnya seperti mentimun, labu, tomat, terong, buncis, kentang, kacang kedelai, gandum dan tanaman lainnya. Olehnya itu virus ini sulit dikendalikan dikarenakan memiliki spektrum inang yang luas.

6.4 *Potato Virus Y (PVY)*

Gejala infeksi virus telah dilaporkan pada tanaman kentang, seperti: Nekrosis, mozaik, klorosis, penebalan warna hijau di sekitar urat (vein streaking), pengosongan urat, bintik-bintik, daun keriting, vegetasi. disebabkan oleh beberapa virus yang berbeda, yaitu Potato Virus Y (PVY) (Potyviridae; Potyvirus), Potato Virus X (Alphaflexiviridae; Potexvirus) (PVX), dan Potato Virus S (Betaflexiviridae; Carlavirus) (PVS). (Damayanti & Kartika, 2015)



Gambar 6.4. Gejala PVY pada Tanaman Kentang (Damayanti & Kartika, 2015)

Pada dasarnya PVY ditularkan melalui vektor dari golongan aphid atau kutu daun seperti *Myzus persicae* (Sulzer) dan *Aphis gossypii* I (Glover) yang ditularkan secara nonpersisten, yang artinya virus ini hidup di stilet serangga vektor, kemudian akan ditularkan ketika serangga melakukan proses makan atau mengisap cairan daun. Proses atau periode makan serangga dalam memperoleh virus (periode akuisisi) hanya kurang dari 60 detik sedangkan periode dimana virus tertahan dalam stilet serangga sebelum ditularkan (periode laten) tergolong sangat singkat hanya beberapa menit.

6.5 *Cucumber Mosaic Virus (CMV)*

Virus ini menyebabkan penyakit mosaik pada tanaman ketimun dan termasuk virus yang memiliki spektrum inang yang luas termasuk gulma. (Hasanah et al., 2013) menyatakan bahwa selain ketimun, CMV menginfeksi lebih dari 800 spesies tanaman inang yang terdiri dari tanaman sayuran, hias dan buah-buahan. Tidak hanya itu, CMV juga menginfeksi gulma seperti *Datura stramonium*, *Datura metal*, *Triathema pentandra*, *Portulaca oleracea*, dan *Cyperus rotundus* (Iqbal et al., 2011).



Gambar 6.5. Gejala CMV yang menginfeksi tanaman cabai (Iqbal et al., 2011)



Gambar 6.6. Gejala CMV yang menginfeksi tanaman tanaman mentimun (Laili & Damayanti, 2019)

CMV ini ditularkan oleh serangga vektor aphid dengan gejala yang ditemukan dilapangan yaitu permukaan daun yang tidak rata, terjadi malformasi, klorosis, vein banding, keriting dan kuning. CMV tidak hanya menginfeksi daun tetapi juga menyebabkan penurunan produksi (Laili & Damayanti, 2019).

6.6 *Chili Vein Mottle Virus (ChiVMV)*

ChiVMV merupakan salah satu jenis virus utama yang menginfeksi tanaman cabai. Infeksi virus ini dapat menyebabkan menurunnya kualitas dan kuantitas tanaman cabai. Gejala yang ditimbulkan menampilkan gejala belang hijau gelap, terjadi malformasi daun. Terkadang buah juga menunjukkan gejala bercak atau distorsi, sehingga mengakibatkan menurunnya produksi



Gambar 6.7. Gejala ChiVMV yang menginfeksi tanaman cabai (Trisno et al., 2021)

Penampakan gejala oleh ChiVMV cukup bervariasi tergantung pada inang, strain atau jenis virus, waktu infeksi serta waktu infeksi virus tersebut. Selain dapat ditularkan secara mekanis, jenis virus ini dapat ditularkan oleh beberapa spesies kutu daun. Adapun tanaman inang dari ChiVMV selain golongan tanaman cabai merah, adalah tomat, terung, kecubung, tembakau dan *chenopodium* spp. (Manzila et al., 2011).

6.7 Gemini Virus (*Yellow Virus*)

Yellow virus atau virus kuning tergolong dalam family Geminiviridae. Partikel virus ini memiliki ukuran kecil yaitu 20 nm) berbentuk isometrik, dan materi genetiknya adalah DNA beruntai tunggal. Partikel-partikel ini muncul berpasangan atau kembar sebagai hasil dari fusi parsial dari dua partikel isometrik. Variasi gejala yang ditimbulkan virus Gemini berbeda-beda bergantung pada spesies inang yang terinfeksi. Gejala yang muncul pada tanaman cabai setelah terinfeksi yaitu pada pucuk daun atau daun muda terdapat bercak kuning

diarea tulang daun kemudian berkembang menjadi vein claring, mengkerut dengan warna kekuningan. Lebih lanjut gejala tersebut berkembang pada pucuk daun atau daun muda berwarna kuning cerah dan adapula yang bercampur hijau seperti belang, ukuran daun lebih kecil dan tebal serta mengkerut.



Gambar 6.8. Perkembangan infeksi yellow virus pada tanaman cabai (Gunaeni et al., 2008)

Yellow virus ditularkan oleh vektor kutu kebul (*Bemisia tabaci* Genn.). penularan serangga ini sangat dipengaruhi lamanya masa akuisisi serangga berada pada tanaman sakit, jumlah serangga dan lamanya periode inokulasi yang terjadi pada tanaman sehat. Kutu kebul menularkan virus kuning secara persisten (tetap) artinya sekali kutukebul makan tanaman yang mengandung virus kuning, maka selama hidupnya dapat menularkan virus kuning. Periode makan akuisisi (makan tanaman sakit untuk memperoleh virus) selama 48 jam dapat menghasilkan tingkat penularan yang paling efisien. Virus kuning gemini ditularkan oleh kutukebul *Bemisia tabaci* Genn. Berbagai inang penyakit virus kuning (geminivirus asal Indonesia) antara lain adalah *Ageratum conyzoides*, *Gomphrena globosa*, *Phaseolus vulgaris*, *Glycine max*,

Capsicum annum, *C. frutescens*, *Lycopersicon esculentum*, *L. pimpinellifolium*, *Nicotiana benthamiana*, dan *N. glutinosa*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanti, N. A. (2012). Mekanisme infeksi virus kuning cabai (Pepper Yellow Leaf Curl Virus) dan pengaruhnya terhadap proses fisiologi tanaman cabai. *Prosiding Seminar Nasional IX Biologi FKIP*, 9(1), 682–686. <https://jurnal.fkip.uns.ac.id/index.php/prosbio/article/view/1196>
- Burhanuddin, B., Nyoman Widiarta, I., & Hasanuddin, A. (2006). Penyempurnaan Pengendalian Terpadu Penyakit Tungro Dengan Strategi Menghidari Infeksi Dan Pergiliran Varietas Tahan. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 6(2), 92–99. <https://doi.org/10.23960/j.hptt.2692-99>
- Damayanti, & Kartika. (2015). Deteksi Virus-Virus pada Kentang di Jawa Barat dengan Menggunakan Teknik Molekuler (Detection of Viruses on Potato in West Java by Using Molecular Techniques). *Jurnal Hortikultura*, 25(2), 171–179.
- Fiddin, A., Sutrawati, M., Bustamam, H., Ganefianti, D. W., & Sipriyadi, S. (2021). PENYAKIT TUNGRO PADA TANAMAN PADI (*Oryza sativa*) DI KECAMATAN TABA PENANJUNG : INSIDENSI PENYAKIT DAN DETEKSI VIRUS SECARA MOLEKULER. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 23(1), 37–45. <https://doi.org/10.31186/jipi.23.1.37-45>
- Gunaeni, N., Setiawati, W., Murtiningsih, R., & Rubiati, T. (2008). *Virus Kuning Dan Cara Pengendaliannya*. www.balitsa.or.id

- Hasanah, U., Martosudiro, M., & Hadiastono, T. (2013). Potensi Beberapa Jenis Gulma Bedaun Lebar sebagai Sumber Inokulum pada Proses Penularan Cucumber Mosaic Virus (CMV) untuk Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* MILL.). *Journal of Chemical Information and Modeling* ISSN 2338-4336, 1(3), 11–17. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Iqbal, S., Ashfaq, M., & Shah, H. (2011). Biological characterization of Pakistani isolates of cucumber mosaic cucumovirus (CMV). *Pakistan Journal of Botany*, 43(6), 3041–3047.
- Ladja, F. T., Hidayat, S. H., Damayanti, T. A., & Rauf, A. (2016). Deteksi Virus Tungro pada Gulma Padi Sawah Menggunakan Teknik PCR. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 35(1), 39. <https://doi.org/10.21082/jpptp.v35n1.2016.p39-44>
- Ladja, F. T., & Widiarta, I. N. (2012). *Varietas Unggul Baru Padi untuk Mengantisipasi Ledakan Penyakit Tungro*. 18–24.
- Laili, N. U., & Damayanti, T. A. (2019). Deteksi Virus Pada Tanaman Mentimun Di Jawa Barat (Virus Detection on Cucumber Plants in West Java). *Agrovigor*, 12(1), 8–15.
- Manzila, I., Hidayat, S. H., Mariska, I., & Sujiprihati, S. (2011). Virulensi Empat Isolat Chilli Veinal Mottle Potyvirus Pada Tanaman Cabai (*Capsicum Annuum* L.). *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 11(2), 122–129. <https://doi.org/10.23960/j.hptt.211122-129>
- Putri, R. A., Sulandari, S., Sumardiyono, C., & Arwiyanto, T. (2018). Respons Ketahanan Tembakau terhadap Tobamovirus dengan Agens Hayati sebagai Induser. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 22(2), 201. <https://doi.org/10.22146/jpti.31241>

- Sopialena. (2014). Efektivitas Beberapa Cara Penularan Virus Mosaik pada Tanaman Cabai. *Agrifor, XIII*(2), 207–212.
- Thamrin, N. T. (2016). Efisiensi penularan virus mosaik tanaman nilam (*pogostemon cablin*. Benth) melalui serangga myzus persicae. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 1(1), 57–64.
<http://www.journal.uncp.ac.id/index.php/perbal/article/view/598>
- Trisno, J., Jamsari, & Hidayat, S. H. (2021). Infeksi Ganda Pepper Yellow Leaf Curl Virus dan Chilli Veinal Mottle Virus dalam Menimbulkan Penyakit Daun Kuning Keriting Cabai Dual Infection of Pepper Yellow Leaf Curl Virus and Chilli Veinal Mottle Virus in Causing the Yellow leaf Curl Disease on Chil. *JPT: Jurnal Proteksi Tanaman (Journal of Plant Protection)*, 5(2), 77–88.

BAB 7

SERANGGA PADA TANAMAN

Oleh Rifni Nikmat Syarifuddin

7.1 Pendahuluan

Serangga merupakan kelompok hewan yang berasal dari kelas avetebrata, filum arthropoda dan kelas insecta, serta memiliki keragaman yang sangat tinggi dan kelompok yang keberadaannya mendominasi bumi. Serangga memiliki perkembangan hidup yang disebut metamorfosis yang terbagi menjadi metamorfosis sempurna dan tidak sempurna. Serangga memiliki peranan yang sangat besar dalam ekosistem secara umum. Pada sektor pertanian serangga memiliki peranan positif dan negatif terhadap tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara langsung (kontak langsung) keberadaan serangga dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman seperti serangga yang bertindak sebagai hama, vektor, dan polinator/penyerbuk, serta terdapat juga beberapa serangga yang dikarenakan aktivitasnya secara tidak langsung mempengaruhi tanaman seperti dekomposer dan musuh alami (predator dan parasitoid).

Keberadaan serangga yang memiliki peranan positif terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman memerlukan pengelolaan yang baik untuk mengoptimalkan fungsi keberadaannya. Namun tak dapat dipungkiri bahwa

serangga yang memiliki peranan negatif juga diperlukan keberadaannya untuk mendukung keseimbangan ekosistem.

7.2 Serangga sebagai Hama

Serangga yang bertindak sebagai hama merupakan serangga yang karena keberadaan dan aktivitas hidupnya dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman sehingga menimbulkan kerugian secara ekonomi. Kerusakan tanaman yang disebabkan oleh serangga hama dapat terjadi pada fase pembenihan hingga pada penyimpanan, sehingga berbagai teknik pengendalian perlu dilakukan untuk menurunkan populasi serangga sesuai dengan ambang batas ekonominya (batas populasi yang dapat menyebabkan kerugian).

Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya perkembangan serangga menjadi hama yang dapat merugikan petani yaitu:

7.2.1 Terjadinya perubahan lingkungan serangga oleh manusia

Perubahan lingkungan serangga dapat disebabkan karena adanya spesies atau varietas tanaman baru yang dibudidayakan yang termasuk dalam kisaran tanaman inang serangga tersebut. Salah satu contohnya yaitu pada tahun 1950-an dilakukan budidaya tanaman kentang di Colorado (USA) yang sebelumnya tidak ada, sehingga kumbang kentang (*Leptinotarsa decemlineata*) yang awalnya hidup pada tanaman Solanaceae liar berubah status dari serangga ke hama yang mengakibatkan kerugian pada tanaman kentang karena adanya ketersediaan makanan yang melimpah serta adanya keterbatasan musuh alami pada pertanaman yang merupakan salah satu penekan populasi hama (Stern *et al.*, 1959)

7.2.2 Masuknya spesies serangga baru

Perpindahan serangga dari tempat asalnya ke tempat baru disebabkan karena serangga ikut serta pada bagian tanaman/produk pertanian. Contohnya yaitu pada tahun 1968 masuknya serangga kutu putih (*Icherya purchase*) dari Australia ke California (USA) melalui kegiatan ekspor tanaman *Casia*. Kutu putih di California menyerang tanaman jeruk dan mengakibatkan kerugian secara ekonomi. Hal ini disebabkan karena populasi kutu putih semakin meningkat tanpa adanya tekanan musuh alami yang tidak ikut terbawa ke California, sehingga pada saat itu California memasukkan musuh alami kutu putih yaitu predator *Roddia cardinalis* (ordo: Coleoptera) dan parasitoid *Cryptochaetum coryas* (ordo: Diptera).

7.2.3 Penurunan toleransi terhadap kerusakan tanaman

Peranan serangga sebagai hama pada tanaman bergantung pada jenis tanaman inang dan peran ekonomis tanaman tersebut. Serangga yang sama dapat berperan sebagai serangga ataupun sebagai hama utama karena yang menjadi indikator serangga berubah status sebagai hama jika keberadaannya dapat merugikan secara ekonomi. Contohnya *Thrips* sp. yang merupakan serangga yang memiliki tipe alat mulut berupa stylet sehingga aktivitas makannya dengan cara menusuk dan mengisap cairan tanaman yang menyebabkan daun mengeriting atau melengkung, perubahan warna (perak/cokelat) pada daun dan mempengaruhi pembentukan bunga serta perkembangan tanaman. Pada tanaman bonsai yang memiliki nilai ekonomis pada tampilan daun maka *Thrips* sp. dijadikan sebagai hama utama karena keberadaannya menyebabkan penurunan harga dan kerugian. Hal ini tentu berbeda jika *Thrips* sp. hidup dan makan pada tanaman beringin lainnya yang hidup di alam.

7.3 Serangga sebagai Vektor

Serangga vektor merupakan serangga yang dapat menularkan penyakit dari tanaman yang sakit ke tanaman yang sehat melalui aktivitas makan dan hidupnya. Terdapat beberapa ordo dari serangga yang dapat berperan sebagai vektor yaitu:

7.3.1 Ordo Homoptera

Ordo homoptera merupakan ordo serangga yang bermetamorfosis tidak sempurna (paurometabola) yaitu telur-nimfa-imago dan memiliki struktur yang sama pada sayap depan dan belakang yaitu berbentuk membran (selaput). Pada golongan ini terdapat pula jenis serangga yang tidak memiliki sayap seperti kutu daun (*Aphis* sp.), namun jenis serangga ini dapat membentuk sayap jika populasinya tinggi sehingga memberi kemudahan bagi serangga untuk berpindah ke tanaman atau tempat yang lain. Tipe alat mulutnya yaitu menusuk-mengisap.

Terdapat beberapa contoh serangga vektor yang termasuk kedalam ordo homoptera yaitu wereng hijau (Cicadellidae) sebagai vektor virus *Rice Tungro Spiracle Virus* (RTSV) dan *Rice Tungro Bacillus Virus* (RTBV) yang merupakan patogen penyebab penyakit tungro pada padi, kutu putih yang merupakan serangga vektor *Piper Yellow Mottle Virus* (PYMV) dan *Aphis gossypii* sebagai vektor *Cucumo Mottle Virus* (CMV) yang keduanya merupakan patogen penyebab penyakit kerdil pada tanaman lada, dan *Paracoccus burnerae* (Planococcidae) sebagai vektor patogen Banana Streak Virus (Muturi *et al.*, 2013).

7.3.2 Ordo Coleoptera

Ordo coleoptera merupakan ordo yang dominan diantara ordo-ordo serangga lainnya yang berkembang dengan metamorfosis sempurna (holometabola) yaitu telur-larva-

pupa-imago serta memiliki struktur sayap depan yang keras dan sayap depan yang tipis berbentuk selaput. Adapun tipe alat mulutnya pada fase larva dan imago yaitu menggigit-mengunyah. Terdapat beberapa contoh serangga vektor yang termasuk ke dalam ordo coleoptera yaitu *Ambrosia beetle* (Scolytinae) sebagai vektor penyakit jamur fusarium pada beberapa tanaman pangan, dan *Epitrix cucumeris* (Chrysomelidae) sebagai vektor *Actinomyces scabies* pada umbi kentang.

7.3.3 Ordo Diptera

Ordo diptera merupakan ordo serangga yang bermetamorfosis sempurna yaitu telur-larva-pupa-imago dan memiliki 2 pasang sayap, namun sayap belakang berfungsi sebagai halter atau alat keseimbangan. Tipe alat mulutnya itu menusuk-mengisap atau menjilat-mengisap, yang memiliki probosis atau dikenal sebagai belalai. Terdapat beberapa contoh serangga vektor yang termasuk ke dalam ordo diptera yaitu *Bactrocera* spp. (Tephritidae) sebagai vektor patogen *Pseudomonas* pada buah-buahan, dan penggerek daun (Agromyzidae) sebagai vektor virus mozaik pada berbagai tanaman buah dan sayur.

7.3.4 Ordo Hemiptera

Ordo hemiptera merupakan ordo serangga yang bermetamorfosis tidak sempurna yaitu telur-nimfa-imago dan memiliki dua pasang sayap dengan struktur sayap depan lebih tebal dibandingkan sayap belakang yang berbentuk seperti selaput. Adapun tipe alat mulut serangga dari ordo hemiptera yaitu menusuk-mengisap. Terdapat beberapa contoh serangga vektor yang termasuk ke dalam ordo hemiptera yaitu walang sangit (Alydidae) dan *True bugs* (Piesmatidae) sebagai vektor virus penyebab daun keriting.

7.3.5 Ordo Thysanoptera

Ordo Thysanoptera merupakan ordo serangga yang bermetamorfosis tidak sempurna yaitu telur-nimfa-imago dan memiliki dua pasang sayap yang struktur sayap berupa membran atau selaput dan terdapat rambut halus pada tepi sayapnya serta memiliki alat mulut menusuk-mengisap. Terdapat beberapa serangga dari famili Formicidae yang merupakan vektor dari berbagai tanaman pangan.

7.4 Serangga sebagai Polinator

Serangga polinator merupakan serangga yang membantu proses polinasi, selain serangga manusia dan angin juga dapat membantu proses polinasi pada tanaman (Giartika, 2016). Serangga polinator memiliki ciri khusus berupa kotak polen pada tungkai kaki belakang yang berfungsi sebagai pembawa serbuk sari tanaman (Sasmito, 2019).

Terdapat beberapa laporan mengenai serangga yang berperan sebagai polinator seperti *Osmonia cornivrons* yang merupakan lebah penyerbuk pada tanaman apel (*Malus sylvestris* Mill), lebah *Bombus terrestris* serta *Apis mellifera* juga dilaporkan memiliki peranan yang sangat besar sebagai serangga polinator pada berbagai tanaman perkebunan dan pertanian lainnya. Namun saat ini dilaporkan juga adanya indikasi penurunan populasi dan keanekaragaman serangga polinator karena adanya pengalihfungsian lahan pertanian sehingga terjadi perubahan habitat serangga secara umum dan penggunaan pestisida yang tidak bijaksana.

7.5 Serangga sebagai Dekomposer

Serangga yang memiliki peranan sebagai dekomposer merupakan serangga yang hidup ditanah baik pada permukaan maupun didalam tanah yang hasil dekomposernya

mempengaruhi kesuburan tanah dan tanaman. Serangga dekomposer memiliki peranan penting dalam ekosistem, serangga tersebut melakukan perombakan pada bahan-bahan organik seperti residu tumbuhan dan hewan serta menghasilkan humus yang dapat dijadikan sebagai nutrisi pada tanah dan tanaman. Serangga ini biasa dikenal dengan istilah serangga saprofagus (Stout and Raubenheimer, 2012).

Keberadaan serangga dekomposer dapat dijadikan sebagai salah satu indikator kesuburan tanah dan kelangsungan hidupnya dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik, faktor biotik diantaranya yaitu keberadaan hewan dan tumbuhan di lingkungan tersebut dan faktor abiotik yaitu tanah, suhu, kelembaban, air, pH, dan cahaya. Umumnya serangga dekomposer ditemukan ditempat yang lembab dan teduh atau pada bagian-bagian tanaman yang mengalami proses pelapukan. Penurunan kualitas tanah tentunya mempengaruhi keberlangsungan makhluk hidup termasuk serangga tanah karena berkaitan dengan energi, lingkungan dan sumber makanan untuk mendukung siklus hidupnya. Namun saat ini keragaman dan populasi serangga dekomposer telah mengalami penurunan yang disebabkan karena jumlah residu pestisida ditanah semakin bertambah, pH tanah semakin menurun (masam), jumlah ekosistem yang mendukung keberlangsungan hidupnya semakin berkurang karena pengalihfungsian lahan.

Peranan serangga dalam proses dekomposisi sisa-sisa tanaman dan hewan dipercepat dengan adanya proses enzimatik termasuk enzim selulase yang terjadi karena adanya hubungan mutualisme antar serangga dan mikroorganisme seperti protozoa dan bakteri yang berada pada saluran pencernaan dari serangga. Selain proses simbiosis internal tersebut, terdapat beberapa serangga yang mendekomposer sisa-sisa tanaman setelah terjadi proses degradasi oleh

mikroorganisme eksternal dilingkungan tersebut, contohnya *Tomocerus* sp. (Collembola) dan kumbang ambrosia (Coleoptera), Hymenoptera dan rayap (Isoptera). Terdapat beberapa kelompok yang dilaporkan berperan sebagai serangga dekomposer yaitu Dermaptera, Orthoptera, Hymenoptera,, Hemiptera, Thysanopter, Formicidae, Vespidae, Gryllinae, Coleoptera, Siphonoptera, diptera, Mecoptera (Sari, 2015).

7.6 Serangga sebagai Musuh Alami

Serangga yang berperan sebagai musuh alami merupakan serangga yang secara alamiah karena keberadaannya dapat menurunkan populasi serangga lainnya yang bertindak sebagai hama yang disebabkan karena serangga tersebut dapat melemahkan dan membunuh serangga hama baik melalui kegiatan makan secara langsung maupun dalam proses siklus hidupnya. Keberadaan musuh alami dialam khususnya sektor pertanian sangat dibutuhkan untuk menjaga keseimbangan ekosistem dan merupakan salah satu bentuk pengendalian dalam Pengendalian Hama Terpadu (PHT) dalam mewujudkan *sustainable agriculture*. Keberadaan serangga yang berperan sebagai musuh alami memberikan pengaruh positif pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman karena serangga tersebut dapat menekan populasi serangga hama yang dapat merusak dan mempengaruhi fisiologis tanaman sehingga dapat menurunkan produksi dan nilai ekonomi tanaman. Musuh alami dari jenis serangga dapat dikategorikan menjadi dua jenis yaitu predator dan parasitoid.

7.6.1 Predator

Serangga predator merupakan serangga yang memangsa serangga lain untuk kebutuhan makan dan keberlangsungan hidupnya. Serangga predator umumnya memiliki ukuran tubuh yang lebih besar dibandingkan dengan mangsanya serta

memiliki kecenderungan untuk memangsa spesies lain yang memiliki populasi yang tinggi.

Terdapat beberapa jenis serangga yang berperan sebagai musuh alami di antaranya yaitu:

7.6.1.1 Kumbang kubah (Kumbang Coccinellidae)

Kumbang kubah merupakan salah satu predator pada pertanaman padi, sorgum dan tanaman lainnya yang memiliki bentuk tubuh seperti kubah dan berwarna merah cerah. *Coccinellidae* termasuk famili dari ordo Coleoptera yang memiliki 7 subfamili yaitu Coccinellinae, Coccidulinae, Scymninae, Chilocorinae, Epilachninae, Sticholotidinae, dan Scymninae. Sabagian besar serangga dari subfamili dari *Coccinellidae* merupakan serangga yang berperan sebagai predator serta aktivitas makannya dapat dilakukan sepanjang hari. Kumbang *Coccinellidae* merupakan predator berbagai hama kecil yang memiliki tekstur badan yang lunak seperti kutu sisik dan kutu daun (Amir and Kahono, 2002).

Beberapa spesies dari Coccinellidae dilaporkan dapat dijadikan sebagai musuh alami, di antaranya yaitu *Coccinella* sp. dan *Verenia lineata* yang merupakan predator yang dapat memangsa wereng pada pertanaman padi serta kumbang kubah yang mampu memangsa kutu daun secara alami dipertanaman sorgum (Nadhif *et al.*, 2021).

7.6.1.2 Kumbang tanah (Carabidae)

Kumbang tanah dari famili Carabidae merupakan serangga yang memiliki tubuh yang keras yang berwarna kehitaman pada fase larva dan cokelat kehitaman pada fase kumbang dewasa. Serangga ini merupakan predator pada tanaman padi yang dapat ditemukan pada bagian lipatan daun atau ruas-ruas tanaman padi dan kumbang tanah ini berperan sebagai predator pada beberapa larva dan pupa serangga hama dari ordo Lepidoptera.

7.6.1.3 jangkrik berekor pedang (*Mitioche vittaticollis*)

Jangkrik berekor pedang merupakan salah satu predator dari ordo Orthoptera yang sering kita jumpai pada berbagai pertanaman khususnya pada tanaman padi dan aktif berpindah tepat dengan cara meloncat. Jangkrik ini memiliki kekhasan berupa ekor yang menyerupai bentuk pedang. Jangkrik muda (nimfa) dan imago dapat memangsa telur dari penggerek batang padi dalam jumlah yang banyak

7.6.1.4 Belalang (*Conocephalus longipennis*)

Belalang (*Conocephalus longipennis*) merupakan serangga dari ordo Orthoptera, famili Tettigoniidae yang dapat hidup pada rerumputan. Belalang jenis pada fase nimfa memiliki warna hijau dan fase dewasa berwarna hijau dan kuning. Selain itu *C. Longipenni* juga memiliki antena yang sangat panjang yang ukurannya dua kali lebih panjang dari panjang tubuhnya. Serangga ini memiliki peranan sebagai musuh alami karena mampu memangsa telur dari hama padi yaitu walang sangit dan wereng hijau serta nimfa dari wereng cokelat.

7.6.2 Parasitoid

Parasitoid merupakan serangga yang pada fase tertentu tumbuh dan berkembang didalam tubuh serangga lain dan menggunakan nutrisi serangga yang di parasit (inang) untuk keberlangsungan hidupnya. Parasitoid dapat digunakan sebagai musuh alami hama tanaman. Pemilihan inang dari parasitoid lebih spesifik dibandingkan predator, sehingga membutuhkan proses pencarian inang lebih selektif karena menyesuaikan kebutuhan hidup dari parasitoid. Terdapat beberapa jenis parasitoid yaitu parasitoid telur, larva, larva hingga pupa dan imago. Secara umum parasitoid serangga berasal dari ordo Hymenoptera dan terdapat beberapa contoh serangga yang berperan sebagai parasitoid yaitu:

7.6.2.1 *Trichogramma* sp.

Trichogramma sp. merupakan serangga dari famili Trichogrammatidae (Hymenoptera) memiliki peranan sebagai parasitoid telur dari hama penggerek batang padi, penggerek tebu dan jagung. Imago *Trichogramma* sp. melakukan pemilihan inang yang sesuai dengan cara terbang. Setelah mendapatkan telur yang baru diletakkan oleh imago serangga hama, maka imago *Trichogramma* sp. akan meletakkan sel pada telur tersebut sebagai tempat untuk melangsungkan siklus hidupnya dan menyebabkan kematian pada serangga inang.

7.6.2.2 *Microplitis similis*

Microplitis merupakan serangga dari famili Braconidae (Hymenoptera) dan memiliki peranan sebagai parasitoid dari ulat grayak (*Spodoptera litura*) pada fase larva, kutu daun, kepik dan larva kumbang.

7.6.2.3 *Aphidius* spp.

Aphidius spp. Merupakan serangga dari famili Aphidiidae (Hymenoptera) dan memiliki peranan sebagai parasitoid pada berbagai serangga hama jenis kutu daun. *Aphidius* spp memiliki ukuran tubuh yang sangat kecil sehingga disebut sebagai tawon mini (3 mm). Serangga betina meletakkan telur pada aphid sehingga saat telur menetas maka larva *Aphidius* spp. masuk kedalam tubuh inangnya dan menghabiskan siklus hidupnya hingga fase dewasa didalam tubuh serangga inang dan saat dewasa *Aphidius* spp. Keluar dari tubuh inang.

DAFTAR PUSTAKA

- Amir, M. and Kahono, S. 2002. *Kumbang lembing pemangsa coccinellidae (coccinellinae) di Indonesia*. Puslit Biologi-LIPI.
- Giartika, M.C. 2016. *Kajian komunitas serangga penyerbuk di kebun belimbing (Averrhoa carambola L.) Desa Ngringinrejo Kecamatan Kalitidu Kabupaten Bojonegoro*. Universitas Negeri Malang.
- Muturi, G.M. et al. 2013. *Ecological impact of Prosopis species invasion in Turkwel riverine forest, Kenya*. *Journal of Arid Environments* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2013.01.010>.
- Nadhif, R.M.U. et al. 2021. *Kelimpahan Kumbang Kubah Predator pada Berbagai Genotipe Tanaman Sorgum (Sorghum bicolor [L.] Moench) yang Ditanam Secara Monokultur dan Tumpang Sari dengan Tanaman Ubi Kayu*. *Jurnal Agrotek Tropika*, 9(3), pp. 407–411.
- Sari, M. 2015. *Identifikasi Serangga Dekomposer di Permukaan Tanah Hutan Tropis Dataran Rendah (Studi Kasus di Arboretum dan Komplek Kampus UNILAK dengan Luas 9, 2 Ha)*’, *Bio-Lectura: Jurnal Pendidikan Biologi*, 2(2), pp. 140–149.
- Sasmito, J.M.E. 2019. *Studi Keanekaragaman Jenis Serangga Pollinator di Perkebunan Apel (Malus sylvestris Mill) Bumiaja Kota Batu Sebagai Kajian Sumber Belajar*. University Muhammadiyah of Malang.
- Stern, V.M. et al. 1959. *The integration of chemical and biological control of the spotted alfalfa aphid: The integrated control concept*. *Hilgardia* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.3733/hilg.v29n02p081>.

Stout, M. and Raubenheimer, D. 2012. *Insect Ecology: Behavior, Populations and Communities*. P. W. Price, R. F. Denno, M. D. Eubanks, D. L. Finke & I. Kaplan, 2011, 816 pp. Cambridge University Press, UK. ISBN 9780521834889, Hardcover, £100.00. ISBN 9780521542609, Paperback, £42.99.', *Entomologia Experimentalis et Applicata* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2012.01294.x>.

BAB 8

STRATEGI PENGENDALIAN OPT HAMA

Oleh Anna Fitriana

8.1 Pendahuluan

Pengendalian hama adalah memperlambat pertumbuhan populasi hama. Penggunaan kultivar tahan, kultur teknis, biological control, pestisida sintetis, dan nabati hanyalah sebagian kecil dari tindakan pengendalian hama yang mungkin dilakukan dengan tujuan mencegah kerugian ekonomi pada petani.

PHT atau pengendalian hama terpadu, adalah ide taktis yang mengintegrasikan berbagai jenis elemen kontrol untuk mengurangi populasi hama. Menggabungkan metode pengendalian hama biologis, kultur teknis, dan kimia meminimalkan bahaya terhadap ekonomi, lingkungan, dan kesehatan manusia. (Dahlan & Najmah, 2011).

8.2 Pengertian Hama

Organisme pengganggu tanaman yang menyebabkan kerusakan pada tanaman dan mengakibatkan kerugian bagi petani ini disebut dengan hama. Hewan tidak dianggap sebagai hama jika terdapat pada tumbuhan tetapi tidak membahayakan tumbuhan tersebut. kerusakan yang ditinggalkan oleh serangan hama pada tanaman memudahkan identifikasi (gerekkan atau gigitan). Hewan dari jenis serangga, moluska,

tungau, tikus, burung, atau mamalia besar dapat menjadi hama bagi tanaman. Mungkin di suatu daerah hewan tersebut menjadi hama, namun di daerah lain belum tentu menjadi hama (Dadang : 2006).

Serangan hama tidak menyebabkan efek menular, kecuali hama tersebut adalah vektor suatu penyakit. Adapun beberapa jenis hama yakni:

1. Insekta (serangga)
2. Moluska (bekicot, keong)
3. Rodenta (tikus)
4. Mamalia (babi)
5. Nematoda, dan sebagainya

Ciri-ciri hama antara lain sebagai berikut:

1. Hama dapat terlihat
2. Umumnya dari golongan hewan
3. Hama cenderung merusak bagian tanaman tertentu
4. Serangan hama dapat dilihat secara langsung sehingga lebih mudah di atasi.

Secara garis besar, hama tanaman dikelompokkan menjadi tiga kelompok yaitu:

1. Kelompok hewan menyusui (mamalia)
2. Kelompok serangga (insekta)
3. Kelompok burung (aves)

8.3 Pengendalian Hama Terpadu

Salah satu gagasan untuk mengelola OPT disebut pengelolaan hama terpadu (PHT), yang mengutamakan

pertimbangan ekologis dan memperhatikan semua aspek produksi dan pengendalian tanaman (Ehler, 2006).

Empat konsep dasar membentuk sistem pengendalian hama terpadu (PHT), yang mempromosikan penggunaan PHT di seluruh negeri untuk pertumbuhan pertanian yang berkelanjutan. Prinsip-prinsip ini mengungkapkan gagasan pengendalian hama dan penyakit dari perspektif lingkungan. Berikut ini adalah empat prinsip dasar aplikasi pht:

1. Menumbuhkan tanaman yang sehat
2. Memanfaatkan musuh alami
3. Pengamatan dan Pemantauan Secara Rutin
4. Menurut keahlian petani di bidang PHT.

Pengendalian Hama Terpadu (PHT) merupakan solusi alternatif terbaik untuk masalah hama tanaman. Sebuah sistem yang dikenal sebagai pengelolaan hama terpadu (PHT) meningkatkan efisiensi produksi sekaligus melindungi pelanggan dan petani dari bahaya. Pengenalan PHT di Indonesia berkontribusi pada pertumbuhan sumber daya manusia di tingkat bawah (Oka 2005).

8.3.1. Strategi PHT

Menurut prinsip PHT, pengendalian OPT dilaksanakan dengan menggunakan berbagai teknik yang dapat digabungkan untuk menekan populasi terlebih dahulu sampai batas dapat dikelola. Karena organisme pengganggu tanaman dan tanaman menentukan status OPT, teknik pengendalian OPT berfokus mengubah salah satu atau keduanya, khususnya:

1. Strategi tanpa pengendalian

Ketika agroekosistem stabil, strategi ini di pengaruhi/didukung oleh dua faktor :

- a. Faktor akibat kepadatan (*density-dependent factor*) merupakan faktor yang tingkat aktivitasnya tergantung pada seberapa padat populasi hama. adanya kompetisi antara individu hama dalam memperebutkan makanan, tempat, dan pasangan serta musuh alami (predator, parasitoid, patogen serangga, dan entomopatogen) cenderung lebih menekan populasi hama ketika kepadatan populasi tinggi dan kurang menekan ketika kepadatan populasi rendah. Misalnya, bergantung pada kepadatan populasi mangsanya, kumbang predator *Curinus coeruleus* dapat memangsa *Bemisia tabaci* yang terdapat pada tanaman kacang merah dan labu. Pada populasi *Bemisia tabaci* 60, 120, dan 240 ekor nimfa instar IV berturut-turut sebanyak 53, 71, dan 102 ekor/hari (Riyanto dan Sudrajat, 2008).
- b. Faktor tanpa kepadatan (*density-independent factor*), faktor yang intensitas serangannya tidak bergantung pada kepadatan populasi hama. Jika musuh alami tidak dapat mengurangi populasi hama ke keadaan seimbang, faktor-faktor seperti resistensi varietas tanaman, iklim, dan pestisida dapat berfungsi sebagai kontrol populasi. Sebagai contoh, penanaman varietas padi relatif tahan Ciherang dan varietas padi tahan IR74 keduanya secara nyata menurunkan populasi nimfa wereng coklat biotipe 4 generasi 1 masing-

masing sebesar 53% dan 19%. Muncul dan Hipa 4 (rentan), sebagai perbandingan, tidak berpengaruh terhadap jumlah nimfa wereng coklat. (Baehaki *et al.*, 2011). Dalam jangka panjang, populasi OPT dapat dikontrol secara organik oleh dua mekanisme pengaturan ini. Tindakan tersebut dapat dilakukan dengan mengatur ekosistem sedemikian rupa sehingga mendorong adanya musuh alami dan dapat mengurangi angka populasi OPT. Berdasarkan kepadatan populasi hama, upaya tersebut dilakukan dengan membentuk pola pertanian dan penggunaan pestisida secara rasional. Akibatnya, akan ada berbagai situasi populasi OPT yang secara dinamis berpusat di sekitar titik kesetimbangan. (Arifin, 2012).

2. Strategi menurunkan populasi OPT

Dua situasi mampu ditangani dengan menggunakan metode ini. Untuk menghindari populasi OPT melebihi AE, langkah-langkah harus dilakukan adalah mengubah lingkungan sebelum penanaman agar hama tidak suka. metode untuk mengelola populasi OPT harus disiapkan dengan tujuan kuratif jika serangan tetap di atas AE di sepanjang musim. maka untuk mencapai tujuan harus dipersiapkan cara untuk penanganannya (Arifin, 2012):

- a. Pola tanam harus diatur agar OPT sulit berkembang, tumbuh, dan bereproduksi. Rotasi tanaman, waktu tanam, dan penanaman serentak adalah semua aspek dalam membangun pola tanam. Rotasi tanaman akan memutuskan ketersediaan makanan bagi OPT.

seperti penanaman kedelai setelah panen padi. Mengatur jadwal penanaman bertujuan untuk menjaga dari serangan OPT pada saat tanaman rentan. seperti, mengubah waktu tanam untuk maju atau mundur sesuai dengan puncak penerbangan populasi OPT. Tujuan dari pola tanam serentak adalah untuk menghindari keberlanjutan serangan dari OPT. Contohnya menanam padi lebih lambat, ini dapat menyebabkan kemungkinan peningkatan jumlah wereng coklat, terutama jika menanam padi sebelumnya berdekatan dengan masa panen.

- b. Mengatur teknik penanaman dengan tujuan memaksimalkan hasil panen dan pertumbuhan tanaman. Misalnya, tomat yang mengikuti pedoman agronomi akan tumbuh baik dan memiliki daun yang banyak, sedangkan tanaman tomat yang sehat akan memiliki daun yang jarang atau sedikit. Jadi tingkat serangan OPT pemakan daun pada tanaman yang sehat akan menyebabkan kerusakan yang relatif lebih sedikit dibandingkan serangan pada tanaman yang kurang subur. Regulasi teknik penanaman, seperti pengaturan jarak tanam, penggenangan, dan sanitasi, juga dapat digunakan untuk mencegah pertumbuhan populasi hama.

3. Strategi mengurangi kerentanan tanaman

Menggunakan varietas tahan dapat menolak atau mentolerir keberadaan hama, meskipun tidak serta merta

menurunkan populasi hama. Metode ini memiliki kelebihan yang cukup terjangkau, mudah digunakan oleh petani, dan aman bagi lingkungan. Peningkatan vigor tanaman dapat dicapai bersamaan dengan metode ini melalui penyiapan irigasi dan pemberian pupuk. Tanaman dapat melawan OPT melalui tiga mekanisme berbeda: antixenosis, antibiosis, dan toleransi. (Kogan dan Ortman, 1978):

- a. antixenosis adalah tumbuhan yang memiliki senyawa kimia berbahaya atau struktur dan morfologi tumbuhan yang mengakibatkan gangguan pada serangga untuk makan atau bertelur.
- b. Antibiosis adalah kemampuan tanaman untuk menghasilkan zat beracun bagi serangga, dan menghambat pertumbuhannya dan menunda pematangan seksual.
- c. Toleransi adalah kemampuan tanaman untuk pulih lebih cepat dari cedera atau tumbuh lebih cepat setelah serangan OPT.

4. Strategi kombinasi

Suatu pendekatan yang disebut strategi kombinasi menggabungkan langkah-langkah untuk menurunkan jumlah serangga dan kerentanan tanaman. cara ini dianggap menguntungkan karena, meskipun satu strategi tidak berhasil, yang lain masih dapat membantu mengendalikan hama. Tingkat efektivitas teknik pengendalian juga dapat ditingkatkan dengan menggabungkannya dengan strategi pengendalian yang

lain. Menurut Arifin (2012) terdapat beberapa teknik pengendalian yang dapat digunakan secara terpadu untuk menurunkan status OPT, yakni:

- a. Pengendalian melalui cara budidaya, seperti merotasi tanaman padi dengan jagung atau kedelai, menanam jagung dan kedelai di petak yang berbeda secara bergantian, menggunakan jenis padi yang tahan serangan organisme pengganggu, kemudian menggunakan tanaman perangkap organisme pengganggu.
- b. Biological control, meliputi pemuliaan agen hayati serta konservasi parasitoid dan predator (virus, bakteri, jamur dan nematode yang bersifat pathogen kepada hama).
- a. pengendalian secara mekanis, seperti pengumpulan dan pemusnahan kelompok telur dan ulat, serta penggenangan area untuk membunuh ulat yang hidup di tanah.
- b. Pengendalian dengan pestisida nabati yang dibuat dari bahan alami yang memiliki senyawa yang berbahaya bagi hama, namun Jika tingkat serangan sudah melebihi AE, Insektisida kimia adalah pilihan terakhir.

8.3.3 Prinsip Dasar PHT

Penggunaan PHT efektif untuk mengendalikan hama, maka penggunaan metode pengendalian hama dengan pendekatan PHT masih terus berkembang hingga saat ini. Untuk diterapkan pada lahan pertanian, perlu untuk

memahami konsep dasar penerapan PHT. Menurut Indiaty dan Marwoto (2017), terdapat beberapa prinsip dasar PHT yaitu sebagai berikut:

1. Budidaya tanaman sehat

Program pengendalian hama harus mencakup tanaman yang kuat dan sehat serta suasana yang bersih. Tanaman yang sehat menerima unsur hara yang cukup, irigasi, bebas dari gulma, ditanam pada waktu yang tepat, dan memberikan dasar untuk hasil pertanian yang unggul. tanaman yang sehat dapat mengatasi kerusakan daun atau cabang. Setiap tahapan proses budidaya tanaman, mulai dari pemilihan jenis varietas, pengelolaan tanah, penyiapan benih, penanaman, pemeliharaan, hingga penanganan pascapanen, perlu dilakukan penanganan sesuai dengan PHT, agar menghasilkan tanaman yang kokoh, sehat, dan produktif.

2. Pelestarian dan pemberdayaan musuh alami

Dimungkinkan untuk mengembangkan rencana pengelolaan yang akan menjaga populasi hama pada tingkat yang tidak dapat diterima dengan mempelajari tentang struktur ekosistem, yang mencakup susunan spesies tanaman, hama, musuh alami, dan kelompok biotik lainnya serta interaksi dinamis antara komponen biotik. Petani akan menghasilkan uang paling banyak dengan meningkatkan produktivitas dan menurunkan biaya pengendalian dengan hanya menerapkan pengendalian ketika populasi musuh alami lebih rendah dari pada populasi hama. Rendahnya populasi hama pada tumbuhan

yang menjadi makanan atau mangsa musuh alami sehingga musuh alami dapat terus ada dan menjaga keseimbangan ekosistem.

3. Pemantauan lahan secara rutin (monitoring)

Sejumlah faktor lingkungan berkontribusi pada perluasan populasi hama, yang mengarah pada masalah hama. Untuk menilai kondisi ekosistem lahan yang selalu berubah dan berkembang, perlu dilakukan pemantauan terhadap populasi hama, fungsi musuh alami, iklim, dan lingkungan. Serangan hama pada tanaman tidak selalu terjadi dari musim ke musim. Alam dapat menjaga keseimbangan sehingga populasi serangga seadanya dan tidak menimbulkan kerugian bila tanaman tidak diserang. keseimbangan ini disebut sebagai keseimbangan hayati. Setiap saat, elemen pengendali seperti lingkungan, makanan, dan hayati (parasit, predator, dan virus) dapat berubah, yang akan mengubah keseimbangan. Konsekuensinya, keseimbangan biologis lebih dinamis daripada statis.

Pestisida kimia dapat menghancurkan musuh alami dan menyebabkan kembalinya hama jika tidak digunakan secara selektif dan dalam jumlah yang tepat meningkatkan jumlah hama. Akibatnya, faktor pengubah hayati mungkin tidak berfungsi secara efektif. Satu-satunya cara jitu untuk menghentikan peningkatan populasi serangga adalah melalui pengendalian hama terpadu, yang secara aktif melibatkan dan memperkuat peran musuh alami. Hama akan memiliki ketersediaan makanan sepanjang tahun sebagai akibat dari pengelolaan waktu tanam yang

tumpang tindih. Populasi hama dapat tumbuh dan berkembang lebih cepat dalam keadaan seperti itu. Iklim dan kelembaban dapat mendorong perluasan dan pertumbuhan populasi hama. Laju metabolisme serangga meningkat berbanding lurus dengan kenaikan suhu lingkungan di lingkungan dengan suhu ideal. Tingkat metabolisme akan menentukan seberapa cepat populasi hama tumbuh dan seberapa cepat perkembangannya. Setiap petani harus dapat memantau pertumbuhan populasi hama dan lingkungan serta menerapkan pengendalian hama yang tepat, praktis, dan menguntungkan karena setiap lahan memiliki ekologi yang unik.

4. Pemahaman agroekosistem pertanian

Ekosistem yang dirancang khusus untuk budidaya tanaman pertanian bertujuan untuk menyediakan hasil pertanian dengan kualitas dan kuantitas tertentu. Agroekosistem yang diciptakan oleh manusia biasanya memiliki keragaman genetik dan biotik yang lebih sedikit dan lebih homogen. Ini adalah contoh ekosistem yang tidak stabil dan rentan terhadap penyebaran spesies hama.

Agroekosistem adalah sistem dinamis yang berubah dari satu waktu ke waktu berikutnya dan dari satu lokasi ke lokasi lain. Ekosistem pertanian sangat rentan terhadap berbagai perubahan, baik internal maupun eksternal ekosistem. Teknik pengelolaan yang dapat menjaga populasi hama pada tingkat yang sehat dapat

dikembangkan dengan meneliti struktur ekosistem, termasuk sebaran jenis tumbuhan, hama, musuh alami, dan kelompok biotik lainnya, serta interaksi dinamis antar komponen biotik. Contohnya tanam varietas sejenis secara terus menerus.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, M. 2012. Pengendalian Hama Terpadu: Pendekatan dalam Mewujudkan Pertanian Organik Rasional. *Iptek Tanaman Pangan* 7 (2): 98 – 107.
- Baehaki S.E., Arifin K., dan Munawar, D. 2011. Peran Varietas Tahan Dalam Menurunkan Populasi Wereng Coklat Biotipe 4 Pada Tanaman Padi. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 30(3):145-153.
- Dadang, 2006, *Pengendalian Terpadu Hama Utama dan Potensial Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linn)*, Prosiding Workshop yang diselenggarakan oleh Pusat Penelitian Surfaktan dan Bioenergi, LPPM,IPB.Bogor.5-6 Desember 2006.
- Dahlan, S. S. & Najmah, S. (2011). *Pengendalian Hama dan Penyakit Pada Tanaman Padi di Sulawesi Selatan*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan: Makassar.
- Ehler, L.E. 2006. Perspective Integrated Pest Management (IPM): Definition, Historical Development and Implementation, and The Other IPM. *Pest Management Science*. 62(9): 787–789.
- Indiati, S.W., dan Marwoto. 2017. Penerapan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) pada Tanaman Kedelai. *Buletin Palawija* 15 (2): 87 – 100.
- Kogan, M. and Ortman, E. E. 1978. Antixenosis – a New Term Proposed to Replace Painter’s “Nonpreference” Modality of Resistance. *Bull. Entomol. Soc. Am.* 24: 175-176.
- Oka, I. D. 2005. *Pengendalian Hama Terpadu dan Implementasinya di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Riyanto, A.T. dan Sudrajat. 2008. Lama hidup, Keperidian, Serta Kemampuan *Curinus coeruleus* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) Terhadap *Bemisia tabaci* Gemmadius (Homoptera: Aleyrodidae). Jurnal Agrikultura 19(3): 167-172.

BAB 9

PESTISIDA TEKNIK

PENGENDALIAN SECARA KIMIA

Oleh Yonce Melyanus Killa

9.1 Pendahuluan

Pertanian merupakan kegiatan yang dilakukan untuk menghasilkan bahan pangan, bahan baku industri dan lainnya dengan memanfaatkan sumber daya alam. Akan tetapi dalam rangka memanfaatkan sumber daya alam untuk peningkatan produktivitas, terkadang terkendala oleh faktor internal maupun eksternal. Berdasarkan faktor-faktor tersebut faktor eksternal yang mempengaruhi adalah Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) (Karenga *et al.*, 2022). OPT merupakan semua organisme yang dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman serta menimbulkan kerugian secara ekonomis (Killa *et al.*, 2021). OPT terdiri dari hama (binatang hama), patogen penyebab penyakit dan gulma.

Adanya OPT yang menyebabkan kerusakan tanaman, perlu dilakukan pencegahan maupun pengendalian. Pengendalian yang dilakukan untuk OPT dapat berupa beberapa cara yaitu pengendalian secara kultur teknis, secara mekanik, secara fisik, secara biologis maupun pengendalian secara kimiawi (Triharso, 2014). Pengendalian secara kimiawi dapat dilakukan dengan menggunakan pestisida.

Pestisida berasal dari bahasa latin yaitu *pest* : hama dan *cide* : membunuh, sehingga pestisida berarti bahan untuk membunuh hama. Surat Keputusan Menteri Pertanian RI No.

434.1/Kpts/TP.270/VII/2021 menyatakan bahwa pestisida merupakan zat kimia atau bahan lain maupun jasad renik atau virus yang digunakan untuk tujuan(Djojsumarto, 2008):

- 1) Memberantas atau mencegah hama dan penyakit yang merusak tanaman, bagian tanaman, atau hasil-hasil pertanian;
- 2) Membunuh rumputan;
- 3) Mematikan daun dan mencegah pertumbuhan tanaman yang tidak diinginkan;
- 4) Mengatur atau merangsang pertumbuhan tanaman atau bagian-bagian tanaman, tidak termasuk pupuk;
- 5) Memberantas atau mencegah hama luar pada hewan-hewan piaraan dan ternak;
- 6) Memberantas dan mencegah hama-hama air;
- 7) Memberantas atau mencegah binatang-binatang dan jasad-jasad renik dalam rumah tangga, bangunan dan alat-alat pengangkutan;
- 8) memberantas atau mencegah binatang-binatang yang bisa menyebabkan penyakit pada manusia.

Pestisida pada dasarnya merupakan bahan kimia, campuran bahan kimia atau bahan yang bersifat bioaktif yang pada dasarnya bersifat racun (Djojsumarto, 2008). Oleh sebab itu dalam penggunaan pestisida harus berdasarkan enam tepat yaitu: 1) tepat sasaran (pestisida yang digunakan harus berdasarkan jenis OPT yang menyerang tanaman); 2) tepat mutu (pestisida harus mengandung bahan aktif yang bermutu yaitu terdaftar dan diizinkan); 3) tepat jenis pestisida (pestisida haru efektif terhadap hama atau patogen tanpa mengganggu organisme yang berguna); 4) Tepat waktu penggunaan (pestisida digunakan tepat waktu berdasarkan hasil pemantauan dan pada sore hari); 5) tepat dosis dan konsentrasi (pestisida harus digunakan sesuai dengan dosis

dan konsentrasi pada label); 6) tepat cara penggunaan (pestisida digunakan dengan beberapa cara yaitu pemercikan, penyuntikan, penyiraman atau penyemprotan) (Moekasan & Prabaningrum, 2011).

9.2 Jenis-Jenis Pestisida

9.2.1 Insektisida

Insektisida merupakan jenis pestisida yang digunakan untuk mengendalikan hama dari golongan insecta (serangga) (Djojsumarto, 2020). Berdasarkan stadia sasarannya insektisida dibagi menjadi 1) larvasida (insektisida untuk mengendalikan larva atau ulat); 2) ovisida (insektisida untuk menghambat penetasan telur atau merusak telur); 3) ovi-larvasida (insektisida yang mengendalikan telur yang akan menetas).

Mode of action dari insektisida adalah menghambat AchE (*acetylcholinesterase*) yang menyebabkan *hyperexcitation*, memblokir saluran klorida aktivasi GABA, menyebabkan saluran natrium selalu terbuka, meniru tindakan agonis asitilkolin di nAChRs, menghambat pembentukan sel, menghambat makan, menghambat transport elektron pada mitokondria, menghambat kerja asetil koenzim A karboksilase untuk mensintesis lipid (Hudayya & Jayanti, 2012).

Harahap (2020) membagi insektisida ke dalam beberapa kelompok kimia yaitu:

- a. Organoklori adalah insektisida yang kurang reaktif dan relatif stabil yang berbahan *chlorinated hydrocarbon*. Insektisida ini merupakan racun saraf yang bersifat akut dan residunya lama terurai di lingkungan. Contoh insektisida ini adalah aldrin, chordane, diedrin, DDT, endrin, lindine (pestisida ini telah dilarang peredarannya)



a



b

Gambar 9.1 Insektisida DDT (a), Insektisida Endrin (b)

(Sumber : <https://www.antiserangga.com/> dan <http://tlogotani.blogspot.com/>)

- b. Organofosfat adalah insektisida dengan kandungan unsur P. Sistem kerja dari insektisida ini adalah menghambat kerja enzim asetilkolinesterase, akan tetapi pengaruhnya dalam waktu yang singkat. Contoh insektisida ini adalah tokuthin 500E , curacron 500 EC dan spontan.



a



b

Gambar 9.2 Insektisida curacron (a), Insektisida spontan (b)

- c. Karbamat, merupakan pestisida yang bersprektum lebar dan cara kenjanya menghambat kerja enzim asetilkolinesterase serta pengaruhnya berlangsung selama 1 hari kemudian dapat kembali normal. Contoh dari insektisida ini adalah dicarzol 25 SP dan curater 3G.
- d. Piretroid, merupakan insektisida yang berasal dari tanaman. bahan aktif dari insektisida ini berupa nikotin yang mempunyai toksik yang akut dan bekerja pada susunan saraf.

9.2.2 Akarisida

Akarisida merupakan pestisida yang digunakan untuk mengendalikan akarina (tunggau). Contoh bahan kimia sebagai akarisida adalah dikofol, kloropropilate, klorobenzilate, heksaklorofen, fluorbenzide, benzoksimate dan metiokrab (Djojsumarto, 2020).



Gambar 9.3 Akarida berbahan kimia dikofol

(Sumber : <https://www.google.com>)

9.2.3 Molluskisida

Molluskisida adalah pestisida yang digunakan untuk mengendalikan hama dari golongan molluska (hewan lunak) seperti keong mas, siput maupun tritip. Contoh molluskisida yaitu niklosamin, metaldehida, metiokarb, trimetakarb dan riakloprid (Djojsumarto, 2020). Salah satu molluskisida yang intensif digunakan petani di Indonesia adalah jenis molluskisida berbahan aktif niklosamin (Yosmaniar *et al.*, 2009).

9.2.4 Rodentisida

Rodentisida adalah pestisida yang digunakan untuk mengendalikan hama dari hewan pengerat, seperti tikus (Djojsumarto, 2020). Rodentisida dapat digolongkan menjadi rodentisida umpan beracun dan fumigan (Supriyo *et al.*, 2020). Contoh rodentisida yaitu bromodiolon, brodifakum, klorofasinon, warfarin, kumaklor, zink fosfid, kumatetralil, dan difasinon.

9.2.5 Nematisida

Nematisida adalah pestisida yang mengandung bahan kimia yang dapat mengendalikan cacing parasit (nematoda). Contoh nematisida yang biasanya beredar adalah berbahan aktif abamektin, metil isosianat, karbufuran, dazomet, karbosulfat, oksimil, aldikarb, metil-bromide, dan aldosikarb (Djojsumarto, 2020). Nematisida yang sering digunakan biasanya berbahan aktif metil bromida yang berbentuk non-fumigan dan fumigan (Santo *et al.*, 2019).

9.2.6 Fungisida

Fungisida adalah senyawa digunakan untuk mencegah atau membasmi infeksi patogen penyebab penyakit tanaman yang berasal dari golongan jamur (cendawan atau fungi). berdasarkan cara aplikasinya, fungisida dibagi menjadi: 1) fungisida daun yaitu fungisida yang diterapkan sebagai cairan atau bubuk ke bagian tanaman hijau atau daun, yang menghasilkan penghalang pelindung pada permukaan kutikula dan toksisitas sistemik pada jamur yang sedang berkembang; 2) fungisida tanah yaitu fungisida yang diterapkan sebagai cairan, bubuk kering, atau butiran, bekerja baik melalui fase uap atau dengan sifat sistemik; 3) fungisida penutup yaitu fungisida yang diterapkan pada tanaman pascapanen sebagai cairan atau bubuk kering untuk mencegah infestasi jamur, terutama jika disimpan di bawah kondisi suhu dan kelembaban yang kurang optimal (Gupta, 2019).

Cara kerja dari fungisida adalah mengintervensi sintesis asam nukleat (NAS), menghambat mitosis dan pembelahan sel, menghambat respirasi, menghambat sintesis asam amino dan protein, menghambat sintesis lipida dan membran sel, Contoh dari fungisida yaitu maneb, tiram, ferbam, ziram, mankozeb, kaptan, zineb, tiofanat, metalaksil (Hudayya & Jayanti, 2012).



Gambar 9.4 Contoh fungisida berbahab aktif mankozeb
(Sumber : <https://kresna.co.id/sarikresnakimia/id/produk/fungisida>)

9.2.7 Bakterisida

Bakterisida adalah pestisida yang digunakan untuk mengendalikan patogen penyebab penyakit tanaman dari golongan bakteri. Bakterisida pada umumnya berbahan aktif belerang, tetrasiklin, copper hidroksida, kasugamycin, bronofol, zinc thiazol, dan heksaklorofen (Djojsumarto, 2020).

9.2.8 Virusida

Virusida adalah pestisida yang digunakan untuk mengendalikan patogen penyebab penyakit tanaman dari golongan virus dan viroid. Virusida pada umumnya berbahan aktif dufulin dan ribavirin (Djojsumarto, 2020).

9.2.9 Avisida

Avisida adalah pestisida yang khusus untuk mengendalikan hama dari golongan aves (burung). Avesida sampai saat ini belum dikenal dikalangan petani akan tetapi telah tersedia dengan bahan aktif 4-aminoporodin, fention dan kloralose (Djojsumarto, 2020).

9.2.10 Herbisida

Herbisida adalah bahan kimia fitotoksik yang digunakan untuk mengendalikan gulma (tumbuhan liar). pestisida ini memiliki tingkat spesifisitas yang bervariasi. Misalnya, herbisida dengan senyawa paraquat membunuh semua

tanaman hijau, sedangkan senyawa fenoksi spesifik untuk kelompok tanaman berdaun lebar (Gupta, 2019). contoh herbisida berupa senyawa 2,4-Dimetilamina, prooaklor, glifosfat, paraquat (Djojsumarto, 2020). Herbisida digolongkan menjadi 2 kelompok yaitu:

- a. Defoliant, yaitu senyawa kimia yang berfungsi untuk merontokan daun. contohnya senyawa kalsium sianamid, etefon, metoksuron dan endotal.
- b. Dessicant, yaitu senyawa kimia yang digunakan untuk mematikan (mengeringkan) daun, akan tetapi daun tidak gugur dari tanaman.



Gambar 9.5 Contoh herbisida berbahan aktif glifosfat

(Sumber : <https://kresna.co.id/sarikresnakimia/id/produk/herbisida>)

9.3 Syarat Pestisida

Pestisida merupakan zat untuk mengendalikan hama, akan tetapi suatu pestisida harus memenuhi beberapa syarat yaitu: 1) mempunyai toksisitas oral yang rendah; 2) mempunyai toksisitas dermal yang rendah; 3) tidak pesisten; 4) tidak meninggalkan residu; 5) tidak berakumulasi; 6) efektif terhadap organisme sasaran; 7) mempunyai spektrum yang sempit; 8) tidak mematikan organisme bukan sasaran; 9) tidak fitotoksik; 10) tidak menimbulkan resistensi pada organisme sasaran; 11) mudah didapat dan murah; 12) tidak mudah

terbakar dan dapat disimpan lama tanpa mengurangi nilai, serta tidak merusak alat (Triharso, 2014).

9.4 Prinsip-Prinsip Penggunaan Pestisida

Pestisida yang digunakan dapat berdampak negatif yang merusak lingkungan dan musuh alami dari hama, maka penggunaan pestisida perlu memperhatikan prinsip-prinsip (Triharso, 2014):

- a. Pestisida digunakan bila populasi atau tingkat kerusakan telah mencapai ambang ekonomi.
- b. Menggunakan pestisida yang berspektrum sempit, mempunyai selektivitas yang tinggi dan konsentrasi dosis yang tepat.
- c. Memilih jenis pestisida yang residunya pendek dan mudah terdekomposisi oleh faktor lingkungan.
- d. Menggunakan pestisida pada saat hama berada pada titik terendah.
- e. Pestisida digunakan, hanya apabila cara pengendalian lain sudah tidak efektif dan efisien lagi.

9.5 Dampak Pestisida Kimia

Penggunaan pestisida tentunya dapat menimbulkan dampak yang negatif maupun positif. Dampak positif pasti dirasakan baik oleh pengguna karena dapat diaplikasikan dengan mudah, hasilnya dapat dilihat dalam waktu yang singkat, dapat diaplikasikan setiap waktu dan tempat. Akan tetapi penggunaan pestisida yang tidak rasional akan memberikan dampak yang negatif seperti (Nasution, 2022):

- 1) Matinya organisme yang menguntungkan;
- 2) Terbunuhnya musuh alami dari hama;
- 3) Menyebabkan resistensi pada hama sasaran;

- 4) Terjadinya pencemaran lingkungan;
- 5) Munculnya hama baru;
- 6) Adanya bahaya residu;
- 7) Matinya organisme non target.

DAFTAR PUSTAKA

- Djojsumarto, P. (2008). *Pestisida dan Aplikasinya*. PT AgroMedia Pustaka.
- Djojsumarto, P. (2020). *Pengetahuan Dasar Pestisida Pertanian dan Penggunaannya*. PT AgroMedia Pustaka.
- Gupta, P. K. (2019). Toxic effects of pesticides and agrochemicals. In *Concepts and Applications in Veterinary Toxicology* (pp. 59-82). Springer, Cham.
- Harahap, P. S. (2020). *Paparan Pestisida Pada Petani*. Zahir Publishing.
- Hudayya, A., & Jayanti, H. (2012). *Pengelompokan Pestisida Berdasarkan Cara Kerjanya (Mode of Action)*. Yayasan Bina Tani Sejahtera.
- Karenga, F., Killa, Y. M., Kapoe, S. K. K. L., & Jawang, U. P. (2022). Jenis Dan Dominasi Gulma Pada Lahan Tanaman Jagung Di Lokasi Food Estate Kabupaten Sumba Tengah. *Agrisaintifika (Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian)*, 6(1), 26–31.
- Killa, Y. M., Jawang, U. P., Nganji, M. U., Lewu, L. D., Ndapamuri, M. H., & Kapoe, S. K. K. L. (2021). Pelatihan Pembuatan Perangkap Serangga pada Kelompok Wanita Tani Suka Maju Kelurahan Malumbi. *Jurnal Abdidas*, 1(3), 761–769.
- Moekasan, T. k., & Prabaningrum, L. (2011). *Penggunaan Pestisida (Berdasarkan Konsep Pengendalian Hama Terpadu)*. Yayasan Bina Tani Sejahtera.
- Nasution, L. (2022). *Buku Ajar Pestisida dan Teknik Aplikasiya*. UMSUPRESS.
- Santo, E., Djamilah, D., & Inorihah, E. (2019). Efektivitas Nematocida Daun Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) dalam Menghambat Serangan Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.) pada Tanaman Tomat. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 21(1), 1–8. <https://doi.org/10.31186/jipi.21.1.1-8>

- Supriyo, E., Pujiastuti, I., Broto, R. W., & Arifan, F. (2020). Uji Efikasi Formulasi Rodentisida Cair Dengan Bahan Aktif Permentrin Dan Malathion Pada Tikus Sawah, Tikus Rumah Dan Tikus Pohon Dalam Mencegah Penyakit Leptospirosis. *Gema Teknologi*, 20(4), 130–133. <https://doi.org/10.14710/gt.v20i4.29301>
- Triharso. (2014). *Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman* (kelima). Universitas Gadjra Mada Press.
- Yosmaniar, Y., Supriyono, E., & Sutrisno, S. (2009). Toksisitas Letal Moluskisida Niklosamida Pada Benih Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Riset Akuakultur*, 4(1), 85. <https://doi.org/10.15578/jra.4.1.2009.85-93>

BAB 10

GULMA

Oleh Bambang Hariyanto

10.1 Pendahuluan

Terdapat beberapa definisi dari gulma dan secara umum gulma didefinisikan sebagai:

1. Tanaman yang tumbuh ditempat yang tidak diinginkan.
2. Tanaman yang belum diketahui manfaatnya.
3. Tanaman yang tumbuh tidak pada tempatnya dan tidak sengaja disemai.
4. Tanaman yang kompetitif, merusak dan mengganggu aktivitas manusia.

Berdasarkan definisi gulma diatas, gulma merupakan tanaman yang tidak diinginkan secara kualitas melebihi dari keuntungan atau manfaatnya. Akibat adanya berbagai aktivitas manusia menyebabkan terjadinya masalah dan salah satunya adalah masalah tentang gulma. Meskipun telah dilakukan manipulasi pada alam untuk kepentingan yang bermanfaat bagi manusia contohnya melakukan pengendalian gulma tertentu yang merugikan dan dapat mengganggu pertumbuhan dan produksi tanaman akan tetapi hal ini dapat menyebabkan tumbuhnya gulma lain yang berdampak negatif karena gulma ini dapat tumbuh subur pada kondisi lingkungan yang cocok untuk pertumbuhannya.

Dalam program pemuliaan tanaman melibatkan aktivitas dari manusia dan alam. Dalam hal ini terdapat perbedaan diantara kedua hal tersebut dimana manusia melakukan pemuliaan tanaman dengan tujuan untuk mendapatkan hasil

dan kualitas estetika dari tanaman yang dihasilkan melalui pemuliaan sementara alam memperbanyak tanaman untuk mempertahankan hidupnya dan salah satunya adalah gulma.

10.2 Asal Usul Gulma

Tanaman gulma dapat ditemukan diseluruh dunia. Semua jenis gulma ini umumnya tidak ditemukan disetiap wilayah. Gulma dapat menyebar dengan cepat ke daerah yang awalnya tidak ditemukan jenis gulma yang sama. Di Negara Amerika contohnya sekitar 60% jenis gulma berasal dari luar (impor) sedangkan 40% merupakan gulma asli dari Amerika. Gulma yang bukan asli berasal dari suatu wilayah dapat berkembang dan menyebar secara meluas serta dapat menggantikan populasi alami tanaman asli di wilayah tersebut. Hal ini terjadi karena gulma mempunyai kemampuan untuk beradaptasi pada wilayah baru yang ditempati.

10.3 Karakteristik Gulma

Jumlah spesies tanaman yang ada didunia sekitar 250.000 dan sekitar 8000 spesies atau 3% dari spesies tanaman ini adalah gulma. Sekitar 200-250 spesies dari 8.000 spesies gulma ini merupakan masalah utama pada sistem budidaya tanaman. Secara umum tumbuhan dapat dikatakan sebagai gulma jika memiliki ciri atau karakteristik tertentu yang menyebabkan adanya perbedaan dengan jenis tumbuhan lainnya. Adapun karakteristik atau ciri dari gulma adalah:

1. Pertumbuhan populasi yang cepat.

Umumnya tanaman yang dibudidayakan dapat menghasilkan ratusan biji pertanaman sedangkan pada gulma dapat memproduksi sampai ratusan ribu biji pertanaman. Oleh karena umumnya gulma menyimpan benih di dalam tanah jika tidak dilakukan pengendalian

maka menyebabkan jumlah benih menjadi meningkat. Meskipun ditemukannya benih gulma ada yang tidak dapat hidup, rusak setelah disimpan dalam jangka waktu lama, dimakan serangga atau hewan akan tetapi masih terdapat banyak benih gulma yang dapat berkecambah dan hidup.

2. Produksi benih gulma dalam jumlah yang banyak.

Gulma umumnya dapat berkecambah dan tumbuh dengan cepat dan dapat menghasilkan benih gulma meskipun dalam kondisi tanah dan lingkungan yang tidak cocok. Populasi gulma dapat tumbuh dan berkembang relatif cepat jika dalam kondisi yang ideal dan pada kondisi ini dapat mengganggu atau menghambat tanaman jika tidak dilakukan pengendalian.

3. Memiliki kelangsungan hidup yang panjang dari benih yang terkubur di dalam tanah.

Pada umumnya tanaman mengalami penurunan vigor dan viabilitasnya jika disimpan dalam waktu yang lama dan terjadi rusak pada benih jika tidak segera ditanam. Berbeda halnya dengan gulma, pada kondisi lingkungan yang cocok benih gulma yang berada didalam tanah dalam jumlah banyak dapat bertahan hidup sampai 40 tahun. Biji gulma yang berdaun lebar yang memiliki biji yang lebih keras memiliki daya tahan hidup lebih lama dibandingkan biji gulma berumput.

4. Adanya struktur reproduktif vegetatif.

Perkembangbiakan gulma dapat melalui dua cara yaitu melalui biji (generatif) dan vegetatif. Pada perbanyakan vegetatif, gulma memiliki struktur vegetatif yang khusus yang dapat digunakan untuk bereproduksi dan mempertahankan hidupnya. Struktur vegetatif pada gulma ini mengandung cadangan makanan dan gula (karbohidrat) dan memiliki tunas tempat tumbuhnya tanaman baru. Adapun struktur atau bagian vegetatif untuk

perkembangbiakan dari gulma ini adalah stolon, rhizome, umbi atau rimpang dan akar.

5. Adanya dormansi pada benih gulma.

Dormansi merupakan fase istirahat atau adanya faktor-faktor tertentu yang menyebabkan benih gulma tidak berkecambah. Dormansi ini merupakan suatu cara yang dilakukan untuk bertahan hidup pada gulma dalam kondisi yang tidak menguntungkan bagi gulma untuk berkecambah. Adanya faktor dari kelembaban, suhu, kandungan oksigen, kandungan bahan kimia yang menjadi penghambat pertumbuhan kecambah, cahaya, tingkat kematangan embrio dan kulit biji yang keras merupakan faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya dormansi. Sebagai contoh benih gulma pada saat musim panas umumnya di musim gugur tidak berkecambah untuk mencegah adanya kematian gulma pada musim dingin yang memiliki cuaca dingin.

6. Kemampuan beradaptasi untuk menyebar (berkembangbiak).

Gulma memiliki kemampuan untuk mempercepat penyebaran benihnya melalui mekanisme tertentu. Pada jenis gulma tertentu yang memiliki polong dapat pecah pada saat masak dan dapat menyebar. Benih gulma dapat menyebar dengan perantara burung atau hewan melalui kotorannya, benih tanaman, jerami, pakan biji-bijian, mulsa dan pupuk kandang serta adanya aktivitas dari manusia seperti adanya transportasi dan perjalanan barang dari suatu daerah (antar pulau atau negara) juga dapat mempercepat penyebaran benih gulma.

7. Kemampuan untuk tumbuh dan menempati area yang tidak digunakan (tergangu).

Salah satu kelebihan gulma adalah dapat tumbuh dan berkembang pada kondisi yang tidak cocok atau ideal. Pada kondisi yang ideal lingkungannya benih gulma dapat

berkecambah dan berkembang dengan cepat jika tidak dikendalikan. Pada area yang tidak digunakan (terganggu) atau dimanfaatkan gulma ini akan muncul dan tumbuh pertama kali dan pada saat kondisi lingkungan yang ideal dapat berkompetisi dengan tanaman yang dibudidayakan.

10.4 Klasifikasi Gulma

10.4.1. Annual, Biennial dan Perennial

Secara umum terdapat tiga kategori utama pengelompokan gulma berdasarkan siklus hidupnya (berapa lama gulma dapat hidup) yaitu:

1. Annual.

Gulma annual dibagi menjadi dua yaitu annual musim panas dan annual musim dingin. Jenis gulma annual musim panas ini mulai berkecambah pada musim semi lalu matang dan menghasilkan biji kemudian mati dalam satu musim tanam contohnya daun beludru dan krokot. Gulma annual musim dingin mulai berkecambah di akhir musim panas atau musim gugur kemudian matang dan menghasilkan benih dan selanjutnya mati pada musim semi atau musim gugur berikutnya.

2. Biennial.

Gulma jenis biennial ini tumbuh dari biji selama musim tanam dan menghasilkan roset daun yang dekat dengan permukaan tanah pada tahun pertama, selanjutnya berbunga, masak (mature) dan mati pada tahun kedua contohnya tanaman wortel liar.

3. Perennial.

Gulma perennial dapat hidup lebih dari dua tahun dan dibagi menjadi dua yaitu sederhana dan merambat. Gulma perennial sederhana (simple perennial) yang membentuk akar tunggang yang dalam dan menyebar contohnya dandelion, sedangkan gulma perennial yang merambat

dapat berupa tanaman berkayu dan jenis herba yang dapat menyebar melalui biji maupun organ vegetatif.

10.4.2. Habitat

Berdasarkan habitat atau tempat tumbuhnya gulma terdiri dari:

1. Gulma parasitik.
2. Gulma akuatik.
3. Gulma terrestrial.
4. Gulma pertanian.
5. Gulma dilahan yang dibudidayakan.
6. Gulma di daerah (tepi) sungai.
7. Gulma di tanah berumput dan padang rumput.
8. Gulma yang tumbuh di kebun.
9. Gulma yang tumbuh ditempat penyimpanan ternak

10.4.3. Sistem Manajemen Penggunaan Lahan

Pada sistem manajemen penggunaan lahan yang berhubungan dengan tanaman yang dibudidayakan terdapat beberapa jenis gulma yaitu:

1. Gulma padang rumput.
2. Gulma sayuran.
3. Gulma pada tanaman dan viticulture.
4. Gulma akuatik.
5. Gulma yang tumbuh di hutan.
6. Gulma tanah berumput.

10.4.4. Pertumbuhan, Struktur jaringan, Herbaseus dan Berkayu

Klasifikasi gulma berdasarkan sifat atau kebiasaan pertumbuhan (*growth habit*) contohnya adalah gulma pada tanaman rumput, herbs, pepohonan, semak belukar, memanjat atau merambat. Berdasarkan struktur jaringannya, jenis gulma

ini terdiri dari stolon, rosette, rizome, akar, umbi lapis (*bulb*), umbi batang (*tuber*) dan umbi palsu (*corms*). Klasifikasi gulma berdasarkan tanaman herbaceous contohnya ryegrass sedangkan untuk tanaman berkayu contohnya dedalu atau gandarusa (*willow*).

10.5 Gulma pada Monokotiledon dan Dikotiledon

Gulma pada tanaman kelas monokotiledon sebanyak 54 spesies dalam 20 famili sedangkan pada tanaman kelas dikotiledon terdiri dari 197 spesies dalam 20 famili. Adapun jenis gulma tersebut disajikan pada Tabel 9.1. Dibawah ini.

Tabel 10.1. Gulma pada tanaman kelas monokotiledon dan dikotiledon.

Kelas	Famili	Spesies
Monokotiledon	1. Alismataceae	<i>Sagittaria trifolia</i> Linn., <i>Alisma orientale</i> (Sam.) Juzep.
	2. Araceae	<i>Sagittaria pygmaea</i> Miq. <i>Amorphophallus konjac</i> K.Koch. <i>Arisaema heterophyllum</i> Blume. <i>Pistia stratiotes</i> Linn.
	3. Commelinaceae	<i>Lemna minor</i> Linn. <i>Arisaema erubescens</i> (Wall.) Schott. <i>Pinellia pedatisecta</i> Schott.
	4. Asparagaceae	<i>Spirodela polyrhiza</i> (Linn.) Schleid. <i>Pinellia ternata</i>

Kelas	Famili	Spesies
		(Thunb.) Breit. <i>Commelina bengalensis</i> Linn. <i>Murdannia triquetra</i> (Wall. ex C.B.Clarke) Bruckn.
	5. Liliaceae	
	6. Marantaceae	<i>Commelina communis</i> Linn.
	7. Asphodelaceae	
	8. Typhaceae	<i>Tradescantia ohiensis</i> Raf.
	9. Acoraceae	<i>Tradescantia pallida</i> (Rose) D.R.Hunt.
	10. Juncaceae	<i>Liriope muscari</i> (Decne.) L.H.Bailey.
	11. Smilacaceae	<i>Barnardia japonica</i> (Thunb.) Schult. et Schult. f.
	12. Iridaceae	<i>Chlorophytum comosum</i> (Thunb.) Jacques.
	13. Nartheciaceae.	<i>Polygonatum cyrtonema</i> Hua.
	14. Dioscoreaceae	<i>Liriope spicata</i> Lour. <i>Reineckea carnea</i> (Andr.) Kunth,
		<i>Polygonatum sibiricum</i> F.Delaroche.
	15. Orchidaceae	<i>Ophiopogon japonicus</i> (Thunb.) Ker Gawl.
	16. Hydrocharitaceae	
	17. Zingiberaceae	
	18. Pontederiaceae	<i>Lilium brownii</i> F.E.Brown ex Miellez.
	19. Potamogetonaceae	
	20. Amaryllidaceae	

Kelas	Famili	Spesies
		<i>Thalia dealbata</i> Fraser ex Roscoe. <i>Hemerocallis fulva</i> (Linn.) Linn. <i>Typha angustifolia</i> Linn. <i>Typha orientalis</i> Presl. <i>Acorus gramineus</i> Soland. <i>Juncus setchuensis</i> Buch. <i>Juncus effusus</i> Linn. <i>Juncus alatus</i> Franch. et Sav. <i>Smilax glabra</i> Roxb. <i>Smilax china</i> Linn. <i>Sisyrinchium</i> <i>rosulatum</i> Bickn. <i>Aletris spicata</i> (Thunb.) Franch. <i>Dioscorea polystachya</i> Turcz. <i>Dioscorea bulbifera</i> Linn. <i>Dioscorea japonica</i> Thunb. <i>Spiranthes sinensis</i> (Pers.) Ames. <i>Hydrilla verticillata</i> (Linn. f.) Royle. <i>Hydrocharis dubia</i>

Kelas	Famili	Spesies
		(Bl.) Backer. <i>Vallisneria natans</i> (Lour.) Hara. <i>Hedychium</i> <i>coronarium</i> Koen. <i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms. <i>Monochoria vaginalis</i> (Burm. f.) Presl ex Kunth. <i>Pontederia</i> <i>cordata</i> Linn. <i>Potamogeton crispus</i> Linn. <i>Allium macrostemon</i> Bunge. <i>Lycoris radiata</i> (L' Her.) Herb. <i>Zephyranthes candida</i> (Lindl.) Herb. <i>Lycoris sprengeri</i> Comes ex Baker. <i>Tulbaghia violacea</i> Harv.
Dikotiledon	1. Apocynaceae 2. Lamiaceae	<i>Metaplexis japonica</i> (Thunb.) Makino. <i>Trachelospermum</i> <i>jasminoides</i> (Lindl.) Lem. <i>Cynanchum chinense</i> R. Br. <i>Scutellaria indica</i> Linn.

Kelas	Famili	Spesies
		<i>Leonurus japonicus</i> Houttuyn. <i>Stachys japonica</i> Miq. <i>Clinopodium confine</i> (Hance) O. Ktze. <i>Lycopus lucidus</i> Turcz. <i>Elsholtzia splendens</i> Nakai ex F.Maekawa. <i>Caryopteris incana</i> (Thunb. ex Hout.) Miq. <i>Glechoma longituba</i> (Nakai) Kupr. <i>Leonurus artemisia</i> (Lour.) S.Y.Wu var. <i>albiflorus</i> (Migo) S.Y.Wu. <i>Salvia plebeia</i> R. Br. <i>Clinopodium chinense</i> (Benth.) O. Ktze. 3. Linderniaceae <i>Perilla frutescens</i> (Linn.) Britt. 4. Rubiaceae <i>Vitex negundo</i> Linn. var. <i>cannabifolia</i> (Sieb. et Zucc.) Hand. –Mazz. <i>Prunella vulgaris</i> Linn. <i>Lamium barbatum</i> Sieb. et Zucc. <i>Clinopodium gracile</i>

Kelas	Famili	Spesies
	5. Asteraceae	(Benth.) Matsum. <i>Mentha canadensis</i> Linn. <i>Elsholtzia argyi</i> Lévl. <i>Ajuga decumbens</i> Thunb. <i>Phlomis umbrosa</i> Turcz. <i>Salvia japonica</i> Thunb. <i>Clinopodium</i> <i>urticifolium</i> (Hance) C.Y.Wu et Hsuan ex H.W.Li. <i>Lamium amplexicaule</i> Linn. <i>Mosla scabra</i> (Thunb.) C.Y.Wu et H.W.Li. <i>Lindernia crustacea</i> (Linn.) F. Muell. <i>Lindernia</i> <i>procumbens</i> (Krock.) Philcox. <i>Lindernia antipoda</i> (Linn.) Alston. <i>Hedyotis diffusa</i> Willd. <i>Galium aparine</i> var. <i>tenerum</i> (Gren. et Godr.) Rehb. <i>Paederia scandens</i> (Lour.) Merr.

Kelas	Famili	Spesies
		<i>Hedyotis chrysotricha</i> (Palib.) Merr. <i>Galium bungei</i> Steud. <i>Paederia cavaleriei</i> Lévl. <i>Galium bungei</i> Steud. var. <i>trachyspermum</i> (A. Gray) Cuf. <i>Paederia scandens</i> (Lour.) Merr. var. <i>tomentosa</i> (Bl.) Hand. -Mazz. <i>Rubia cordifolia</i> Linn. <i>Heteropappus</i> <i>arenarius</i> Kitam. <i>Erigeron</i> <i>philadelphicus</i> Linn. <i>Xanthium chinense</i> Mill. <i>Rudbeckia hirta</i> Linn. <i>Bidens alba</i> (Linn.) DC. <i>Centipeda minima</i> (Linn.) A. Br. et Aschers. <i>Artemisia lactiflora</i> Wall. ex DC. <i>Senecio scandens</i> Buch. -Ham. ex D.Don. <i>Gnaphalium affine</i> D.Don.

Kelas	Famili	Spesies
		<i>Carpesium</i> <i>divaricatum</i> Sieb. et Zucc. <i>Pterocypsela laciniata</i> (Houtt.) Shih. <i>Ixeris japonica</i> (Burm.f.) Nakai. <i>Crepidiastrum</i> <i>denticulatum</i> (Houttuyn) Pak et Kawano. <i>Ageratum conyzoides</i> Linn. <i>Heteropappus</i> <i>hispidus</i> (Thunb.) Less. <i>Erigeron canadensis</i> (Linn.) Cronq. <i>Xanthium occidentale</i> Bertoloni. <i>Helianthus tuberosus</i> Linn. <i>Bidens biternata</i> (Lour.) Merr. et Sherff. <i>Soliva anthemifolia</i> (Juss.) R. Br. <i>Artemisia argyi</i> Levl. et Vant. <i>Sinosenecio</i> <i>oldhamianus</i> (Maxim.) B.Nord.
	6. Apiaceae Umbelliferae	atau
	7. Convolvulaceae	

Kelas	Famili	Spesies
		<i>Gnaphalium hypoleucum</i> DC. <i>Lapsanastrum apogonoides</i> (Maxim.) Pak et K.Bremer. <i>Pterocypsela formosana</i> (Maxim.) Shih. <i>Ixeris polycephala</i> Cass. <i>Artemisia scoparia</i> Waldst. et Kit. <i>Artemisia lavandulaefolia</i> DC. <i>Cirsium japonicum</i> Fisch. ex DC. <i>Gnaphalium pennsylvanicum</i> Willd. <i>Taraxacum mongolicum</i> Hand. - Mazz. <i>Lactuca serriola</i> Linn. <i>Ixeris chinensis</i> (Thunb.) Kitagawa. <i>Artemisia annua</i> Linn. <i>Crassocephalum crepidioides</i> (Benth.) S.Moore. <i>Cirsium maackii</i> Maxim. <i>Inula japonica</i> Thunb.
	8. Solanaceae	
	9. Mazaceae	
	10. Caprifoliaceae	
	11. Primulaceae.	

Kelas	Famili	Spesies
		<i>Sonchus asper</i> (Linn.) Hill.
		<i>Paraprenanthes pilipes</i> (Miq.) Shih.
		<i>Crepidiastrum sonchifolium</i> (Maximowicz) Pak et Kawano.
12.	Boraginaceae	<i>Artemisia anomala</i> S.Moore.
13.	Scrophulariaceae	<i>Emilia sonchifolia</i> (Linn.) DC.
14.	Plantaginaceae.	<i>Cirsium setosum</i> (Willd.) MB.
		<i>Carpesium cernuum</i> Linn.
		<i>Lactuca indica</i> Linn.
		<i>Youngia erythrocarpa</i> (Vant.) Babc. et Stebb.
		<i>Hemistepta lyrata</i> (Bunge) Bunge.
		<i>Sonchus oleraceus</i> Linn.
15.	Campanulaceae	<i>Carpesium abrotanoides</i> Linn.
16.	Buddlejaceae	<i>Youngia japonica</i> (Linn.) DC.
17.	Verbenaceae	<i>Syneilesis aconitifolia</i> (Bunge) Maxim.
		<i>Artemisia anomala</i> S.Moore var.

Kelas	Famili	Spesies
	18. Orobanchaceae	<i>tomentella</i> Hand.-
	19. Acanthaceae	Mazz. <i>Ageratum</i> <i>houstonianum</i> Mill.
	20. Cucurbitaceae	<i>Kalimeris indica</i> (Linn.) Sch.Bip. <i>Erigeron bonariensis</i> (Linn.) Cronq. <i>Ambrosia</i> <i>artemisiifolia</i> Linn. <i>Bidens pilosa</i> Linn. <i>Conyza sumatrensis</i> (Retz.) E.Walker. <i>Coreopsis lanceolata</i> Linn. <i>Galinsoga parviflora</i> Cav. <i>Siegesbeckia</i> <i>pubescens</i> Makino. <i>Bidens</i> <i>maximowicziana</i> Oett. <i>Bidens frondosa</i> Linn. <i>Chrysanthemum</i> <i>indicum</i> Linn. <i>Sheareria nana</i> S.Moore. <i>Bidens tripartita</i> Linn. <i>Bidens bipinnata</i> Linn. <i>Xanthium strumarium</i> Linn. <i>Siegesbeckia</i>

Kelas	Famili	Spesies
		<i>orientalis</i> Linn. <i>Erigeron annuus</i> (Linn.) Pers. <i>Eclipta prostrata</i> (Linn.) Linn. <i>Eupatorium</i> <i>japonicum</i> Thunb. <i>Symphyotrichum</i> <i>subulatum</i> (Michx.) G.L.Nesom. <i>Solidago</i> <i>canadensis</i> Linn. <i>Symphyotrichum</i> <i>ageratoides</i> Turcz. <i>Dichrocephala</i> <i>auriculata</i> (Thunb.) Druce. <i>Torilis scabra</i> (Thunb.) DC. <i>Cyclopermum</i> <i>leptophyllum</i> (Pers.) Sprague ex Britton et P.Wilson. <i>Cnidium monnieri</i> (Linn.) Cuss. <i>Centella asiatica</i> (Linn.) Urban. <i>Angelica polymorpha</i> Maxim. <i>Coriandrum sativum</i> Linn. <i>Cryptotaenia japonica</i>

Kelas	Famili	Spesies
		Hassk. <i>Torilis japonica</i> (Houtt.) DC. <i>Oenanthe javanica</i> (Blume.) DC. <i>Daucus carota</i> Linn. <i>Glehnia littoralis</i> Fr. Schmidt ex Miq. <i>Dichondra micrantha</i> Urban. <i>Ipomoea aquatica</i> Forsk. <i>Ipomoea quamoclit</i> Linn. <i>Ipomoea lacunosa</i> Linn. <i>Ipomoea triloba</i> Linn. <i>Ipomoea nil</i> (Linn.) Roth. <i>Ipomoea hederifolia</i> Linn. <i>Ipomoea purpurea</i> (Linn.) Roth. <i>Cuscuta japonica</i> Choisy. <i>Calystegia hederacea</i> Wall. ex Roxb. <i>Porana racemosus</i> (Wallich) Sweet. <i>Cuscuta chinensis</i> Lam. <i>Merremia hederacea</i>

Kelas	Famili	Spesies
		(Burm.f.) Hall. f. <i>Calystegia sepium</i> (Linn.) R. Br. <i>Physalis angulata</i> Linn. <i>Solanum lyratum</i> Thunb. <i>Solanum torvum</i> Sw. <i>Solanum carolinense</i> Linn. <i>Solanum nigrum</i> Linn. <i>Solanum rostratum</i> Dunal. <i>Nicandra physalodes</i> (Linn.) Gaertn. <i>Datura stramonium</i> Linn. <i>Physalis pubescens</i> Linn. <i>Mazus caducifer</i> Hance. <i>Mazus miquelii</i> Makino. <i>Sambucus chinensis</i> Lindl. <i>Patrinia villosa</i> (Thunb.) Juss. <i>Lonicera japonica</i> Thunb. <i>Anagallis arvensis</i> Linn. <i>Lysimachia fortunei</i>

Kelas	Famili	Spesies
		Maxim. <i>Lysimachia candida</i> Lindl. <i>Primula merrilliana</i> Schltr. <i>Lysimachia christinae</i> Hance. <i>Lysimachia barystachys</i> Bunge. <i>Androsace umbellata</i> (Lour.) Merr. <i>Lysimachia congestiflora</i> Hamsl. <i>Anagallis arvensis</i> Linn. f. <i>coerulea</i> (Schreb.) Baumg. <i>Lysimachia parvifolia</i> Franch. ex Hemsl. <i>Bothriospermum zeylanicum</i> (J. Jacq.) Druce. <i>Lithospermum zollingeri</i> DC. <i>Trigonotis peduncularis</i> (Trev.) Benth. ex Baker et Moore. <i>Symphytum officinale</i> Linn. <i>Siphonostegia laeta</i> S. Moore. <i>Siphonostegia</i>

Kelas	Famili	Spesies
		<i>chinensis</i> Benth. <i>Plantago depressa</i> Willd. <i>Plantago major</i> Linn. <i>Plantago virginica</i> Linn. <i>Plantago asiatica</i> Linn. <i>Digitalis purpurea</i> Linn. <i>Veronica arvensis</i> Linn. <i>Veronica hederifolia</i> Linn. <i>Veronica peregrina</i> Linn. <i>Veronica persica</i> Poir. <i>Veronica undulata</i> Wall. <i>Veronica polita</i> Fr. <i>Lobelia chinensis</i> Lour. <i>Wahlenbergia marginata</i> (Thunb.) A. DC. <i>Buddleja lindleyana</i> Fort. <i>Verbena bipinnatifida</i> Nutt. <i>Verbena officinalis</i> Linn. <i>Verbena tenera</i>

Kelas	Famili	Spesies
		Spreng. <i>Verbena</i> <i>hybrida</i> Voss. <i>Lantana camara</i> Linn. <i>Rehmannia</i> <i>chingii</i> H.L.Li, <i>Rostellularia</i> <i>procumbens</i> (Linn.) Nees. <i>Hygrophila</i> <i>ringens</i> (Linn.) R. Br. ex Spreng. <i>Peristrophe</i> <i>japonica</i> (Thunb.) Bremek. <i>Actinostemma</i> <i>tenerum</i> Griff. <i>Gynostemma</i> <i>pentaphyllum</i> (Thunb.) Makino. <i>Thladiantha nudiflora</i> Hemsl. ex Forbes et Hemsl. <i>Zehneria</i> <i>indica</i> (Lour.) Keraudren.

Sumber: Xu and Chang, 2017.

10.6 Faktor yang Mempengaruhi Penyebaran Gulma

Gulma dapat mempengaruhi produksi tanaman, mempunyai kemampuan dalam mengkolonisasi suatu area dan dapat menyebar ke suatu wilayah. Gulma diketahui memiliki benih dalam jumlah banyak dan dapat menyebar melalui:

1. Udara.

Dengan adanya bantuan udara gulma dapat menyebar dengan cepat contohnya dandelion yang termasuk dalam family Asteraceae.

2. Manusia dan binatang.

- Beberapa jenis gulma dapat menyebar melalui manusia dengan melekat atau menempel pada pakaian.
- Benih gulma dan stolon dapat terbawa ikut ke dalam tanah.
- Perdagangan dan transportasi yang intensif berpotensi dapat menyebarkan benih gulma secara tidak langsung.
- Tempat nurseri yang mungkin terdapat benih gulma yang dapat menyebabkan terjadinya penyebaran gulma.
- Pengangkutan tanah dan material tanaman.
- Benih gulma yang ikut terbawa lewat mesin dan kendaraan.
- Alat dan mesin yang digunakan dapat membantu dalam penyebaran gulma.
- Burung yang makan benih gulma dapat menyebarkan gulma melalui kotoran dan menjatuhkannya.

3. Gulma dapat menyebar atau pindah melalui air yang mengalir, irigasi dan melalui banjir.

10.7 Permasalahan dan Keuntungan Gulma

Pertumbuhan dan perkembangan gulma yang tidak terkendali dapat menimbulkan beberapa masalah terutama dapat menurunkan produksi dan hasil tanaman. Adapun masalah yang disebabkan adanya gulma ini antara lain adalah:

1. Dapat menurunkan produksi tanaman yang menyebabkan terjadinya kompetisi dalam faktor cahaya, air, nutrisi tanaman, karbon dioksida dan jarak tanaman antara tanaman dengan gulma.
2. Mengurangi hasil tanaman.
3. Terbatasnya pengelolaan tanaman (rotasi tanaman) dan sistem praktek budidaya tanaman.
4. Gulma dapat memiliki duri dan batang berkayu yang dapat mengakibatkan iritasi dan lecet pada kulit, mulut dan kuku pada binatang ternak.
5. Terjadi kompetisi dengan gulma lain dan menggantikan spesies asli.
6. Dapat menjadi inang bagi penyakit pada tanaman serta tempat berlindung bagi serangga pada musim dingin.
7. Dapat menghasilkan zat kimia yang menyebabkan terjadinya toksid atau alergi pada tanaman, hewan dan manusia.
8. Dapat merusak area yang ditempati seperti peralatan, bangunan, area rekreasi dan tempat parkir.
9. Gulma dapat menjadi dominan dan tidak enak untuk dilihat.
10. Dapat menghalangi jarak pandang di areal jalan raya, mengganggu saluran atau jaringan publik seperti jaringan telepon dan listrik, menyebabkan adanya kebakaran lahan atau hutan serta dapat menghambat saluran air.
11. Kesulitan dalam pengendalian gulma dalam skala luas serta membutuhkan biaya dalam pengendalian gulma

untuk menghindari penurunan hasil dan produksi tanaman yang dibudidayakan.

Selain dapat menimbulkan masalah negatif yang disebabkan oleh adanya gulma, gulma ternyata dapat memberikan manfaat yang positif yaitu dalam hal:

1. Gulma dapat menyediakan sumber nektar bagi lebah dan spesies penyerbuk lainnya.
2. Dapat menstabilkan dan menambah bahan organik di dalam tanah.
3. Memiliki kualitas estetika.
4. Menyediakan makanan dan habitat bagi satwa liar.
5. Menciptakan lowongan pekerjaan dalam pengendalian gulma dilapangan.
6. Melindungi sumber daya genetik tanaman.
7. Menyediakan bahan untuk konsumsi dan untuk obat.
8. Menambah unsur nitrogen dalam tanah.
9. Sumber makanan bagi serangga yang bermanfaat dan menambah keragaman serangga yang bermanfaat.
10. Beberapa jenis gulma dapat menghasilkan eksudat yang bermanfaat.
11. Membantu mencegah drainase, memperbaiki struktur tanah dan menambah bahan organik dan nutrisi dari subsoil.

10.8 Manajemen Pengendalian Gulma

Pertumbuhan gulma yang tidak dikendalikan dapat menyebabkan terjadinya masalah yang dapat menurunkan produksi tanaman dan biaya yang besar untuk pengendaliannya. Beberapa cara dalam manajemen pengelolaan gulma yang dilakukan diantaranya adalah dengan melakukan perubahan dalam penerapan teknologi untuk mengendalikan gulma secara terus menerus dan melakukan

pergantian atau rotasi tanaman. Penggunaan tanaman cover crop, tanpa olah tanah dan pemanfaatan bahan organik dalam sistem budidaya merupakan upaya yang dilakukan dalam pengendalian lingkungan tumbuh gulma. Pemanfaatan herbisida yang digunakan dengan dosis yang rendah, bioteknologi yang menghasilkan tanaman GMO (genetically modified crops) dan penggunaan software komputer untuk pengembangan model untuk memprediksi gulma dan perkembangan tanaman serta penggunaan pemetaan gulma (weed mapping) dan GPS yang membantu dalam penggunaan aplikasi herbisida pada gulma yang lebih spesifik pada tingkat dosis herbisida yang berbeda.

Oleh karena gulma dapat tumbuh di banyak tempat atau area maka diperlukan beberapa cara untuk mengendalikannya. Pengendalian gulma ini umumnya dilakukan dengan cara pencegahan dan kultural, biologi, mekanik dan kimia. Dalam melakukan perencanaan pengendalian gulma membutuhkan waktu dan peralatan, karakteristik lahan, tanaman yang dibudidayakan serta jenis gulma yang tumbuh.

10.8.1 Manajemen Pengendalian Gulma Secara Integrasi

Pada tanaman yang berproduksi (dibudidayakan), gulma yang tumbuh dan dikendalikan selama tahapan ini tidak akan mempengaruhi hasil akhir tanaman (3 sampai 4 minggu setelah tanam). Akan tetapi jika gulma tidak dikendalikan selama 4-6 minggu setelah bertunas akan menyebabkan masalah pada waktu panen dan menurunkan kualitas hasil. Oleh karena gulma dapat mengurangi hasil dan kualitas hasil tanaman dilapang maka perlu dilakukan pengendalian gulma untuk mendapatkan hasil yang maksimum yang dapat dilakukan pengendaliannya dengan mempertimbangkan beberapa faktor seperti jenis gulma yang tumbuh, kondisi

cuaca, vigor dari tanaman yang dibudidayakan serta biaya herbisida yang dikeluarkan untuk pengendalian gulma.

10.8.2 Kultural

Manajemen budidaya tanaman dan kultural merupakan salah satu cara yang dilakukan untuk mengendalikan gulma dengan cara terjadinya kompetisi. Beberapa contoh dari penerapan aplikasi kultural untuk pengendalian gulma antara lain adalah:

1. Pemilihan varietas tanaman yang akan dibudidayakan sesuai dengan kondisi lingkungan.
2. Melakukan tes rekomendasi tanah untuk pemberian pupuk dan kapur.
3. Adanya informasi tentang panduan diarea atau tempat tumbuhnya gulma, hama dan penyakit secara regular serta pengendaliannya.
4. Melakukan penyiangan secara tepat pada gulma yang tumbuh.
5. Jumlah populasi tanaman yang tepat pada saat budidaya tanaman.
6. Penggunaan tanaman cover crop dan rotasi tanaman.
7. Pengomposan dan pemanfaatan gulma untuk pakan ternak dapat menurunkan viabilitas dari benih gulma.
8. Penggunaan mulsa untuk mengendalikan pertumbuhan gulma.

10.8.3 Pencegahan

Salah satu cara mengendalikan gulma adalah dengan cara mencegah (*prevention*) terjadinya penyebaran gulma. Cara mencegah penyebaran gulma ini biasanya lebih mudah dilakukan jika dibandingkan mengontrol penyebaran gulma. Cara mencegah penyebaran gulma ini dapat dilakukan dengan cara:

1. Membersihkan lahan yang akan ditanam.
2. Membersihkan lahan dengan menyiangi benih dan organ vegetatif gulma.
3. Membuat tanaman menjadi bersih tidak ada gulma atau rumput.
4. Melakukan controlling gulma yang tumbuh di area pertanaman.
5. Mencari tempat atau area yang memungkinkan untuk gulma tumbuh dan melakukan pengendalian sebelum menyebar luas ketempat lain.

10.8.4 Identifikasi Gulma

Identifikasi gulma merupakan tahap penting dalam manajemen pengendalian gulma. Identifikasi gulma ini dilakukan dengan cara melihat atau mencari secara langsung jenis gulma yang tumbuh dilapangan. Identifikasi gulma dilapangan ini diperlukan untuk mengevaluasi pemakaian herbisida yang akan digunakan dan menentukan penggunaan alat untuk mengolah tanah, sistem budidaya yang akan digunakan serta herbisida yang digunakan setelah berkecambah. Tingkat keberhasilan pemakaian herbisida dalam mengendalikan gulma ini tergantung dari jenis spesies gulma yang tumbuh, kondisi cuaca, fase pertumbuhan dan cara pemberian herbisida.

10.8.5 Pemanfaatan Cover Crop untuk Mengendalikan Gulma

Tanaman cover crop dapat digunakan sebagai salah satu cara untuk pengendalian gulma karena tanaman ini dapat berperan sebagai penahan air dan tanah serta mempertahankan ketersediaan nutrisi. Adapun beberapa faktor yang dapat menekan pertumbuhan dari gulma, yaitu:

1. Kesuburan tanah.

Tanah yang subur diperlukan bagi tanaman cover crop dalam berkompetisi dengan gulma. Beberapa jenis tanaman cover crop dapat menyediakan unsur nitrogen dan memperbaiki pH tanah contohnya jenis legume.

2. Pemilihan jenis cover crop sesuai dengan tujuan yang diinginkan.

Pemilihan jenis tanaman cover crop yang sesuai sangat diperlukan untuk menekan pertumbuhan gulma contohnya dengan menggunakan cover crop yang dapat tumbuh cepat menutupi tanah, melindungi tanah dari erosi hujan serta sekaligus dapat menyediakan unsur hara tambahan dan memperbaiki kesuburan tanah.

3. Waktu penanaman cover crop.

Penentuan waktu cover crop untuk ditanam diperlukan untuk memperoleh hasil biomassa cover crop yang lebih banyak, cover crop tumbuh lebih cepat serta jenis cover crop yang ditanam disesuaikan dengan tujuan yang ingin dicapai.

4. Manajemen budidaya tanaman cover crop.

Manajemen dalam penggunaan benih tanaman cover crop dapat berpengaruh dalam menekan pertumbuhan gulma. Penanaman cover crop dengan jumlah benih yang lebih banyak dan jarak tanam yang rapat dapat menurunkan jumlah gulma yang tumbuh,

10.8.6 Biologi

Manajemen budidaya tanaman secara biologi merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengendalikan gulma pada tanaman dalam jangka panjang. Cara ini dapat dilakukan dengan menggunakan organisme hidup seperti penyakit, ternak dan insek. Penggunaan cara pengendalian gulma ini secara biologi dapat dilakukan melalui program pengelolaan gulma secara integrasi. Pengendalian secara

biologi ini selain dapat menekan pertumbuhan gulma juga dapat mengurangi penggunaan herbisida.

10.8.7 Mekanik atau Pisikal

Manajemen budidaya tanaman dengan cara mekanik atau pisikal untuk mengendalikan pertumbuhan gulma dilakukan dengan cara mencabut gulma menggunakan tangan secara manual, memotong gulma, membajak, mengolah dan menggali tanah. Jika pengendalian gulma sudah dilakukan dengan menggunakan herbisida maka pengendalian secara mekanik tidak perlu dilakukan lagi karena dapat menyebabkan kerusakan dan erosi pada tanah jika sering dilakukan secara berulang kali.

10.8.8 Kimia

Penggunaan bahan kimia dalam mengendalikan gulma dilakukan dengan menggunakan herbisida. Herbisida yang digunakan untuk mematikan gulma tanaman, digunakan sesuai dengan jenis gulma yang tumbuh, ekonomi dan efektif mengendalikan gulma. Pemanfaatan herbisida ini juga mengurangi pengolahan tanah dan erosi akan tetapi penggunaan herbisida ini juga memberikan dampak negatif bagi ekologi, lingkungan dan berpengaruh terhadap kesehatan manusia.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahoon, C. W, et al. 2018. *Introduction to Weeds and Weed Management*. Weed Control in Field Crops. 372 ps.
- Kerruish, R. M. & Unger, P. W. 2010. *Plant Protection 1: Pests, Disease and Weeds 4th edition*. RootRot Press - ACT 22 Lynch Street, Hughes, ACT, Australia. 484 p.
- Xu, Z. & Chang, L. 2017. *Identification and Control of Common Weeds: Volume 3*. Zhejiang University Press, Hangzhou and Springer Nature Singapore Pte Ltd. 944 p.

BAB 11

PROSPEK DAN TANTANGAN PERLINDUNGAN TANAMAN

Oleh Muhammad Aksan

11.1 Pendahuluan

Perlindungan atau proteksi tanaman (*crop protection*) merupakan salah satu komponen pengendalian hama dan penyakit tanaman yang cukup krusial dalam pengelolaan pertanian produksi. Dari segi prospek perlindungan tanaman, perlindungan tanaman secara terpadu (PHT) berpotensi menjadi rujukan yang ideal untuk tujuan pertanian berkelanjutan. Dalam pengelolaan perlindungan tanaman tidak hanya memiliki prospek berupa manfaat dan strategi, namun juga berbagai tantangan dan permasalahan yang butuh analisis serta penyelesaian yang strategis (tepat guna). Prospek dan tantangan yang dihadapi pelaku pertanian, ataupun pemecahan masalah teoritis praktis bagi mahasiswa dan akademisi dianggap penting untuk dikaji. Oleh sebab itu sub-bab buku ini akan berfokus pada pokok pembahasan mengenai potensi dan prospek perlindungan tanaman, beserta tantangan yang dihadapi saat ini.

11.2 Prospek perlindungan tanaman

11.2.1 Utilisasi Bioteknologi

Bioteknologi merupakan salah satu prospek dalam pengendalian tanaman yang cukup terbukti berhasil dalam pengendalian hama dan penyakit. Secara general bioteknologi terbagi dua yakni konvensional maupun modern. Sudah banyak produk dan teknologi bioteknologi yang kemungkinan besar telah kita ketahui. Secara konvensional, bioteknologi dimanfaatkan dalam pembuatan produk akhir seperti pada pemanfaatan jamur/ragi dalam proses pembuatan tape, pemanfaatan bio-fermentator untuk pembuatan POC (pupuk organik cair) dan lain sebagainya. Namun dalam kaitannya dengan proteksi tanaman, ternyata bioteknologi sederhana sekalipun dapat digunakan sebagai pengendali organisme pengganggu tanaman. Contoh produk bioteknologi sederhana seperti biopestisida, bioherbisida, bionematisida, biofungisida, dan biokontrol dari mikroorganisme berpotensi dijadikan sebagai pengendali hama yang berasaskan keberkelanjutan dan ramah lingkungan. Selain itu, beberapa bioteknologi modern seperti rekayasa genetika, biopestisida dengan metode nanoteknologi modern turut pula mengambil andil dalam pengendalian hama penyakit di era saat ini.

Di beberapa kondisi bioteknologi modern, cukup menguntungkan dan dianggap efektif diterapkan dalam pengendalian hama dan penyakit. Beberapa teknik kultur jaringan yang dapat diterapkan untuk mengatasi berbagai penyakit diantaranya (Kristamtini, 2005);

- a. **Kultur meristem**; berupa kultur dengan memanfaatkan bagian ujung pucuk (apeks). Bagian ini bebas dari virus dan penyakit.
- b. **Kultur sel**; bagian ini dapat diperoleh dari kalus atau eksplan. Kultur ini dapat direkayasa genetiknya sehingga lebih tahan cekaman termasuk penyakit

- c. **Kultur kalus;** metode ini mampu menghasilkan kekebalan (resistensi) terhadap penyakit. Kultur kalus ini melibatkan induksi cekaman terus-menerus yang mampu menghasilkan tanaman baru karena terjadi variasi genetika (somaklonal)
- d. **Isolasi mutan;** metode kultur ini sebenarnya memanfaatkan tanaman hasil regenerasi dari kultur kalus, jaringan sel/protoplasma, yang tidak berguna dan memiliki sifat dapat digunakan.
- e. **Kultur anther;** kultur ini juga merupakan kultur jaringan dari anther (kepala sari) guna memproduksi tanaman haploid yang memiliki siklus hibridisasi yang pendek. Pada akhirnya tanaman dari kultur ini lebih tahan penyakit.
- f. **Penyelamatan embrio;** teknik kultur yang memanfaatkan embrio belum matang, guna menghindari kendala persilangan interspesifik (persilangan kerabat jauh)
- g. **Rekayasa genetika;** yakni usaha memindahkan DNA gen dari satu spesies tanaman ke spesies tanaman lainnya baik kerabat dekat maupun jauh. Rekayasa genetika dapat juga bersumber dari organisme lain jamur, bakteri, ataupun virus. Gen diekspresikan di organisme penerima. Rekayasa genetika memiliki dua langkah utama; 1) kloning gen, dan 2) transfer gen ke tanaman

Kultur jaringan sebagai salah satu produk bioteknologi modern, mampu menghasilkan perbanyakan tanaman yang tahan virus, Parmessur *et al.*, (2002) telah membuktikan bahwa kalus kultur in vitro mampu membunuh virus penyakit kuning hingga 100% dan 64 % pada kultur meristem apikal. Bioteknologi modern lainnya yang berpotensi mengeliminasi hama dan penyakit yakni produk berbasis nanoteknologi

seperti nanopartikel. Ukuran nanomaterial yakni 1 per milyar nanometer, bentuk kecil ini membuat sifatnya berbeda dari komposit atau molekul tunggalnya (Li *et al.*, 2012). Sifat tersebut membuat nanopartikel sangat efektif digunakan di segala lahan, karena memiliki permukaan yang luas terhadap rasio volume, memiliki afinitas yang kuat terhadap target misalnya protein (Phata, 2010). Silver nanopartikel (Ag NPs) dengan ukuran 20- 50 nm yang diekstrak dari *T. Indicum* memiliki potensi prospek pengelolaan hama M. Separata di masa yang akan datang (Buhroo *et al.*, 2017).

11.2.2 Konservasi musuh alami

Musuh alami sangat prospektif dimanfaatkan dalam penanganan hama penyakit tanaman (perlindungan tanaman). Salah satu langkah yang bisa diterapkan adalah dengan sistem konservasi musuh alami yakni memberikan dukungan lingkungan yang baik terhadap musuh alami sehingga level populasi serangga hama dapat ditekan (Sunarto, 2008).

Pemanfaatan musuh alami dalam perlindungan tanaman dapat berupa predator (pemangsa), patogen, parasitoid, patogen serangga seperti jamur, virus, bakteri, dan nematoda, sedangkan dari golongan vertebrata seperti; mamalia, burung, dan ikan amfibi. Namun parasitoid dan predator lebih dominan dalam mereduksi populasi hama (Maesyaroh, 2016). Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan pangan dunia, pertanian mengalami intensifikasi. Tentu saja hal ini memberikan ancaman akan punahnya musuh alami, oleh karena itu perlu dilakukan tindakan konservasi terhadap musuh alami hama. Musuh alami adalah penyeimbang ekosistem (Ibrahim and Senoaji, 2022). Menurut Sengonca (1998) guna mengoptimalkan konservasi musuh alami maka dapat dilakukan langkah sebagai berikut ;

- Habitat harus dipastikan menjamin ketersediaan makanan, inang/mangsa, dan pendukung abiotik lainnya
- Meminimalisir gangguan secara fisik pada lingkungan, misalnya pengelolaan lahan seperti pembajakan secara berlebihan (*deep plowing*)
- Manajemen diversitas (keragaman) vegetasi perlu dijaga
- Penerapan polikultur seperti tumpang sari, tanaman sisip, dan lain sebagainya
- Penanaman *cover crops* (tanaman penutup tanah). *Cover crop* dapat menciptakan rumah mikro habitat bagi musuh alami hama.

11.2.3 Pengembangan biopestisida dan biokontrol

Penggunaan pestisida kimiawi meskipun memiliki efikasi atau daya bunuh yang tinggi, namun dianggap kurang prospektif dalam pengendalian hama dan penyakit dewasa ini. Oleh karena itu biopestida (*biopesticide*) menjadi pilihan yang sangat disarankan. Biopestisida merupakan pestisida yang berbahan dasar bahan alami baik berupa tumbuhan, hewan, dan mikroba, dapat juga berupa feromon serangga sebagai komponen pengendali hama dalam pengendalian hama terpadu (Kumar and Singh, 2015).

Biopestisida dapat bersumber dari bahan nabati yang bahan utamanya juga merupakan bahan pangan, misalnya penggunaan bawang putih, bawang merah sebagai pengendali hama. Meskipun cukup terbukti mampu mengendalikan hama; seperti pada penelitian Sabaruddin (2021) dosis ekstrak bawang putih (*Allium sativa* L.) sebanyak 240 gram / liter mampu menekan serangan ulat grayak (*Spodoptera litura*) pada tanaman cabai (*Capsicum annum* L.) metode ini bertentangan dengan prinsip ketahanan pangan. Dalam

penelitian yang lain Nurhayati, dkk (2008), membuktikan bahwa rumpang-rumpangan seperti kunyit juga dapat digunakan sebagai pengendali jamur, atau sebagai biofungisida, dalam penelitian tersebut terbukti bahwa ekstrak kunyit menghambat propagasi jamur *A. Porri Ellis*.

Ada juga sumber pestisida nabati dari tanaman non-pangan (*non-edible*) seperti jenis rumput-rumputan, teki-tekian, semak dan lain sebagainya. Sumber pestisida nabati ini cukup prospektif mengingat sesuai dengan SDGs (*Sustainable Development Goals*), ketahanan pangan adalah salah satu prioritas utama. Biopestisida dari gulma misalnya tentu sangat disarankan karena memanfaatkan tumbuhan liar yang sudah dipastikan lebih ramah lingkungan dan sejalan dengan prinsip dasar SDGs.

Biokontrol sebagai salah satu tahapan perlindungan tanaman sudah banyak memberikan dampak positif terhadap ekosistem alami hama. Biokontrol merupakan bentuk pengendalian OPT dengan menggunakan organisme hidup dapat berupa predator, musuh alami, patogen entomopatogenik seperti jenis nematoda Entomopatogenik seperti pada spesies nematoda *Heterorhabditis s.p* dan *Steinernema s.p* yang dapat menekan perkembangan fase larva kumbang pada tanaman palem misalnya kelapa, kelapa sawit dan lain-lain (Asril dkk, 2022). Ada juga yang menamai biokontrol dengan agensia hayati, tapi apapun namanya bentuk pengendalian secara biologis ini sangat prospektif dalam konservasi lingkungan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Contoh penggunaan agensia hayati dalam pengendalian OPT yakni menggunakan musuh alami yang memiliki sifat antagonis (Papavizas, 1985) yang disebut biokontrol yakni *Trichoderma* yang dapat memproduksi enzim mikolitik, dapat

mendegradasi sel dari inang. Pada dasarnya *Trichoderma* memproduksi enzim selulase, glukonase, kitinase, yang juga mendegradasi dinding sel *Phytophthora* spp. dan kitinase serta glukon pada *Rhizoctonia solani*.

11.2.4 Implementasi pertanian presisi

Pertanian saat ini sudah mengarah ke pertanian di *Era Society 5.0* dimana pertanian secara umum telah menggunakan teknologi canggih dan modern dengan prinsip otomatisasi dengan pemanfaatan teknologi informasi. Kegiatan perlindungan tanaman dengan sistem pertanian presisi menjadikan kegiatan perlindungan tanaman lebih efektif karena menarget hama sasaran tanpa membunuh musuh alami. Selain itu adanya sistem presisi pada pengendalian hama misalnya penyempurnaan pestisida relatif tetap dosis dan tetap sasaran pada area tertentu. Menurut Boheeman (2022) pertanian berbasis presisi merupakan bingkai konsep yang didefinisikan sebagai bentuk keselarasan antara kebutuhan tanaman dan hewan dalam ruang (lahan) dan waktu yang mempertimbangkan aspek ekonomi dan batasan-batasan sosial, serta memperhatikan aspek lingkungan. Sebagai tambahan, dalam perlindungan tanaman, dosis yang digunakan akan disesuaikan dengan kebutuhan secara sangat presisi. Dalam definisi yang serupa (Sondakh dkk, 2021) menyatakan bahwa pertanian presisi merupakan konsep manajemen yang berdasarkan observasi (pengamatan), pengukuran (*measurement*), dan respon pada variabilitas pada tanaman. Selain itu ada tiga kategori aplikasi presisi dalam proteksi/perlindungan tanaman yakni;

1. Aplikasi berbagai tingkat (dosis) sesuai kebutuhan
2. Aplikasi semprot (*spraying*) pada spot tertentu
3. Aplikasi gabungan antara penerapan aplikasi ragam tingkat dan aplikasi sesuai kebutuhan

Beberapa contoh tools dan sistem perangkat yang berpotensi dipadukan dengan PHT dengan teknologi modern diantaranya; pemanfaatan GPS (*Global Positioning Systems*) dan GIS (*Geographical Information Systems*) yang dapat diintegrasikan dengan I.o.T (*Internet of Things*); Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) dan Wireless Sensor Networks (WSNs), Variabel Rate Technology (VRT) atau citra satelit untuk aplikasi penyemprot, seeder dan lainnya, Remote Sensing (SR) dan Precision Farming (PF). Teknologi yang telah disebutkan tersebut merupakan teknologi modern yang bisa diintegrasikan untuk praktek perlindungan tanaman. Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Ratnawati dan Setiadi (2019) dengan pemanfaatan IoT (*Internet of Things*) bernama Techno-pest control dengan setting frekuensi 40 kHz yang dikontrol dari smartphone. Hasil penelitian membuktikan bahwa pada jarak 3 m dari sumber gelombang suara mampu membunuh wereng dan belalang dalam waktu 8 jam sedangkan pada jarak 6 m, hama wereng dan belalang mengalami mortalitas lebih lama yakni 13 jam. Model pemanfaatan teknologi internet ini dianggap lebih ramah lingkungan lantaran tidak perlu menggunakan bahan input yang secara tidak langsung mampu menurunkan biaya produksi pertanian, sekaligus ramah terhadap lingkungan.

Penelitian Yusianto (2021) berhasil menggunakan mode sensor berupa motion sensor untuk mengendalikan populasi hama wereng cokelat, dan terbukti mampu menurunkan hama tersebut hingga 75 % tanpa menggunakan pestisida.

11.3 Tantangan perlindungan tanaman

11.3.1 Perubahan iklim

Iklim merupakan salah satu tantangan abiotik dari lingkungan yang berpotensi dan bahkan terbukti menghambat kegiatan perlindungan tanaman. Beberapa kondisi abnormal

yang bisa disebabkan karena perubahan iklim pada OPT diantaranya adanya invasif OPT dengan distribusi yang tinggi, pertumbuhan progeni sangat cepat dan singkat, yang dibarengi oleh derajat toleransi lingkungan yang juga cukup tinggi (Diyasti and Wulandari Amalia, 2021). Lebih lanjut iklim berdampak secara sistemik yang berkaitan dengan terjadinya peningkatan kadar CO₂ yang berpengaruh terhadap laju fotosintesis tanaman. Pada puncak proses fotosintesis, dibutuhkan unsur hara nitrogen yang cukup tinggi yang turut membuat tanaman semakin subur. Tanaman subur terbukti memicu tingkat konsumsi biomassa OPT. OPT yang memiliki ketersediaan unsur hara yang cukup menyebabkan perkembangan OPT secara masif. Bentuk nyata dampak tersebut yakni adanya perubahan penyebaran di lokus tertentu, progeni dan propagasi meningkat, musim perkembangan lebih lama, dan juga adanya perubahan interaksi OPT dan inangnya (Md. Mahmudul Alam, 2012).

11.3.2 Residu kimia anorganik

Pengendalian OPT dengan bahan kimia anorganik dalam perlindungan tanaman dapat menimbulkan residu yang berbahaya bagi organisme lain seperti musnahnya hama musuh alami, serta manusia dan lingkungan. Hal ini merupakan tantangan yang menjadi konstrain penerapan perlindungan tanaman. Residu yang membahayakan bagi serangga hama dengan pemakaian pestisida berlebihan, dapat menyebabkan musnahnya musuh alami (Asril dkk, 2022). Selain itu residu yang terakumulasi dalam jaringan tanaman daun, buah dan bunga selanjutnya termakan oleh manusia dapat menyebabkan keracunan hingga resiko kematian (Oktavia, Moelyaningrum and Pujiati, 2015).

Di lingkungan residu juga akan terakumulasi, seperti pada tanah, air yang selanjutnya akan diserap oleh tanaman

saat proses absorpsi nutrisi tanaman di daerah rhizosfer (perakaran). Dalam sebuah penelitian oleh Bhandari *et al.*, (2020) menemukan bahwa residue pestisida umumnya ditemukan pada areal top soil di Nepal, dan > 60 % terkontaminasi dengan residu pestisida. Tentu saja kondisi ini cukup membahayakan bagi lingkungan yang secara tidak langsung berdampak terhadap kesehatan manusia.

11.3.3 Polemik kebijakan proteksi tanaman

Implementasi kebijakan pada perlindungan tanaman memegang peranan sangat krusial. Di negara maju, tampaknya regulasi yang mengatur aktifitas perlindungan tanaman dilakukan dengan baik, namun kontras yang terjadi pada negara berkembang, termasuk Indonesia, dan negara Asia lainnya. Sebagai contoh regulasi pemakaian pestisida "illegal" cukup marak terjadi, yang secara nyata dilarang diperjual belikan di Amerika dan Eropa karena terbukti banyak mengandung residu yang berbahaya bagi manusia dan lingkungan, seperti *Tricyclazole*, *carbenda-zim*, *thiamethoxam* dan *achepate* pada tanaman padi (Kubiak-Hardiman *et al.*, 2022). Lebih lanjut, aturan perlindungan tanaman terutama perdagangan bebas antar negara, dianggap kurang menguntungkan secara sistem, selain karena ketidakseragaman yurisdiksi di setiap geografis di dunia, penetapan toksisitas suatu bahan kimia tertentu masih di zona abu (Gehen *et al.*, 2019)

DAFTAR PUSTAKA

- Asril, M. et al. (2022) *Pengelolaan Hama Terpadu*. Yayasan Kita Menulis.
- Bhandari, G. et al. (2020) 'Concentration and distribution of pesticide residues in soil: Non-dietary human health risk assessment', *Chemosphere*, 253(April), p. 126594. Available at:
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126594>.
- Boheeman, K. et al. (2022) 'Precision Agriculture and Crop Protection (Precisielandbouw en Gewasbescherming)', in.
- Buhroo, A.A. et al. (2017) 'Biogenic silver nanoparticles from *Trichodesma indicum* aqueous leaf extract against *Mythimna separata* and evaluation of its larvicidal efficacy', *Journal of Plant Protection Research*, 57(2), pp. 194–200. Available at: <https://doi.org/10.1515/jppr-2017-0026>.
- Diyasti, F. and Wulandari Amalia, A. (2021) 'Peran Perubahan Iklim terhadap Kemunculan OPT Baru', *AGROSCRIPT: Journal of Applied Agricultural Sciences*, 3(1), pp. 57–69. Available at:
<https://doi.org/10.36423/agroscript.v3i1.780>.
- Gehen, S. et al. (2019) 'Challenges and Opportunities in the Global Regulation of Crop Protection Products', *Organic Process Research and Development*, 23(10), pp. 2225–2233. Available at:
<https://doi.org/10.1021/acs.oprd.9b00284>.
- Ibrahim, E. and Senoaji, W. (2022) 'Keanekaragaman Hama dan Musuh Alami pada Ekosistem Sawah Tanpa Aplikasi Pestisida', *National Multidisciplinary Sciences*, 1(2), pp. 145–151. Available at:
<https://doi.org/10.32528/nms.v1i2.71>.

- Kristamtini (2005) 'Pemuliaan Tanaman Untuk Ketahanan Terhadap Penyakit Dengan Teknik Bioteknologi Plant Breeding To Disease Resistant With Biotechnology Technique', 7(1), pp. 22–28.
- Kubiak-Hardiman, P. *et al.* (2022) 'Identifying Gaps and Challenges in Global Pesticide Legislation that Impact the Protection of Consumer Health: Rice as a Case Study', *Exposure and Health* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12403-022-00508-x>.
- Kumar, S. and Singh, A. (2015) 'Biopesticides: Present Status and the Future Prospects', *Journal of Biofertilizers & Biopesticides*, 06(02). Available at: <https://doi.org/10.4172/jbfbp.1000e129>.
- Li, H. *et al.* (2012) 'Efficacy of nano-silver in alleviating bacteria-related blockage in cut rose cv. Movie Star stems', *Postharvest Biology and Technology*, 74, pp. 36–41. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2012.06.013>.
- Maesyaroh, S.S. (2016) 'Kelimpahan Serangga Yang Berpotensi Sebagai Hama Dan Musuh Alami Pada Agroekosistem Wortel Di Cikajang Kabupaten Garut', *Jagros: Jurnal Agroteknologi dan Sains (Journal of Agrotechnology Science)*, 1(1), p. 48. Available at: <https://doi.org/10.52434/jagros.v1i1.306>.
- Md. Mahmudul Alam (2012) 'Climate change adaptation policy in Malaysia: Issues for agricultural sector', *African Journal of Agricultural Research*, 7(9), pp. 1–11. Available at: <https://doi.org/10.5897/ajarx11.030>.

- Nurhayati, I., Syulasmi, A. and Hamdiyati, Y. (2008) 'Aktivitas Antifungi Ekstrak Kunyit (*Curcuma domestica* Val.) terhadap Pertumbuhan Jamur *Alternaria* Porri Ellis Secara In Vitro', *Biologi FPMIPA UPI*, pp. 1–9. Available at: http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR._PEND._BIOLOGI/196611031991012-YANTI_HAMDIYATI/makalah_seminar-Iroh-Ammi-Yanti-H.pdf.
- Oktavia, N.D., Moelyaningrum, A.D. and Pujiati, R.S. (2015) 'The Use of Pesticides and Residue Contents in Land and Watermelon (*Citrullus Vulgaris*, Schard) (A Study of Farmer Group "Subur Jaya" Mojosari Village, District of Puger, Jember Regency)', *Jurnal Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa*, pp. 1–9.
- Papavizas, G.C. (1985) 'TRICHODERMA AND GLIOCLADIUM: BIOLOGY, ECOLOGY, AND POTENTIAL FOR BIOCONTROL', *Phytopathology*, pp. 23–54.
- Parmessur, Y. *et al.* (2002) 'Sugarcane yellow leaf virus and sugarcane yellows phytoplasma: Elimination by tissue culture', *Plant Pathology*, 51(5), pp. 561–566. Available at: <https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.2002.00747.x>.
- Phata, J. (2010) 'N Anotechnology in a Gricultural D Iseases and', *Nanotechnology*, 2(4), pp. 83–92.
- Ratnawati, D. and Setiadi, B.R. (2019) 'Techno-Pest Control Berbasis IoT untuk Proteksi Tanaman Padi', *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 4(2), pp. 129–133. Available at: <https://doi.org/10.21831/dinamika.v4i2.27396>.

- Sabaruddin (2021) 'Application of Garlic (*Allium sativum* L) Vegetable Pesticides for Control of armyworm pests (*Spodoptera litura*) on chili plants (*Capsicum annum* L)', *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*, 3, pp. 121–126. Available at:
<http://e-journals.unmul.ac.id/index.php/agro/article/view/4819/pdf>.
- Sengonca, C. (1998) 'Conservation and enhancement of natural enemies in biological control', *Phytoparasitica*, 26(3), pp. 187–190. Available at:
<https://doi.org/10.1007/BF02981433>.
- Sondakh, J., Rembang, J.H.W. and Syahyuti, N. (2021) 'Karakteristik, Potensi Generasi Milenial Dan Perspektif Pengembangan Pertanian Presisi Di Indonesia', *Forum penelitian Agro Ekonomi*, 38(2), p. 155. Available at:
<https://doi.org/10.21082/fae.v38n2.2020.155-166>.
- Sunarto, N. dan D.A. (2008) 'Konservasi Musuh Alami Serangga Hama sebagai Kunci Keberhasilan PHT Kapas', *Perspektif*, 7(1), pp. 1–11.
- Yusianto, R. (2021) 'Pengendali Hama Otomatis Dengan Motion Sensor Untuk Mengendalikan Populasi Hama Wereng Coklat', *Researchgate.Net* [Preprint], (January 2016). Available at:
https://www.researchgate.net/profile/Rindra-Yusianto/publication/348444287_pengendali_hama_otomatis_dengan_motion_sensor_untuk_mengendalikan_populasi_hama_wereng_coklat/links/5fff82f9299bf1408893d168/pengendali-hama-otomatis-dengan-motion-sensor-untuk-men.

BIODATA PENULIS



Rissa Megavitry, S.Pd., M.Si.

Penulis lahir di Dili tanggal 28 November 1991 dan merupakan putri tunggal dari Alm. Bapak H. Sulaeman dan Ibu Hj. Suyah Masgutik. Penulis menyelesaikan S1 di Program Studi Pendidikan Biologi di Universitas Negeri Makassar pada tahun 2013. Lalu pada tahun 2015 menempuh Program Magister di Pascasarjana Universitas Hasanuddin pada konsentrasi Ilmu dan Teknologi Pangan. Saat ini penulis merupakan dosen tetap di Universitas Negeri Makassar pada program studi Pendidikan Kesejahteraan Keluarga sejak tahun 2019. Minat kajian utama riset penulis adalah bidang pendidikan, teknologi pangan, dan kuliner. Penulis dapat dihubungi melalui email rissamegavitry@gmail.com

BIODATA PENULIS



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

Dosen Jurusan Produksi Pertanian,
Politeknik Negeri Jember

Email: gallyndra.fatkhu@polije.ac.id

Penulis merupakan seorang dosen muda CPNS di Politeknik Negeri Jember, lahir di Surabaya pada tanggal 30 April 1996. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 pada program studi Agroekoteknologi Universitas Brawijaya dan S2 di program studi Patologi Tumbuhan, Universitas Brawijaya. Bidang keahlian penulis adalah fitopatologi, khususnya mikrobiologi pertanian dan mikroba bermanfaat. Pada beberapa tahun terakhir, penulis aktif melakukan penelitian, menjadi pembicara, kolaborasi dengan beberapa instansi dan juga mengembangkan bahan ajar, baik berupa publikasi artikel ilmiah, modul dan video pembelajaran melalui s.id/media-ajar-gallyndra.

BIODATA PENULIS



Sutiharni

Penulis lahir di Bandung 30 Juni 1961. Anak kedelapan dari 14 bersaudara. Lahir dari keluarga TNI (Angkatan Udara) dari alm. Bapak Mulyadi bin Sarjan dan almh. Ibu Fatima binti Santani. Menikah pada tanggal 01 Maret 1983 dengan Wahyoe Witjaksono. Dosen Universitas Papua; Alamat Perguruan Tinggi: Jalan Gunung Salju Amban Manokwari; Fakultas Pertanian Universitas Papua; Jurusan Budidaya Pertanian Prodi Agroteknologi; Pangkat/ Golongan: Pembina/IVa; S1: Agronomi Faperta UNCEN; S2: Ilmu Hama Tumbuhan Pascasarjana UGM; Pernah menempuh Program Doktorat di Program S3 Ilmu Pertanian Pasca Sarjana UGM, Ilmu yang Ditekuni: Ilmu Hama Tumbuhan.

Email: naningmulyadi@gmail.com, No. HP: 082238136454.

BIOGRAFI PENULIS



I Wayan Suanda

Penulis bernama I Wayan Suanda, lahir di Denpasar-Bali, 31 Desember 1965. Anak Pertama dari pasangan I Wayan Partana (Ayah) dan Ni Wayan Kempu (Ibu). Penulis Menikah dengan Ni Wayan Ratnadi dan dikarunia 2 orang anak (Putra dan Putri).

Penulis diangkat sebagai dosen PNS Kopertis Wilayah VIII (sekarang LLDikti Wilayah VIII) dipekerjakan (dpk) pada IKIP PGRI Bali (tahun 2020 berubah menjadi Universitas PGRI Mahadewa Indonesia, disingkat UPMI) dan pertamakali ditempatkan di Universitas Katolik Widya Mandira Kupang-NTT. Pendidikan Strata tiga (S3) diperoleh dari Program Studi Ilmu Pertanian, Konsentrasi Sumber Daya Hayati (SDH) Universitas Udayana, Strata dua (S2) Program Studi Bioteknologi Pertanian Universitas Udayana. Sedangkan pendidikan Strata satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi IKIP PGRI Bali dan Program Studi Hama dan Penyakit Tumbuhan (HPT) Universitas Mahasaraswati Denpasar.

Karir diawali sebagai Ketua Program Studi Pendidikan Biologi FPMIPA IKIP PGRI Bali (periode 1996-1999); Pembantu Dekan III (PD III) (periode 1999-2004); Ketua Program Studi Pendidikan Biologi (periode 2004-2011) dan Menjadi Dekan FPMIPA IKIP PGRI Bali (periode 2011-2015), kemudian diangkat sebagai Ketua Badan Penjamin Mutu (BPM) ditingkat lembaga dan sebagai Ketua PAK Jabfung PT UPMI Bali (2022-sekarang). Penulis juga aktif dalam beberapa Pengurus Organisasi di Luar Kampus. Penulis bertempat tinggal di Jalan Pulau Bungin Gang Safari No. 6 Denpasar-Bali (80222).

BIODATA PENULIS

Suskandini Ratih Darmawati

Dosen Program Studi Proteksi Tanaman Universitas Lampung,

Penulis merupakan lulusan dari S1 Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Institut Pertanian Bogor, S2 Fitopatologi Universitas Gadjah Mada, dan S3 Fitopatologi Institut Pertanian Bogor. Sejak 1987 hingga sekarang, penulis menjadi staf pengajar program studi Proteksi Tanaman Universitas Lampung, dan mengampu matakuliah bidang ilmu penyakit tumbuhan.

BIODATA PENULIS



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

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

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

BIODATA PENULIS



Rifni Nikmat Syarifuddin, S.P., M.Si

Dosen Program Studi Agroteknologi

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Muhammadiyah Sidenreng Rappang

Penulis lahir di Pinrang tanggal 27 Juli 1991. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidenreng Rappang. Menyelesaikan pendidikan S1 dan S2 pada Jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan. Penulis saat ini fokus pada penelitian dan menulis mengenai pengendalian alami serangga hama khususnya penggunaan pestisida nabati.

BIODATA PENULIS



Anna Fitriana, S.P.,M.Si

Ketua Program Studi Pengelolaan Perkebunan Kopi
Fakultas Pertanian Universitas Gajah Putih

Penulis lahir di Aceh Tengah 27 April 1990. Saat ini menjabat sebagai Ketua Program studi Pengelolaan Perkebunan Kopi, Fakultas Pertanian, Universitas Gajah Putih, Takengon, Aceh Tengah. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Agroteknologi dan melanjutkan S2 pada Jurusan Agroekoteknologi.

BIODATA PENULIS



Yonce Melyanus Killa, S.P., M.P.

Dosen Program Studi Agroteknologi
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Kristen Wira Wacana Sumba

Penulis lahir di Desa Otan, Kabupaten Kupang, NTT tanggal 14 Mei 1988. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Kristen Wira Wacana Sumba. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tanaman, Jurusan Budidaya Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Nusa Cendana tahun 2011 dan melanjutkan S2 pada Program Studi Magister Agroekoteknologi Fakultas Pertanian dan Bisnis Universitas Kristen Satya Wacana dan lulus pada tahun 2019. Penulis mulai menekuni bidang menulis baru pada 2022 dan buku chapter ini merupakan buku ke tiga yang ditulis. Selain itu penulis aktif menulis artikel yang dipublikasikan dan sebagai pemakalah dalam beberapa seminar internasional.

BIODATA PENULIS

Bambang Hariyanto

Staf Peneliti Budidaya Tanaman

Penulis lahir di Jambi tahun 1978. Penulis pada awalnya adalah peneliti tetap pada Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika Badan Litbang Pertanian Kementerian Pertanian Bidang Budidaya Tanaman dan sejak Juni 2022 menjadi peneliti di Pusat Riset Hortikultura dan Perkebunan Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN). Menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Agronomi di Universitas Jambi pada tahun 2002 dan S2 pada Program Agricultural Systems & Engineering di Asian Institute of Technology tahun 2019. Penulis menekuni bidang penelitian budidaya tanaman sejak tahun 2011.

BIODATA PENULIS



Muhammad Aksan, S.P., M.Sc.

Dosen Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Pertanian
Fakultas Keguruan & Ilmu Pendidikan,
Universitas Muhammadiyah Sidenreng Rappang

Penulis lahir di Kulo tanggal 6 Januari 1989. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Pertanian, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Sidenreng Rappang. Beliau menyelesaikan pendidikan S.1 pada Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan melanjutkan S2 pada Jurusan Biologi Pertanian, fokus pada Budidaya Pertanian dan Nematologi Lingkungan (Agro- and Environmental Nematology) di Ghent University, Belgia. Penulis menekuni bidang penulisan buku referensi dan jurnal terkait ilmu hama penyakit tanaman khususnya di daerah tropis, selain itu juga aktif melakukan riset, dan pengabdian masyarakat dalam bidang pertanian berkelanjutan dan pertanian berbasis ramah lingkungan. Buku yang pernah ditulis adalah Pengelolaan Hama Terpadu, pada kajian Mekanisme Keseimbangan Alami. Saat ini beliau juga aktif sebagai anggota Perhimpunan Fitopatologi Indonesia (PFI), dan berpengalaman menjadi pembicara di beberapa konferensi internasional tentang pertanian dan lingkungan.