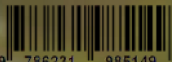




Press
Indonesia

ISBN 978-625-188-514-3



9 786231 985143

ILMU GULMA

PENULIS :

Sutiharni, Hasfiah, Inna Martha Romainum,
Ryan Budi Setiawan, Aulia Rahmawati, Sri Wahyuni,
Lusia Danga Lewu, Fina Dwimartina, Eko Agus
Martanto, Fahmy Rinanda Saputri



ILMU GULMA

**Sutiharni
Hasfiah
Inna Martha Romainum
Ryan Budi Setiawan
Aulia Rahmawati
Sri Wahyuni
Lusia Danga Lewu
Fina Dwimartina
Eko Agus Martanto
Fahmy Rinanda Saputri**



GETPRESS INDONESIA

ILMU GULMA

Penulis :

Sutiharni

Hasfiah

Inna Martha Romainum

Ryan Budi Setiawan

Aulia Rahmawati

Sri Wahyuni

Lusia Danga Lewu

Fina Dwimartina

Eko Agus Martanto

Fahmy Rinanda Saputri

ISBN : 978-623-198-514-9

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 : GETPRESS INDONESIA

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :

Jl. Palarik RT 01 RW 06 Kelurahan Air Pacah
Kecamatan Koto Tangah Padang Sumatera Barat

website: www.getpress.co.id

email: adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, Juli 2023

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

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayahNya, maka Penulisan Buku dengan judul Ilmu Gulma dapat diselesaikan dengan baik. Buku ini berisikan tentang ruang lingkup gulma, klasifikasi dan penyebaran gulma, biologi gulma, alelopati, dinamika populasi gulma, analisis vegetasi gulma, pengelolaan gulma, pengendalian gulma secara mekanik, pengendalian gulma secara kimia, serta fisiologi herbisida.

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, Juli 2023
Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
BAB 1 RUANG LINGKUP GULMA	1
1.1 Pengertian Gulma dan Ilmu Gulma	1
1.2 Sifat-sifat Karakteristik Gulma	4
1.3 Masalah yang ditimbulkan Gulma dan Kemungkinan Pemanfaatannya	7
DAFTAR PUSTAKA	11
BAB 2 KLASIFIKASI DAN PENYEBARAN GULMA	13
2.1 Pendahuluan	13
2.2 Klasifikasi Gulma	14
2.3 Penyebaran Gulma	19
DAFTAR PUSTAKA	21
BAB 3 BIOLOGI GULMA	23
3.1 Pendahuluan	23
3.2 Jenis Tanaman (Morfologi)	25
3.1.1 Golongan Rumput	26
3.1.2 Golongan Teki	26
3.1.3 Golongan Berdaun Lebar	27
3.3 Habitat	28
3.3 Siklus Hidup	29
3.4 Reproduksi Gulma	31
3.4.1. Reproduksi Generatif	31
3.4.2. Reproduksi Vegetatif	33
3.5 Faktor Pertumbuhan Gulma	34
3.6 Penutup	36
DAFTAR PUSTAKA	37
BAB 4 ALELOPATI	39
4.1 Pendahuluan	39
4.2 Defensi Alelopati dan Alelokimia	40
4.3 Mekanisme Pelepasan Alelokimia	41
4.4 Mekanisme Yang Mendasari Alelopati	42
DAFTAR PUSTAKA	47
BAB 5 DINAMIKA POPULASI GULMA	49
5.1 Populasi Gulma	49
5.2 Dinamika Populasi Gulma	50
5.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Dinamika Populasi Gulma	52
DAFTAR PUSTAKA	54

BAB 6 ANALISIS VEGETASI GULMA	57
6.1 Pendahuluan	57
6.2 Analisis Vegetasi Melalui Metode Estimasi Visual	59
6.3 Analisis Vegetasi Melalui Metode Kuadrat	60
6.4 Analisis Vegetasi Melalui Metode Garis	61
6.5 Analisis Vegetasi Melalui Metode Titik	62
6.6 Pengambilan Sampling	63
6.7 Parameter dalam Analisis Vegetasi	66
DAFTAR PUSTAKA	71
BAB 7 PENGELOLAAN GULMA	73
7.1 Pengantar	73
7.2 Prinsip Dasar Pengelolaan Gulma	74
7.3 Pengelolaan Gulma	75
DAFTAR PUSTAKA	81
BAB 8 PENGENDALIAN GULMA SECARA MEKANIK	83
8.1 Pendahuluan	83
8.2 Kekurangan dan Kelebihan Pengendalian Gulma Secara Mekanik	84
8.3 Teknik Pengendalian Gulma Secara Mekanik	86
DAFTAR PUSTAKA	94
BAB 9 PENGENDALIAN GULMA SECARA KIMIA	97
9.1 Pendahuluan	97
9.2 Manfaat dan dampak negatif herbisida	98
9.3 Aplikasi herbisida	99
9.4 Penggolongan herbisida	100
9.5 Beberapa Contoh Produk Herbisida	104
DAFTAR PUSTAKA	107
BAB 10 FISILOGI HERBISIDA	109
10.1 Pendahuluan	109
10.2 Dasar-dasar Fisiologi Tanaman	111
10.2.1 Anatomi Tanaman	113
10.2.2 Proses Fisiologi Tanaman	114
10.2.3 Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman	116
10.2.4 Respon Tanaman terhadap Stres	117
10.3 Mekanisme Kerja Herbisida	119
10.3.1 Interaksi Herbisida dengan Target Biologis dalam Tanaman ...	119
10.3.2 Penghambatan Enzim dan Jalur Metabolik Penting	121
10.3.3 Efek Herbisida terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman	122
10.4 Klasifikasi dan Formulasi Herbisida	124
10.5 Absorpsi dan Translokasi Herbisida Klasifikasi dan Formulasi Herbisida	125
10.6 Selektivitas dan Interaksi Tanaman-Herbisida	128
10.6.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Selektivitas Herbisida	128

10.6.2 Interaksi Herbisida dengan Tanaman yang Diinginkan dan Gulma	133
10.6.3 Mekanisme Resistansi Tanaman terhadap Herbisida	134
10.7 Dosis dan Aplikasi Herbisida	136
10.8 Pengaruh Herbisida terhadap Tanaman dan Lingkungan.....	138
10.9 Perkembangan dan Arah Penelitian di Bidang Fisiologi Herbisida	141
DAFTAR PUSTAKA	144
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Pola Pertumbuhan dan perkembangan khusus gulma: (a). tumbuh melebar, (b). tumbuh memanjat, (c). tumbuh merumpun kuat, (d). berduri tajam, (e). berbuah yang dilapisi rambut gatal dan (f). berbunga untuk menghasilkan biji yang banyak	5
Gambar 1.2. Perlengkapan khusus biji/buah gulma: (a). untuk di terbangkan angin, (b). untuk menempel pada rambut ternak, (c). untuk menempel pada ternak dan pakaian, (d). untuk mengapung diudara dan air.....	6
Gambar 2.1 Gulma <i>Cynodon dactylon</i> L. (A.) <i>Eleusine indica</i> L. (B), <i>Paspalum conjugatum</i> (C), dan <i>Imperata cylindrica</i> L. (D)	15
Gambar 2.2 Gulma <i>Cyperus rotundus</i> L. (A.) <i>Cyperus kyllingia</i> Endl (B), <i>Cyperus iria</i> L. (C), <i>Scleria sumatrensis</i> Retz (D)	16
Gambar 2.3 Gulma <i>Eupatorium odoratum</i> L. (A), <i>Ageratum conyzoides</i> L. (B), <i>Commelina diffusa</i> Burm (C), <i>Typhonium trilobatum</i> L. (D), <i>Borreria leavis</i> (E), <i>Amaranthus gracills</i> Desf (F)	17
Gambar 3.1. Jenis gulma golongan rumput (<i>Imperata cylindrica</i> ; <i>Axonopus compressus</i>), golongan teki (<i>Cyperus rotundus</i> L.; <i>Cyperus mindorensis</i> (Steud.) Huygh) dan golongan berdaun lebar (<i>Amaranthus spinosus</i> ; <i>Oxalis corniculata</i> L.)	28
Gambar 3.3. Jenis gulma akuatik.....	29
Gambar 3.4. Biji dandelion	32
Gambar 4.1. Struktur beberapa alelokimia	41
Gambar 4.2. Mekanisme pelepasan alelokimia	42
Gambar 4.3. Peran mikroba dalam modulasi interaksi tanaman donor dan penerima.....	46
Gambar 6.1. Kurva species area	63
Gambar 6.2. (a) acak murni, (b) acak sistematis.....	64
Gambar 7.1. Gulma <i>Tithonia diversifolia</i>	75
Gambar 7.2. Gulma yang berpotensi sebagai tanaman obat	76
Gambar 7.3. Eceng gondok (<i>Eichhornia crassipes</i>) dan produk kerajinan tangan	77
Gambar 7.4. Gulma <i>Mimosa invisa</i>	77

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Golongan rumput dan teki..... 26

Tabel 3.2. Gulma berdasarkan siklus hidup..... 30

BAB 1

RUANG LINGKUP GULMA

Oleh Sutiharni

1.1 Pengertian Gulma dan Ilmu Gulma

Gulma merupakan tumbuhan yang tumbuh pada tempat yang tidak dikehendaki oleh manusia atau tumbuhan yang kegunaannya belum diketahui dan dapat menurunkan hasil produksi tanaman. (Tjitrosoedirdjo *et al.*, 1984). Dalam pertanian gulma merupakan tumbuhan yang memberikan dampak negative terhadap tanaman yang dibudidayakan baik secara langsung maupun tidak, mengganggu tanaman pokok pada masa pertumbuhan dan perkembangan hidup tanaman merupakan salah satu masalah penting yang dapat menurunkan produksi tanaman (Saitun *et al.*, 2020) Kajian pendapat Sembodo (2010), Pasaribu *et al.* (2017); Sitinjak *et al.* (2018) bahwa gulma merupakan tumbuhan yang memberikan dampak negatife bagi pertumbuhan tanaman budidaya, mengganggu atau merugikan kepentingan manusia dimana dampak yang ditimbulkan tersebut dapat berpengaruh langsung maupun tidak langsung sehingga manusia berusaha untuk mengendalikannya dan gulma yang berada di areal lahan pertanian akan terus berinteraksi dan berkompetisi dengan tanaman utama yang dapat menimbulkan kerugian secara perlahan.

Pada mulanya jenis tumbuhan sebagai gulma hanya terbatas pada lahan pertanian, dan definisi gulma pun sangat terbatas seperti: (1). gulma adalah tumbuhan yang tidak diketahui manusia baik identitas maupun manfaatnya pada lahan pertanian, (2). gulma adalah tumbuhan yang mempunyai pengaruh negatif baik langsung maupun tidak langsung terhadap

tanaman yang sedang dibudidayakan, serta (3). gulma adalah tumbuhan yang hidup di tempat yang tidak diinginkan dalam hal ini adalah di lahan pertanian. Pendapat Ngatimin dan Andi (2018), bahwa tumbuhan liar atau gulma mempunyai beberapa pengertian, yakni: a) jenis tumbuhan yang tumbuh di suatu tempat yang tidak dikehendaki keberadaannya dengan kata lain tumbuhan yang tumbuh tidak pada tempatnya; b) tumbuhan yang belum diketahui kegunaan atau manfaatnya, dan c) tumbuhan nonbudi daya yang mempunyai nilai negatif

Faisal *et al.* (2011) dan Moenandir (2010), menyatakan bahwa secara fisik gulma bersaing dengan tumbuhan dalam hal pemanfaatan ruang, cahaya dan secara kimiawi dalam hal pemanfaatan air, nutrisi, CO₂, gas-gas penting dalam proses alelopati. Persaingan terjadi bila unsur-unsur penunjang pertumbuhan tersebut tidak tersedia dalam jumlah yang cukup bagi keduanya. Kemampuan tanaman bersaing dengan gulma ditentukan oleh spesies gulma, kepadatan gulma, saat dan lama persaingan, cara budidaya dan varietas yang ditanam, serta tingkat kesuburan tanah. Gulma yang muncul atau berkecambah lebih dulu atau bersamaan dengan tanaman yang dikelola berakibat besar terhadap pertumbuhan dan hasil panen tanaman. Persaingan gulma pada awal pertumbuhan akan mengurangi kuantitas hasil panen, sedangkan persaingan dengan gulma menjelang panen berpengaruh besar terhadap kualitas hasil (Sukman dan Yakup, 2002). Menurut Hariyadi *et al.*, (2022) bahwa gulma berpengaruh kepada tanaman melalui persaingannya terhadap cahaya, nutrisi dan air. Selain itu gulma juga merugikan karena mengganggu operasi alat-alat pertanian dan sebagai inang hama dan penyakit. Dalam pandangan dan pendapat pihak lain, gulma dapat saja menguntungkan karena dapat sebagai penahan erosi pada tanah miring dan bergelombang serta sebagai penyumbang bahan organik tanah pada tanah miskin. Namun demikian, secara keseluruhan gulma

dapat dinyatakan sebagai organisme yang merugikan tanaman, baik dari segi kuantitas maupun kualitas

Adanya "konsep mengganggu" sifat mengganggu dari gulma dapat mengubah sikap manusia terhadap tanaman pertanian yang secara umum dianggap berguna tetapi dalam keadaan tertentu dianggap mengganggu. Istilah gulma yang lebih mendekati istilah organisme pengganggu tumbuhan yang digunakan dalam UU No. 12 Tahun 1992 tentang Sistem Budidaya Tanaman (kini telah diganti dengan UU No. 22 Tahun 2019 tentang Sistem Budidaya Pertanian Berkelanjutan) dan PP No. 6 Tahun 1995 tentang Perlindungan Tanaman, tetapi sekarang lebih umum digunakan istilah gulma. Namun karena definisi OPT dalam kedua peraturan perundang-undangan tersebut sangat umum maka gulma perlu didenisikan tersendiri secara umum, secara teknis pertanian, dan secara ekologis.

Secara *umum*, definisi gulma antara lain sebagai: (1). Jenis tumbuhan yang tidak menyenangkan bagi seseorang sehingga tidak diinginkan oleh orang yang bersangkutan, tetapi mungkin menyenangkan dan diinginkan oleh orang lain, (2). Tumbuhan yang pada dasarnya tumbuh pada tempat yang tidak dikehendaki dan tidak bernilai secara ekonomis, (3). Tumbuhan yang mengganggu pelaksanaan pengelolaan lahan pada waktu tertentu dengan berbagai cara. Secara *teknis pertanian*, definisi gulma sebagai: (1). setiap spesies tumbuhan yang tidak dikehendaki karena mengganggu kegiatan dan kesejahteraan manusia, (2). spesies tumbuhan atau vegetasi tertentu, tidak termasuk jamur, yang mengganggu tujuan atau kebutuhan manusia. Definisi gulma *secara ekologis* sebagai tumbuhan yang berasal dari lingkungan alami, sebagai tanggapan terhadap perubahan lingkungan yang terjadi secara buatan maupun alami, melalui proses evolusi dan terus berevolusi sebagai spesies yang mengganggu tanaman dan aktivitas bertani. Oleh karena gulma merupakan vegetasi khusus yang berhasil tumbuh dan berkembang pada ekosistem yang mengalami gangguan maka

gulma sebenarnya merupakan vegetasi perintis yang tumbuh dan berkembang untuk memulihkan ekosistem yang mengalami gangguan melalui proses alami yang dikenal sebagai suksesi ekologis.

Ada berbagai definisi yang menjelaskan tentang apa itu gulma yang diberikan oleh para ahli, yaitu (1) gulma adalah jenis tumbuhan yang tumbuh di tempat yang tidak dikehendaki. (2) gulma adalah tumbuhan yang tumbuh sendiri diantara tanaman yang sedang diusahakan. (3) gulma adalah tumbuhan yang belum diketahui kegunaannya serta dapat mengganggu kepentingan manusia. (4) gulma adalah tumbuhan yang berpengaruh negatif (Madkar, *et al*, 1986). Dari penjelasan di atas, kita dapat membuat definisi yang lebih umum tentang gulma yaitu gulma adalah semua jenis tumbuhan yang tumbuh dengan sendirinya di tempat yang sedang diusahakan orang, yang bersifat merugikan baik dalam bidang pertanian, transportasi maupun arena rekreasi atau kepariwisataan.

1.2 Sifat-sifat Karakteristik Gulma

Setiap jenis tumbuhan mempunyai karakteristik pertumbuhan, perkembangan, dan pemencaran sendiri-sendiri, bergantung pada jenisnya. Gulma merupakan jenis tumbuhan yang mempunyai karakteristik pertumbuhan, perkembangan, dan pemencaran khusus. Karakteristik khusus pertumbuhan, perkembangan, dan pemencaran tumbuhan yang memungkinkannya menjadi gulma mencakup (Umiyati dan Dedi, 2017):

1. Mampu berkecambah dan tumbuh dengan mentoleransi berbagai kondisi lingkungan alami maupun lingkungan binaan, mencakup kondisi fisik, kimia, hayati, maupun buatan manusia. Kondisi lingkungan fisik mencakup antara lain ruang tumbuh, sinar matahari, tekstur dan struktur tanah. kekeringan, dan banjir, kondisi lingkungan kimia

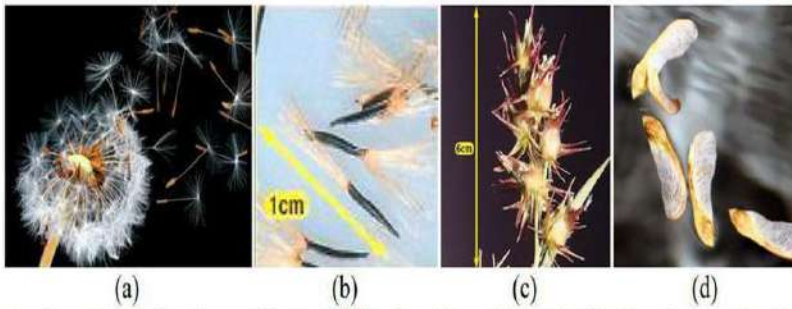
mencakup antara lain air, unsur hara, dan pH, kondisi hayati mencakup antara lain musuh alami, kondisi lingkungan buatan manusia mencakup antara lain teknik pembukaan lahan dan teknik budidaya.

2. Mampu tumbuh secara vegetatif dengan cepat disertai dengan adaptasi morfologi khusus yang memungkinkan gulma mengatasi pertumbuhan tanaman dan menghindarkan diri dari gangguan oleh organisme lain serta organ vegetatif untuk perkembangbiakan. Organ khusus yang untuk mengatasi pertumbuhan tanaman mencakup pola pertumbuhan memanjat dan berbagai jenis sulur yang diperlukan untuk itu, organ untuk menghindarkan diri dari gangguan mencakup berbagai jenis duri dan rambut yang menimbulkan iritasi, sedangkan organ perkembangbiakan vegetatif mencakup rimpang, stolon, umbi batang, umbi lapis, dan kecambah daun.
3. Mempunyai organ khusus atau cara khusus untuk bersaing dengan tanaman, misalnya dengan mempunyai perakaran yang dalam dan rapat, tumbuh membentuk rumpun yang besar, membentuk akar dari batang, membentuk tajuk dengan daun sangat lebat, menghasilkan senyawa kimia yang merugikan individu tumbuhan lain di sekitarnya.



Gambar 1.1. Pola Pertumbuhan dan perkembangan khusus gulma: (a). tumbuh melebar, (b). tumbuh memanjat, (c). tumbuh merumpun kuat, (d). berduri tajam, (e). berbuah yang dilapisi rambut gatal dan (f). berbunga untuk menghasilkan biji yang banyak. (Umiyati dan Dedi, 2017)

4. Menghasilkan biji dalam berbagai kondisi lingkungan dalam jumlah banyak dan dilengkapi dengan alat pencar khusus, baik pada buah maupun biji sendiri. Gulma dapat menghasilkan biji tanpa memerlukan kondisi lingkungan khusus sebagaimana halnya tanaman (misalnya fotoperiode) dan jumlah biji yang dihasilkan pada umumnya sangat banyak. Biji juga dilengkapi dengan organ khusus untuk menemprol, melayang di udara, mengapung di air, dimakan satwa liar, dan sebagainya, yang memungkinkannya dapat memencar dalam jarak yang jauh.



Gambar 1.2. Perlengkapan khusus biji/buah gulma: (a). untuk diterbangkan angin, (b). untuk menempel pada rambut ternak, (c). untuk menempel pada ternak dan pakaian, (d). untuk mengapung diudara dan air. (Umiyati dan Dedi, 2017)

5. Mempunyai biji yang dapat bertahan lama dalam tanah dan memerlukan rangsangan tertentu untuk berkecambah. Biji gulma tetap mampu berkecambah dengan persentase yang tinggi meskipun berada dalam tanah dalam waktu yang sangat lama, sedangkan biji tanaman akan hilang kemampuan berkecambahnya setelah biji disimpan beberapa lama. Perkecambahan biji gulma dikendalikan melalui mekanisme internal yang disebut dormansi yang memerlukan rangsangan tertentu untuk mematahkannya.

1.3 Masalah yang ditimbulkan Gulma dan Kemungkinan Pemanfaatannya

Berbagai faktor lingkungan dapat mendorong tumbuhan menjadi gulma, yang terpenting di antaranya adalah:

1. Kekeringan berkepanjangan (*drought*) memungkinkan hanya jenis-jenis tumbuhan tertentu yang mempunyai perakaran dalam, organ penyimpanan di dalam tanah, atau menghasilkan biji yang dapat bertahan terhadap kekeringan yang dapat bertahan. Sementara itu, kekeringan memperlemah jenis-jenis tumbuhan lainnya yang tidak mempunyai organ khusus tersebut tidak mampu bertahan sehingga pada saat hujan turun, gulma menjadi pihak yang lebih diuntungkan.
2. Kebakaran (*wildfire*) mempengaruhi tumbuhan menjadi gulma melalui proses yang kompleks karena jenis-jenis tertentu peka terhadap kebakaran, sedangkan jenis-jenis lainnya justru memperoleh keuntungan dari kebakaran. Jenis-jenis yang tahan terhadap kebakaran mempunyai struktur morfologi batang yang khusus untuk tumbuh kembali dengan cepat setelah kebakaran, menghasilkan biji yang dapat tertimbun di lapisan tanah yang dalam, atau mempunyai struktur vegetatif khusus dalam tanah yang dapat bertahan dari kerusakan yang ditimbulkan oleh api. Spesies-spesies yang tahan terhadap kebakaran akan potensial menjadi gulma yang dominan.
3. Hujan lebat, banjir, erosi, dan tanah longsor dapat menyebarkan biji jenis-jenis gulma tertentu ke lokasi-lokasi yang sebelumnya belum terinfestasi oleh jenis-jenis gulma tersebut. Setelah hujan reda, banjir surut, erosi dan tanah longsor berhenti, akan tercipta wilayah terganggu (*disturbed areas*) dalam skala yang luas yang terbuka terhadap invasi spesies gulma dari luar.
4. Terbebas dari musuh alami (*escape form natural enemies*) karena menyebar ke luar daerah sebaran geografis alaminya.

Di wilayah yang baru gulma tersebut tidak mempunyai musuh alami yang dapat menekan pertumbuhan dan dinamika populasinya sehingga dengan mudah menguasai dan menjadi dominan.

Faktor manusia yang dapat mendorong jenis-jenis tumbuhan tertentu berkembang menjadi gulma di antaranya adalah:

1. Pembukaan lahan yang dilakukan secara kurang hati-hati akan menguntungkan perkembangan gulma karena menyediakan tempat kosong untuk ditumbuhi oleh jenis-jenis tumbuhan yang mempunyai karakteristik menjadi gulma dan mengurangi kemampuan jenis-jenis tumbuhan yang telah ada sebelumnya untuk bersaing dan mengalahkan jenis-jenis tumbuhan yang menggulma.
2. Budidaya satu jenis tanaman semusim secara terus menerus memungkinkan biji gulma jenis-jenis tertentu, terutama jenis-jenis yang berkambah lambat, terakumulasi menjadi semakin dominan pada musim tanam serikutnya. Pergiliran tanaman dapat mengatasi terjadinya hal ini karena jenis tanaman yang berbeda akan mempunyai kemampuan yang berbeda untuk berkompetisi dengan gulma sehingga tidak memungkinkan seleksi ke arah jenis-jenis gulma tertentu.
3. Penggunaan herbisida dengan bahan aktif tertentu secara terus menerus akan mendorong jenis-jenis gulma tertentu menjadi resisten. Jumlah jenis gulma yang telah dilaporkannya menjadi resisten terhadap herbisida terus bertambah, sehingga penggunaan herbisida perlu dilakukan secara sangat hati-hati.
4. Penggunaan pestisida secara berlebihan untuk melakukan perlindungan tanaman dapat membunuh musuh alami gulma, terutama penggunaan insektisida yang akan membunuh serangga herbivor terhadap gulma.

5. Kurangnya perhatian masyarakat dan dukungan pemerintah memungkinkan gulma eksotik dapat masuk tanpa disadari dan berkembang menjadi dominan, apalagi bila pemerintah tidak mempunyai kebijakan yang jelas mengenai gulma seakan-akan menyerahkan permasalahan gulma sepenuhnya kepada petani sendiri untuk mengatasinya.

Dalam perkembangan ke depan, penelitian ilmu gulma kemungkinan akan berkembang menjadi dua kategori utama, yaitu ilmu gulma serta ilmu dan teknologi pengendalian gulma. Ilmu gulma memfokuskan diri pada mempelajari biologi dan ekologi gulma seperti mekanisme dormansi propagul gulma, produksi dan daya tahan lama biji gulma, genetika dan dinamika populasi gulma, persaingan gulma-tanaman, pergeseran populasi gulma, serta pemodelan sistem tanaman-gulma dan pengaruhnya terhadap produksi. Sementara itu, ilmu dan teknologi pengendalian gulma memfokuskan diri pada pengembangan herbisida, pengendalian hayati, tanaman penutup, dan cara pengendalian lain dengan menggunakan vegetasi. Perkembangan ilmu gulma ke depan, sebagaimana juga dengan perkembangan sampai pada saat ini, dimungkinkan karena dukungan perkembangan bidang-bidang ilmu lain, baik bidang ilmu di dalam rumpun ilmu-ilmu alam, maupun bidang ilmu di dalam rumpun ilmu-ilmu sosial dan humaniora.

Ilmu gulma yang perlu dipelajari mencakup ruang lingkup pokok bahasan utama sebagai berikut:

1. Permasalahan dan ekologi gulma, mencakup uraian pada pokok bahasan mengenai permasalahan gulma dan wawasan ilmu gulma dan pokok bahasan mengenai dasar-dasar ekologi gulma.
2. Pengenalan gulma dan habitatnya, mencakup uraian pada pokok bahasan mengenai biologi dan identifikasi gulma dan pokok bahasan mengenai permasalahan gulma pada berbagai tipe agroekosistem dan ekosistem alami.

3. Perlindungan tanaman terhadap gulma, mencakup uraian mengenai pokok bahasan perlindungan tanaman terhadap gulma dengan pokok bahasan mengenai tantangan perlindungan tanaman terhadap gulma di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Faisal R., Edy B.M.S., Nelly A. (2013). Inventarisasi gulma pada tegakan tanaman muda *Eucalyptus* spp. J. USU. 2(2):44-49
- Hariyadi Bambang Wicaksono, Sri Purwanti, Yeni Ika Pratiwi, Mahrus Ali, Agus Suryanto. (2022). Dasar-Dasar Agronomi. Perbit: Uwais Inspirasi Indonesia Ponorogo Jawa Timur. 146 hal.
- Madkar, O.R., T. Kuntohartono, S. Mangoensoekardjo. 1986. Masalah Gulma dan Pengendalian. Himpunan Ilmu Gulma Indonesia. Bogor.
- Moenandir, J. (2010). Ilmu Gulma. Universitas Brawijaya Press.
- Ngatimin Sri Nur Aminah dan Andi Ridwan, (2018). Mengenal Gulma: Tumbuhan Penguasa Daratan dan Perairan. Penerbit PT Leutika Nouvalitera. Yogyakarta. 62 hal.
- Paiman. (2020). Gulma tanaman pangan. Yogyakarta: UPY Press.
- Pasaribu R, Wicaksono.KP dan Tyasmoro.SY, (2017). Uji Lapangan Efikasi Herbisida Berbahan Aktif Ipa Glifosat 250 g.I-1 Terhadap Gulma Pada Budidaya Kelapa Sawit Belum Menghasilkan. Jurnal Produksi Tanaman,5(1): 108-115
- Saitun Elisabet Sartiana, Farida Hanum, I Dewa Nyoman Raka, (2020). Identifikasi Dan Analisis Populasi Gulma Pada Budidaya Tanaman Padi Organik Dan Non Organik. Jurnal AGRIMETA. VOL.10 (20): 13-17.
- Sembodo, D.R.J. (2010). Gulma dan Pengelolaannya. Yogyakarta (ID): Graha Ilmu.
- Sitinjak RR, Suratni Adan Salim NA, (2018). Keanekaragaman Tumbuhan Pada Perkebunan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Sekitar Pesisir Pantai Cermin Kabupaten Serdang Bedagai. Agropriamtech,1(2): 91 -99.
- Sukman, Y., Yakup, (2002). Gulma dan Teknik Pengendaliannya. Jakarta (ID): Raja Grafindo Persada. 160 hal.

- Tantra, A.W., E. Santosa, (2016). Manajemen Gulma di Kebun Kelapa Sawit Bangun Bandar: analisis vegetasi dan seedbank gulma. *Bul. Agrohorti* 4(2): 138-143.
- Tjitrosoedirdjo, S., Utomo, I, H., Wiroatmodjo, J, (1984). *Pengelolaan Gulma di Perkebunan*. Jakarta (ID): PT Gramedia
- Turyono (2020). *Jenis-Jenis Gulma dan Pengendaliannya di Perkebunan Kelapa Sawit*.
<https://www.tccilacap.com/2020/08/pengendalian-gulma-hama-dan-penyakit.html>
- Umiyati Umami dan Dedi Widayat, (2017). *Gulma dan Pengendaliannya*. Penerbit DEEPPUBLISH, Yogyakarta. 109 hal.

BAB 2

KLASIFIKASI DAN PENYEBARAN GULMA

Oleh Hasfiah

2.1 Pendahuluan

Gulma adalah tumbuhan yang keberadaannya tidak dikehendaki pada tanaman budidaya. Dalam prakteknya keberadaan gulma dapat menyebabkan kerugian atau menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman utama. Tanaman yang dibudidayakan pada lahan pertanian tidak terlepas dengan kehadiran gulma atau tanaman pengganggu.

Persaingan gulma dengan tanaman budidaya dapat menyebabkan kerugian secara ekonomi akibat penurunan produksi/hasil panen karena proses memperebutkan unsur hara yang dibutuhkan dalam pertumbuhan tanaman budidaya, seperti diketahui bahwa biaya pengendalian gulma seringkali lebih tinggi jika dibandingkan biaya pengendali hama dan penyakit pada tanaman. Olehnya itu sebelum pengendalian dilakukan terlebih dahulu mempelajari klasifikasi dan cara penyebaran gulma agar dapat menentukan upaya pengendalian yang efektif dan efisien (Syarifah, Apriani and Amallia, 2018).

Selain itu juga Sukman dan Yakup (2002) *dalam* (Ikbal and Munir, 2016) mengatakan bahwa pengetahuan mengenai aspek biologi, faktor yang mempengaruhi pertumbuhan, perkembangbiakan, penyebaran dan respon terhadap perubahan lingkungan serta pertumbuhan gulma pada kondisi lingkungan yang berbeda sangat penting untuk menentukan metode

pengendalian gulma. Keberhasilan dalam mengendalikan gulma harus dilandasi dengan pengetahuan yang cukup tentang gulma, seperti: a) melakukan identifikasi, b) dengan kajian pustaka, dan c) bertanya pada pakar atau ahli gulma.

2.2 Klasifikasi Gulma

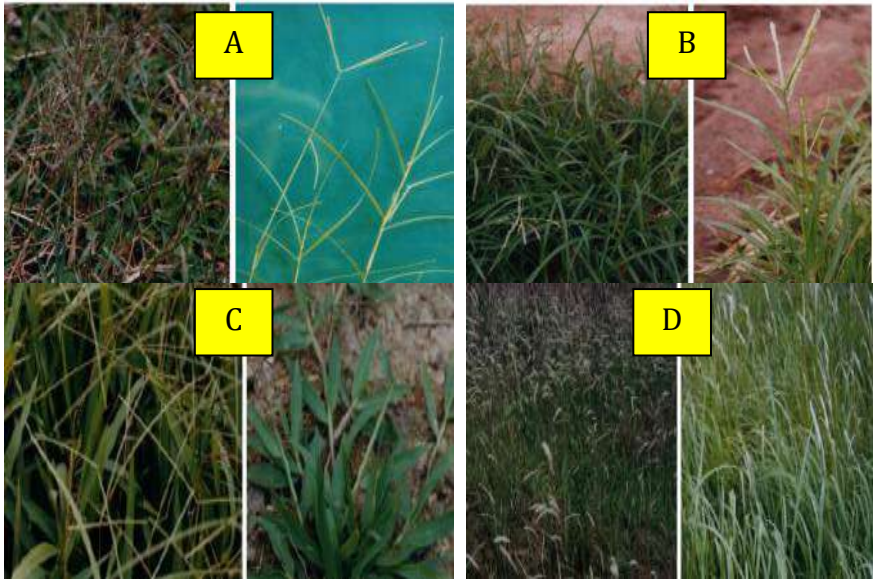
Klasifikasi gulma dapat dibedakan berdasarkan sifat-sifat morfologi dan botaninya, siklus hidup, dan habitat (tempat tumbuhnya) (Pertanian, 2019) yaitu:

a. Klasifikasi Gulma Berdasarkan Morfologi dan Botani

Klasifikasi gulma berdasarkan morfologi dan botani dapat dikelompokkan menjadi 3 jenis yaitu:

1. Gulma rumput-rumputan

Gulma golongan rumput masuk dalam keluarga Poaceae. Ciri-ciri gulma golongan rumput yaitu memiliki batang berbentuk bulat atau pipih dan mempunyai rongga. Daun tersusun dua deret, pada umumnya mempunyai tulang daun yang sejajar. Daun terdiri atas dua bagian yakni helaian dan pelepah daun. Umumnya daun gulma mempunyai tepi yang rata dengan lidah daun terlihat jelas antara pelepah dan helaian daun, serta mempunyai akar serabut (Pertanian, 2019). Beberapa contoh gulma golongan rumput-rumputan seperti : *Cynodon dactylon* L. *Eleusine indica* L. *Imperata cylindrica* L. *Echinochloa crusgalli* L. *Echinochloa colonum* L. *Panicum repens* L. *Paspalum conjugatum* L. *Panicum maximum* dan lain sebagainya.

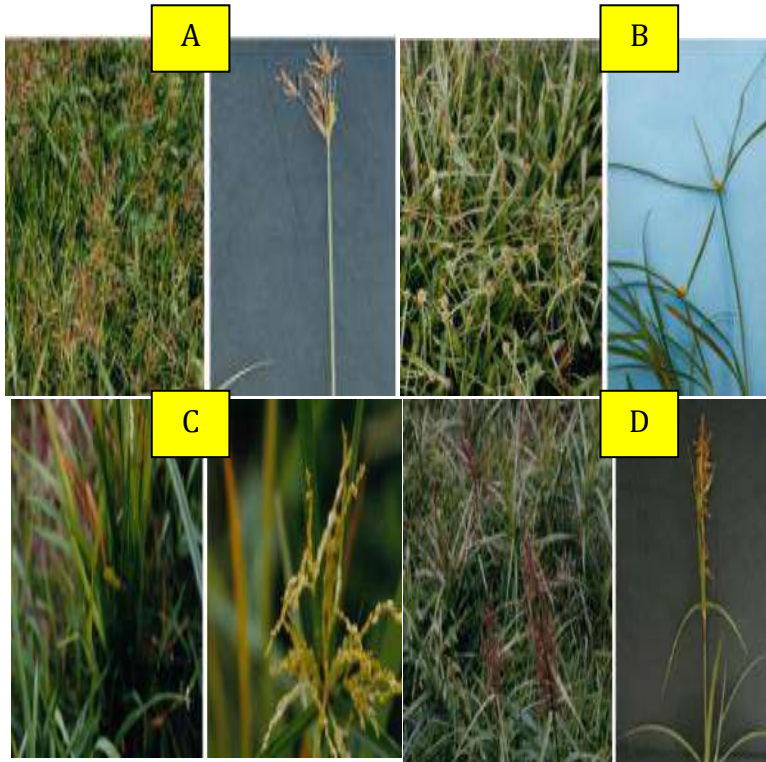


Gambar 2.1 Gulma *Cynodon dactylon* L. (A.) *Eleusine indica* L. (B), *Paspalum conjugatum* (C), dan *Imperata cylindrica* L. (D)
(Sumber: (Sriyani *et al.*, 2014))

2. Gulma golongan teki

Gulma golongan teki-teki termasuk dalam keluarga Cyperaceae. Ciri-ciri gulma teki-teki adalah pada umumnya batang berbentuk segitiga, tidak berongga dan seringkali batang berbentuk bulat. Gulma golongan ini mempunyai daun yang disusun ke dalam 3 deret, tidak mempunyai lidah daun atau ligula. Ibu tangkai bunga tidak mempunyai ruas-ruas. Bunga sering dalam bulir (spica) atau anak bulir, biasanya terlindungi oleh daun pelindung. Buah gulma tidak membuka. Golongan teki-teki mempunyai ketahanan terhadap pengendalian secara fisik dan mekanis. Hal ini disebabkan karena gulma mempunyai umbi batang/rimpang di dalam tanah yang dapat bertahan (Hasnah and Erida, 2022). Contoh gulma golongan teki-teki misalnya : *Cyperus rotundus* L., *Cyperus kyllingia* Endl, *Cyperus iria* L., *Scleria sumatrensis* Retz,

Cyperus cyperoides L., *Cyperus compressus* L. *Cyperus brevifolius* Rottb., *Cyperus aromaticus* Ridley.

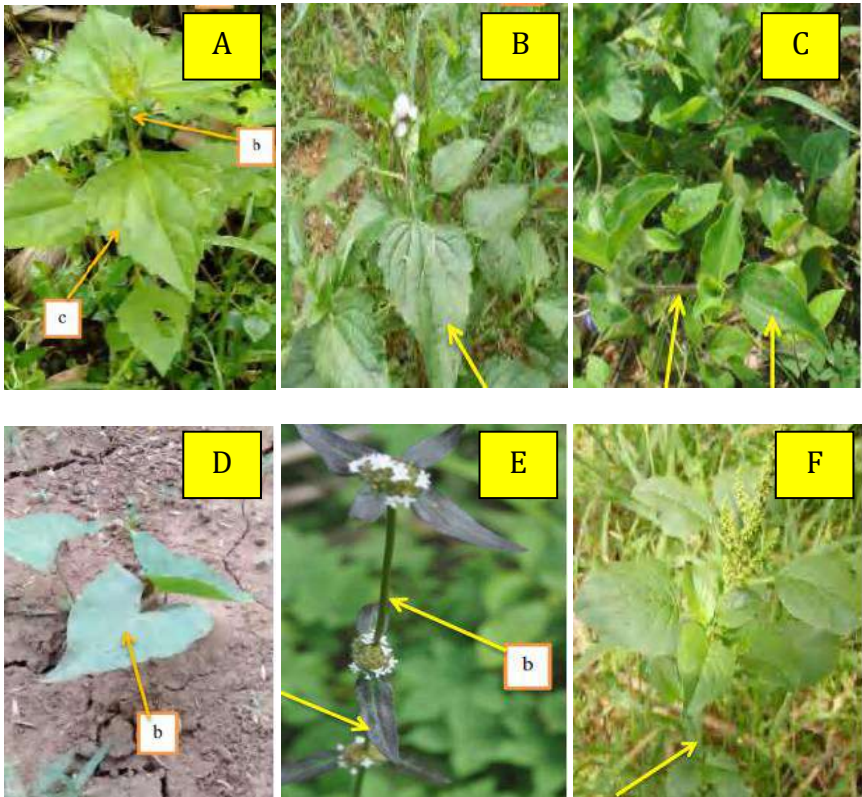


Gambar 2.2 Gulma *Cyperus rotundus* L. (A.) *Cyperus kyllingia* Endl (B), *Cyperus iria* L. (C), *Scleria sumatrensis* Retz (D)
(Sumber:(Sriyani *et al.*, 2014)

3. Gulma daun lebar

Pada umumnya gulma daun lebar masuk dalam kategori tumbuhan dikotil atau biasa disebut tumbuhan berkeping dua dan tumbuhan paku-pakuan. Ciri-ciri gulma daun lebar adalah daun gulma umumnya lebar dengan tulang-tulang daun membentuk jala. Biasanya gulma daun lebar tumbuh pada waktu memasuki fase panen (Hasnah and Erida, 2022). Beberapa contoh gulma berdaun lebar seperti : *Ageratum conyzoides* L., *Borreria leavis*, *Amaranthus gracills* Desf,

Typhonium trilobatum L, *Commelina diffusa* Burm, *Eupatorium odoratum* L. dan sebagainya



Gambar 2.3 Gulma *Eupatorium odoratum* L. (A), *Ageratum conyzoides* L. (B), *Commelina diffusa* Burm (C), *Typhonium trilobatum* L. (D), *Borreria leavis* (E), *Amaranthus gracilis* Desf (F) (sumber: (Tosang, 2019))

b. Klasifikasi gulma berdasarkan siklus hidupnya

Berdasarkan siklus hidupnya gulma dikelompokkan atas 3 yaitu :

1. Gulma semusim

Gulma semusim adalah gulma yang menyelesaikan siklus hidup/masa hidup dalam waktu satu tahun kurang dari satu tahun. Gulma semusim mudah berkembang biak

mulai dari kecambah sampai dengan menghasilkan biji. Ciri dari gulma ini adalah mampu memproduksi biji dengan cepat. Contoh gulma semusim antara lain : *Amaranthus spinosus*, *Pysalis angulata*, *Cyperus iria*, dan sebagainya (Anwar, 2022).

2. Gulma dua musim

Gulma dua musim adalah gulma yang mempunyai siklus hidup lebih dari satu tahun atau tidak lebih dari dua tahun. Ciri-ciri gulma dua musim yaitu dapat menghasilkan biji pada suhu rendah, sehingga gulma ini dapat tumbuh pada daerah beriklim sedang daripada daerah beriklim panas (Anwar, 2022). Contoh gulma dua musim seperti : *Dipsacus sylvestris*. *Aretium sp.* dll.

3. Gulma tahunan

Gulma tahunan adalah gulma yang mempunyai siklus hidup atau menyelesaikan siklus hidupnya beberapa tahun atau lebih dari dua tahun. Ciri-ciri gulma tahunan antara lain pertumbuhan batang yang selalu diperbaharui dari tahun ke tahun berikutnya berasal dari sistem perakaran sama. Contohnya *Imperata cylindrica* L, *Cynodon dactylon* L, *Cyperus rotundus* L. (Hardjosuwarno, 2020).

c. Klasifikasi gulma berdasarkan habitat/tempat tumbuh

Berdasarkan habitat atau tempat tumbuhnya gulma diklasifikasikan atas 2 yaitu :

1. Gulma air

Gulma air adalah gulma yang tumbuh pada daerah perairan, baik dengan cara mengapung maupun dengan tenggelam. Gulma air. Gulma air dapat tumbuh dan toleran pada kondisi air yang tercemar akibat kegiatan pertanian maupun limbah industri, akan tetapi pada kondisi tertentu dapat menyebabkan gulma air mati. Gulma air juga dapat bermanfaat untuk permurnian air (Soerjani, 1981) dalam

(Madkar and Kurniadie, 2003). Contoh gulma air antara lain : *Eichornia crassipes*, *Monochoria vaginalis*, *Pistia stratiotes*, *Salvinia molesta*, dan sebagainya.

2. Gulma darat

Gulma darat merupakan gulma yang hidupnya di daratan. Gulma darat dapat termasuk dalam golongan gulma yang siklus hidupnya semusim, dua musim maupun tahunan. Contoh gulma darat seperti : *Imperata cylindrica* L., *Ageratum conyzoides*, *Melastoma malabatricum*, *Cyperus rotundus*, *Chromolaena odorata*, dll.

2.3 Penyebaran Gulma

Gulma dapat berpindah dari satu tempat ke tempat yang lain melalui beberapa cara antara lain:

- a. Kekuatan sendiri, dapat diartikan bahwa gulma dapat berpindah dengan aktivitasnya misalnya melalui biji gulma yang telah matang akan pecah dan terlempar keluar. Contohnya putri malu, *Crotolaria juncea*
- b. Angin, gulma dapat menyebar melalui angin dengan jarak yang sangat jauh
- c. Air, pada umumnya penyebaran gulma melalui air dapat dilakukan oleh gulma yang memiliki habitat di air, disebabkan karena biji gulma terbawa oleh aliran air dan menyebar ke tempat yang lain.
- d. Tanah, penyebaran gulma melalui tanah dapat terjadi diatas dan dibawah tanah. Diatas tanah seperti melalui spora, biji sedangkan dibawah tanah melalui umbi, rimpang, akar.
- e. Manusia dan binatang, penyebaran melalui manusia yang memegang alat pertanian dalam budidaya tanaman, gulam dapat melengket pada pakaian dan akhirnya terbawa ke tempat yang lain. Sedangkan melalui binatang yakni dengan cara memakan bagian gulma misalnya biji dan berpindah ke tempat yang lain (MPLK, 2023)

Secara umum vegetasi gulma memiliki kemampuan untuk menyesuaikan diri dan memiliki daya saing cukup tinggi dari satu tempat ke tempat yang lain meskipun dengan komunitas dan spesies tanaman yang berbeda atau sama. Spesies gulma dapat beradaptasi umumnya pada lingkungan yang menguntungkan atau sesuai bagi pertumbuhan gulma Moenandir (1993), dan Rukmana dan Saputra (1999) *dalam* (Arfianto, 2016) menyatakan bahwa gulma merupakan tumbuhan yang cepat tumbuh di setiap tempat dan kondisi lingkungan yang berbeda-beda misalnya gulma dapat tumbuh pada tempat/tanah yang minim unsur hara maupun unsur hara melimpah. Gulma memiliki kemampuan meregenerasi misalnya pada gulma tahunan yang mampu melakukan penyebaran dengan cepat melalui bagian vegetatif, seperti akar, rimpang, umbi dll. Sama halnya dengan beberapa spesies gulma yang penyebarannya melalui organ generatif seperti biji.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh (Rusdi, Saleh and Ramlah, 2019) menyatakan bahwa gulma yang tumbuh pada daerah penelitian yakni di Desa Sanggata Selatan Kabupaten Kutai Timur adalah mayoritas dari spesies gulma semusim dapat berkembang biak secara generatif yaitu melalui biji. Memiliki biji yang banyak dan saat biji mengalami dormansi mampu bertahan lama pada lahan pertanaman. Gulma yang tumbuh didominasi oleh *H. corymbosa* L. Hal ini dapat disebabkan karena gulma *H. corymbosa* L tumbuh berumpun yang pada setiap pohon mampu menghasilkan banyak biji dan mudah menghasilkan kecambah setelah masak. Gulma *H. corymbosa* L dapat berkecambah pada lahan kering maupun lahan basah serta dapat bertahan pada saat pembersihan atau pengolahan lahan sampai penanaman tanaman budidaya. Dapat juga bertahan sepanjang musim. Selain itu pula, gulma *H. corymbosa* L dapat menyebar melalui perantara angin, dikarenakan memiliki biji yang sangat ringan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, N.P.P. (2022) *Tumbuhan Gulma*. Edited by S.F. Hiola, S. Syamsiah, and A. Muis. Makassar: Jurusan Biologi FMIPA UNM.
- Arfianto, F. (2016) 'Identifikasi Pertumbuhan Gulma Pada Penyiapan Media Tanam Tanah Gambut Setelah Pemberian Kapur Dolomit', *Anterior Jurnal*, 15(2), pp. 161–171. Available at: <https://doi.org/10.33084/anterior.v15i2.51>.
- Hardjosuwarno, S. (2020) *Ekologi Gulma*. Available at: <http://repository.ut.ac.id/4426/1/BIOL4328-M1.pdf>.
- Hasnah, H. and Erida, G. (2022) *Penuntun Praktikum Pengelolaan Gulma*.
- Ikbal, M. and Munir, A. (2016) 'Jenis-Jenis Tumbuhan Gulma Di Area Persawahan Desa Tajuncu Kecamatan Mata Oleo Kabupaten Bombana', *J. Ampibi*, 1(3), pp. 10–14.
- Madkar, O.R. and Kurniadie, D. (2003) 'Identifikasi dan Pertumbuhan Berbagai Gulma Air Sebagai Bahan Biiofilter Penyaring Air Limbah', *Jurnal Bionatura*, 5(November), pp. 79–87.
- MPLK, P. (2023) 'Bioekologi gulma', pp. 1–4. Available at: <https://mplk.politanikoe.ac.id/index.php/program-studi/28-manajemen-pertanian-lahan-kering/informasi-materi-kuliah-praktek1/159-bioekologi-gulma#:~:text=Penyebaran gulma dapat dilakukan dengan,%2C geragih%2C umbi dan akar.>
- Pertanian, kementerian (2019) 'Klasifikasi Gulma dan Jenis Gulma', *Cybex Pertanian*, pp. 4–9. Available at: <http://cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/79211/KLA-SIFIKASI-GULMA-DAN-JENIS-GULMA/>.

- Rusdi, R., Saleh, Z. and Ramlah, R. (2019) 'Keanekaragaman Jenis Gulma Berdaun Lebar pada Pertanaman Jagung (*Zea mays* L.) Di Desa Sangatta Selatan Kabupaten Kutai Timur', *Jurnal Agroteknologi*, 9(2), p. 1. Available at: <https://doi.org/10.24014/ja.v9i2.3558>.
- Sriyani, N. *et al.* (2014) *Upland Weed Flora of Southern Sumatera*. Bandar Lampung: Global Madani Press.
- Syarifah, S., Apriani, I. and Amallia, R.H.T. (2018) 'Identifikasi Gulma Tanaman Padi (*Oryza sativa* L. var. Ciherang) Sumatera Selatan', *Jurnal Biosilampari: Jurnal Biologi*, 1(1), pp. 40–44. Available at: <https://doi.org/10.31540/biosilampari.v1i1.52>.
- Tosang, R. (2019) *Inventarisasi Jeni-Jenis Gulma Berdaun Lebar pada Lahan Tanaman Jagung Zea mays L. Di Desa Samangki Kecamatan Simbang Kabupaten Maros*. Universitas Hasanuddin. Available at: [http://repository.unhas.ac.id/id/eprint/22544/1/19_H41112305\(FILEminimizer\)...ok.pdf](http://repository.unhas.ac.id/id/eprint/22544/1/19_H41112305(FILEminimizer)...ok.pdf).

BAB 3

BIOLOGI GULMA

Oleh Inna Martha Rumainum

3.1 Pendahuluan

Keberadaan gulma sebenarnya sudah terdeteksi sejak manusia membudidayakan tanaman. Sejak saat itu pula berbagai metode dan praktek budidaya telah dikembangkan dengan tujuan mengendalikan penyebaran dan pertumbuhan gulma. Mulai dari pengendalian secara mekanik (pembersihan gulma dengan cara mencabut/memotong), penggunaan obat kimia (herbisida), penggunaan tanaman penutup tanah dan mulsa, bahkan rekayasa genetika untuk menghasilkan tanaman yang kuat dan unggul dalam persaingan dengan gulma. Gulma telah menjadi perhatian serius khususnya di bidang pertanian karena adanya kompetisi antara gulma dan tanaman budidaya dalam mendapatkan unsur hara, gas, air, cahaya dan area tumbuh serta dapat menarik hama dan penyakit (Nichols et al., 2015).

Praktek-praktek pengendalian gulma bertujuan untuk menurunkan populasi gulma, akan tetapi penggunaan herbisida yang berlebihan dan berkepanjangan akan beresiko mencemari lingkungan serta merusak biologi tanah (Kibblewhite et al., 2008; Meng et al., 2016). Bahkan penggunaan herbisida secara berlebihan telah melahirkan jenis gulma yang resisten terhadap herbisida (*herbicide resistant weeds*) (Harker and O'Donovan, 2013). Dengan demikian diperlukan pendekatan natural yang tidak merusak ekologi namun mencapai tujuan utama. Oleh sebab itu, perlu adanya pemahaman yang baik tentang teknik pengendalian gulma. Tidak hanya teknik pemberantasan, tetapi juga mengenal lebih baik karakteristik serta mekanisme

pertumbuhan gulma. Pengetahuan terhadap karakteristik pertumbuhan gulma dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam menekan pertumbuhan gulma.

Biologi gulma membahas tentang karakteristik, klasifikasi, reproduksi dan faktor pertumbuhan gulma. Pengetahuan tentang biologi gulma sangat penting dalam mengendalikan populasi gulma serta meminimalisir pengaruh gulma sehingga tidak mengganggu tanaman budidaya.

1. Karakteristik Gulma

Setiap tumbuhan tingkat tinggi pasti mengalami dua fase atau tahap pertumbuhan yakni fase vegetatif (pertumbuhan akar, batang dan daun) dan generatif (pembentukan biji). Tanaman yang ditanam pada suatu lahan akan tumbuh dan kemudian menghasilkan buah/biji. Hal yang serupa pun terjadi pada gulma. Pada lahan yang sama, gulma dapat tumbuh dan kemudian menghasilkan buah/biji. Jika keduanya sama-sama tumbuh dan memiliki siklus hidup yang sama, lalu mengapa gulma dibedakan dari tanaman budidaya? Mengapa tanaman yang tumbuh di tempat yang tidak diinginkan keberadaannya menjadi gulma?

Tanaman yang diklasifikasikan sebagai gulma memiliki karakteristik tersendiri yang membedakannya dari tanaman budidaya (Baker, 1974; Zimdahl, 2007) yaitu:

- a) Memiliki pertumbuhan yang sangat cepat.
- b) Memiliki siklus hidup yang pendek untuk menghasilkan biji (fase vegetatif yang relatif pendek).
- c) Dapat menghasilkan biji dalam jumlah yang banyak.
- d) Memiliki dua cara perkembangbiakan yaitu generatif dengan menggunakan biji dan vegetatif dengan menggunakan organ batang atau akar.
- e) Dapat beradaptasi dengan cepat pada lingkungan.
- f) Biji gulma tidak cepat busuk sehingga dapat bertahan lama di dalam tanah.

- g) Biji gulma tidak membutuhkan syarat tertentu untuk berkecambah sehingga dapat berkecambah di berbagai tempat.
- h) Teradaptasi untuk penyebaran dekat dan jauh.
- i) Memiliki kemampuan kompetisi dengan spesies lain (alelopati).

Meskipun pengkategorian suatu jenis tumbuhan merupakan gulma atau bukan didasari oleh perspektif manusia namun dengan karakteristik tersebut di atas dapat segera diketahui. Tumbuhan yang tergolong gulma memperlihatkan pertumbuhan dan penyebaran yang lebih cepat dibandingkan dengan tanaman budidaya dan biasanya susah untuk diberantas.

2. Klasifikasi Gulma

Terdapat 200 spesies tumbuhan yang dikategorikan sebagai gulma paling berdampak (Holm et al., 1978). Tumbuhan yang dikategorikan gulma tersebut terdiri dari berbagai jenis seperti berdaun lebar, rumput-rumputan, tumbuhan setahun/semusim bahkan tumbuhan tahunan. Klasifikasi gulma sangat penting untuk diketahui karena tempat tumbuh, panjang hidup, periode reproduksi, metode reproduksi dan lainnya mempengaruhi cara pengendalian yang efektif. Dengan adanya berbagai spesies dan famili yang dikategorikan gulma, maka diperlukan variasi metode pengendalian yang sesuai dengan jenis gulma. Klasifikasi gulma pada umumnya dilakukan berdasarkan jenis tanaman (morfologi), habitat dan siklus hidup.

3.2 Jenis Tanaman (Morfologi)

Berdasarkan jenis atau morfologinya, gulma umumnya dikategorikan menurut famili dan/atau bentuk morfologi. Terdapat tiga golongan yaitu golongan rumput, golongan teki dan golongan berdaun lebar.

3.1.1 Golongan Rumput

Gulma yang termasuk dalam golongan ini berasal dari famili Graminae atau Poaceae. Beberapa gulma golongan rumput yang umum ditemukan disajikan pada Tabel 3.1.

Ciri-ciri gulma golongan rumput adalah sebagai berikut:

- a. Batang berbentuk bulat dan berongga.
- b. Bertulang daun sejajar.
- c. Terdapat ligula (lidah daun).
- d. Bunga dalam bentuk bulir dan dilindungi oleh daun pelindung.

3.1.2 Golongan Teki

Gulma yang termasuk dalam golongan ini berasal dari famili Cyperacea (teki). Beberapa gulma golongan teki yang umum ditemukan disajikan pada Tabel 3.1.

Ciri-ciri gulma golongan teki adalah sebagai berikut:

- a. Batang berbentuk segitiga atau bulat dan tidak berongga.
- b. Bertulang daun sejajar.
- c. Tidak memiliki ligula (lidah daun).
- d. Bunga dalam bentuk bulir dan dilindungi oleh daun pelindung.

Tabel 3.1 Golongan rumput dan teki

Golongan	Nama Gulma
Rumput (Graminae/Poaceae)	• <i>Gynodon dactylon</i> L. • <i>Imperata cylindrica</i> L. (alang-alang) • <i>Panicum repens</i> L. • <i>Eleusine indica</i> L. (rumput belulang) • <i>Paspalum conjugatum</i> (rumput kerbau)

Golongan	Nama Gulma
	• <i>Axonopus compressus</i> P. Beauv. (rumpun gajah)
Teki (Cyperaceae)	• <i>Cyperus rotundus</i> L. (teki) • <i>Cyperus difformis</i> L. • <i>Cyperus brevifolius</i> (Rottb) Hassk. (jukut) • <i>Cyperus mindorensis</i> (Steud.) Huygh • <i>Scirpus grossus</i> (mensiang) • <i>Scirpus juncooides</i> (Roxb) (kumbuh)

3.1.3 Golongan Berdaun Lebar

Semua gulma yang tidak berasal dari famili Gramineae/Poaceae dan Cyperaceae digolongkan sebagai gulma berdaun lebar. Oleh sebab itu jumlahnya sangat banyak dan terdiri dari berbagai famili. Beberapa gulma berdaun lebar yang umum ditemui antara lain *Mimosa pudica* L. (putri malu), *Amaranthus spinosus* L. (bayam liar), *Oxalis barrelieri* L. (calincing tanah), *Oxalis corniculata* L., *Monochoria vaginalis* L. (eceng), *Salvinia molesta* (kiambang), tanaman divisi Pteridophyta (tumbuhan paku dan lain sebagainya).

Ciri dari gulma golongan ini yakni memiliki daun lebar. Selain itu memiliki tulang daun menjari untuk tumbuhan kelas Dicotyledoneae.



*Imperata
cylindrica*



*Axonopus
compressus*



Cyperus rotundus L.



Cyperus mindorensis
(Steud.) Huygh



*Amaranthus
spinosus*



Oxalis corniculata
L.

Gambar 3.1. Jenis gulma golongan rumput (*Imperata cylindrica*; *Axonopus compressus*), golongan teki (*Cyperus rotundus* L.; *Cyperus mindorensis* (Steud.) Huygh) dan golongan berdaun lebar (*Amaranthus spinosus*; *Oxalis corniculata* L.)

3.3 Habitat

Berdasarkan habitat atau tempat hidup, gulma digolongkan sebagai gulma darat, gulma akuatik dan gulma semi akuatik. Gulma darat merupakan jenis gulma yang hidup di darat atau tempat kering. Sebagian besar gulma termasuk dalam kategori ini misalnya gulma pada gambar 3.1. Gulma darat memberikan dampak yang besar terhadap pertanian dikarenakan tumbuhnya gulma darat pada lahan pertanian (lahan kering) dapat menjadi saingan tanaman budidaya.

Gulma akuatik merupakan gulma yang hidup pada daerah basah (air). Jenis yang termasuk gulma akuatik antara lain *Azola pinnata*, *Monochoria vaginalis*, *Pistia stratiotes* L., *Eichornia crassipes* (eceng gondok) *Nymphoides indica* (tetepok) dan lain sebagainya.



*Monochoria
vaginalis*



Azola pinnata



Pistia stratiotes L.

Gambar 3.3. Jenis gulma akuatik

Jenis gulma semi akuatik merupakan gulma yang dapat hidup di tempat kering maupun tempat basah (air). Jenis gulma ini antara lain *Cynodon dactylon*, *Scirpus grossus*, *Scirpus juncoides* dan lain sebagainya.

3.3 Siklus Hidup

Siklus hidup merupakan seluruh tahapan perubahan tumbuhan yang dimulai dari perkecambahan biji, pertumbuhan hingga menghasilkan biji dan selanjutnya biji tersebut tumbuh sebagai individu baru. Berdasarkan siklus hidupnya, gulma dapat digolongkan menjadi gulma setahun (*annual weed*), gulma dwi tahun (*biennial weed*) dan gulma tahunan (*perennial weed*) (Monaco et al., 2002).

Gulma setahun merupakan gulma yang menyelesaikan siklus hidupnya dalam satu tahun atau kurang dari satu tahun. Sebagian besar gulma termasuk dalam gulma setahun. Biasanya gulma setahun lebih mudah untuk dikontrol bila dibandingkan dengan gulma tahunan. Akan tetapi, gulma setahun biasanya menghasilkan biji yang lebih banyak dari pada gulma tahunan. Oleh sebab itu membutuhkan biaya pengendalian yang lebih banyak.

Gulma dwi tahun merupakan gulma yang memiliki siklus hidup lebih dari 1 tahun tetapi kurang dari 2 tahun. Gulma dwi tahun umumnya ditemukan di daerah sub tropis. Gulma jenis ini menghasilkan biji pada tahun kedua. Contoh gulma dwi tahun adalah tumbuhan wortel liar (*Daucus carota*).

Tabel 3.2. Gulma berdasarkan siklus hidup

Gulma Setahun	Gulma Dwi Tahun	Gulma Tahunan
• <i>Cyperus difformis</i> • <i>Amaranthus spinosus</i> L. • <i>Scirpus juncooides</i> Roxb • <i>Salvinia molesta</i> • <i>Eleusine indica</i> L.	• <i>Daucus carota</i> • <i>Teraxacum</i> spp. (dandelion) • <i>Verbascum thapsus</i>	• <i>Imperata cylindrica</i> • <i>Panicum repens</i> • <i>Cynodon dactylon</i> • <i>Scirpus grossus</i> • <i>Mimosa pudica</i> L. • <i>Nymphoides indica</i> • <i>Eichornia crassipes</i>

Gulma tahunan menyelesaikan siklus hidupnya lebih dari dua tahun. Gulma jenis ini berkembang biak dari biji dan dapat tumbuh pada tahun-tahun selanjutnya dari sistem perakaran yang sama. Oleh sebab itu, gulma tahunan dapat melakukan perkembangbiakan secara vegetatif dengan menggunakan rhizoma, stolon, tuber dan sebagainya. Beberapa gulma berdasarkan siklus hidupnya disajikan pada Tabel 3.2.

Siklus hidup mempengaruhi efektivitas dan efisiensi pengendalian gulma pada lahan pertanian. Pada gulma semusim dan dwi tahun lebih ditargetkan pada pencegahan penyebaran biji. Hal ini dikarenakan siklus hidup yang singkat menyebabkan gulma akan menghasilkan biji dalam jumlah yang banyak sebagai strategi hidup untuk bersaing dengan tumbuhan lain. Sedangkan pada gulma tahunan tidak hanya pengontrolan fase generatif,

tetapi juga pada fase vegetatif. Oleh karena fase vegetatif pada gulma tahunan lebih lama dan terjadi reproduksi secara vegetatif.

3.4 Reproduksi Gulma

Reproduksi atau perkembangbiakan merupakan suatu mekanisme dimana makhluk hidup memperbanyak diri (atau meninggalkan keturunan) demi menjaga eksistensi spesiesnya. Reproduksi gulma sama halnya dengan reproduksi tumbuhan lainnya yaitu dapat terjadi secara generatif dan secara vegetatif.

3.4.1. Reproduksi Generatif

Reproduksi generatif diawali dengan fertilisasi sel telur oleh sel sperma yang kemudian membentuk embrio. Hal ini terjadi melalui polinasi bunga yang pada akhirnya membentuk biji yang akan tumbuh menjadi individu baru. Reproduksi generatif memberikan keuntungan bagi gulma dalam memperluas wilayah penyebaran. Dengan bentuk biji yang kecil dan ringan akan mempermudah penyebaran biji.

Pada dasarnya biji tidak memiliki kemampuan untuk bergerak dan berpindah tempat, tetapi aktivitas manusia/hewan serta perantara lainnya dapat menyebabkan biji gulma berpindah dari satu tempat ke tempat lainnya. Agen penyebaran biji gulma yang umum diketahui ialah manusia, hewan, angin, dan air.

Pada suatu lahan pertanian, secara tidak sadar seringkali yang menyebarkan gulma adalah petani itu sendiri. Pada saat pembersihan lahan, biji gulma bisa saja menempel pada pakaian atau alas kaki serta alat atau mesin pertanian yang digunakan. Bahkan biji gulma dapat menempel pada konteiner atau box penampung hasil produk serta pada roda kendaraan yang digunakan. Oleh sebab itu sangat perlu untuk memperhatikan kebersihan atribut serta peralatan yang digunakan selama proses produksi.

Tidak hanya manusia, hewan juga merupakan agen penyebar gulma. Biji gulma dapat menempel pada tubuh hewan dan berpindah dari satu tempat ke tempat lain. Selain itu, biji juga dapat disebar melalui kotoran hewan.

Biji gulma telah teradaptasi untuk disebar oleh angin dan air. Bentuk biji gulma yang kecil serta ringan dapat dengan mudah terbawa oleh angin dan air. Biji yang penyebarannya melalui angin dan air memiliki ciri ringan, seringkali berongga dan memiliki bagian seperti sayap. Misalnya pada dandelion memiliki bagian tambahan yang membantu agar dapat diterbangkan oleh angin (Gambar 3.3).

Salah satu karakteristik gulma ialah menghasilkan biji dengan jumlah yang banyak. Umiyati dan Widayat (2017) mengklasifikasikan kelompok gulma berdasarkan jumlah biji yang dihasilkan sebagai berikut:

- a. Menghasilkan sedikit biji (biji kurang dari 100), misalnya pada *Eichornia crassipes* dan *Monochoria vaginalis*.
- b. Menghasilkan sedang (biji 100 – 1000), misalnya pada *Imperata cylindrica* dan *Cyperus* spp.
- c. Menghasilkan banyak biji (biji lebih dari 1000), misalnya pada *Juncus* spp.



Gambar 3.4. Biji dandelion

Diperkirakan dalam satu hektar lahan terdapat 10,8 sampai 300 miliar biji gulma (Klingman and Ashton, 1982). Biji gulma dapat bertahan hingga bertahun-tahun di dalam tanah. Hal ini menjadi salah satu alasan sulitnya pengontrolan pertumbuhan gulma. Dengan bentuknya yang kecil dan berwarna gelap menyebabkan sulit dibedakan dengan tanah sehingga biasanya lahan yang tanpa gulma terlihat bersih padahal di dalam tanah tersimpan miliaran biji gulma yang siap tumbuh.

Selain biji, beberapa gulma dari divisi Pteridophyta (tumbuhan paku) menghasilkan spora yang dapat tumbuh menjadi individu baru. Penyebaran spora dapat terjadi dengan bantuan angin, air dan hewan/manusia.

3.4.2. Reproduksi Vegetatif

Perbanyakan secara vegetatif merupakan perbanyakan individu dengan menggunakan organ vegetatif. Perbanyakan ini umumnya terjadi pada gulma tahunan. Keuntungan dari perbanyakan secara vegetatif yaitu mengandung persediaan makanan yang lebih banyak dari biji sehingga kemampuan untuk bertahan hidup lebih tinggi.

Organ-organ vegetatif yang berfungsi dalam perbanyakan secara vegetatif yaitu:

- a. Rhizoma (rimpang)
Rhizoma merupakan batang yang tumbuh horizontal di dalam tanah. Perbedaan rhizoma dengan akar yakni memiliki buku (nodus). Pada setiap buku terdapat mata tunas dan akar. Gulma yang memperbanyak diri dengan rhizoma antara lain *Imperata cylindrica* dan *Panicum repens*.
- b. Stolon
Stolon merupakan batang yang menjalar di atas permukaan tanah dan memiliki buku. Pada setiap buku terdapat akar dan mata tunas yang dapat tumbuh menjadi individu baru. Misalnya pada *Cynodon dactylon* dan *Axonopus compressus*.

- c. Tuber (umbi)
Tuber merupakan modifikasi batang atau akar yang tumbuh menyamping dan menebal karena mengandung persediaan makanan. Gulma yang memperbanyak diri dengan tuber misalnya pada *Cyperus rotundus*.
- d. Bulbus (umbi lapis)
Bulbus merupakan lapisan daun yang menebal dan lunak, misalnya pada *Alium* spp (bawang liar).
- e. Corn
Corn merupakan batang yang gemuk, pendek dilapisi daun yang tereduksi menjadi sisik. Corn terdapat di dalam tanah dan memiliki tunas. Corn dapat terlihat pada *Cyperus rotundus*.

Perbanyakkan secara vegetatif lebih sulit untuk dikendalikan dibandingkan generatif. Organ vegetatif yang tertinggal pada saat pembersihan akan tersimpan di dalam tanah dan kemudian dapat tumbuh menjadi individu baru. Tetapi, perbanyakkan secara vegetatif hanya terjadi pada wilayah yang lebih sempit dibandingkan biji yang dapat tersebar melalui angin, air dan hewan atau manusia.

3.5 Faktor Pertumbuhan Gulma

Faktor lingkungan seperti cahaya, air, kandungan unsur hara dan suhu sangat mempengaruhi pertumbuhan gulma.

- a. Cahaya
Cahaya memiliki peranan penting dalam proses fotosintesis dan perkecambahan biji. Tumbuhan pada umumnya bersaing untuk mendapatkan cahaya. Tumbuhan yang mendapat cahaya lebih akan tumbuh tinggi dan memiliki tajuk yang lebih lebar. Sedangkan tumbuhan yang kekurangan cahaya akan lebih pendek atau kerdil dan memiliki tajuk yang sempit. Gulma yang memiliki jalur fotosintesis C4 umumnya lebih

efisien dalam mendapatkan cahaya jika dibandingkan dengan tumbuhan C3.

Cahaya mempengaruhi perkecambahan melalui pengaktifan hormon terkait perkecambahan seperti asam absisat dan giberelin (Yan and Chen, 2020). Panjang gelombang, intensitas cahaya serta lamanya penyinaran (hari panjang dan hari pendek) mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada gulma.

b. Air

Air memainkan fungsi penting dalam pertumbuhan. Fungsi air bagi tumbuhan antara lain menginisiasi perkecambahan, sebagai pelarut, menjaga turgiditas sel, pertukaran ion dan mineral dan sebagai bahan baku dalam proses fotosintesis. Bagi gulma, air juga berperan dalam penyebaran biji dan spora.

c. Kandungan unsur hara

Berbagai unsur hara makro dan mikro diperlukan oleh tumbuhan untuk dapat tumbuh dan berkembang. Unsur makro (nitrogen, fosfor, kalium) diperlukan tumbuhan untuk pertumbuhan vegetatif (pertumbuhan akar, batang, daun) dan pembentukan bunga dan biji. Kekurangan unsur hara umumnya menyebabkan terhambatnya pertumbuhan yang dapat terlihat dari tumbuhan yang kerdil dan daun yang kecil/sedikit.

d. Suhu

Suhu sangat berpengaruh terhadap berbagai metabolisme pada tumbuhan. Gulma yang tumbuh pada daerah tropis membutuhkan suhu 18 – 35°C untuk perkecambahan biji (Umiyati dan Widayat, 2017). Pada daerah sub tropis, suhu optimum yang diperlukan untuk perkecambahan biji antara 5°C hingga 15°C. Apabila suhu tidak memungkinkan bagi biji untuk berkecambah maka biji gulma akan mengalami dormansi hingga kondisi yang tepat untuk berkecambah.

3.6 Penutup

Gulma tidaklah berbeda dari tumbuhan lainnya baik dari morfologi hingga fisiologinya. Namun kebutuhan manusia menyebabkan adanya tumbuhan yang diinginkan dan tidak diinginkan. Misalnya pada lahan pertanian atau pada pekarangan, rumput dan tumbuhan semak yang dianggap mengganggu atau merugikan disebut sebagai gulma. Meskipun pada kondisi lain memiliki nilai tertentu (misalnya dijadikan tanaman hias).

Tumbuhan yang dikategorikan sebagai gulma telah teradaptasi untuk menguasai suatu wilayah. Strategi perbanyakan dan penyebaran tumbuhan gulma bahkan lebih efektif dibandingkan tanaman budidaya. Oleh sebab itu, pengendalian gulma membutuhkan perhatian (dan biaya) yang lebih. Saat ini pengendalian gulma masih bergantung pada obat-obatan kimia namun yang perlu menjadi perhatian global yaitu pengembangan teknik pengendalian yang ramah lingkungan berdasarkan karakteristik gulma itu sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

- Baker, H. G. 1974. The evolution of weeds. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* **5**:1–24.
- Harker, K. N. and J. T. O'Donovan. 2013. Recent Weed Control, Weed Management, and Integrated Weed Management. *Weed Technology*. **27**:1-11.
- Holm, L. 1978. Some characteristics of weed problems in two worlds. *Proc. West. Soc. of Weed Sci.* **31**:3–12.
- Kibblewhite M.G., Ritz K., Swift M.J. 2008. Soil health in agricultural systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, **363**: 685–701.
- Klingman, G.C. and F.M. Ashton. 1982. *Weed Science: Principles and Practices*. 2nd ed. Wiley Interscience. New York.
- Meng J., Li L., Liu H., Li Y., Li C., Wu G., Yu X., Guo L., Cheng D., Muminov M.A., Liang X., Jiang G. 2016. Biodiversity management of organic orchard enhances both ecological and economic profitability. *PeerJ*, doi: 10.7717/peerj.2137.
- Monaco, T.J., S. C. Weller, F. M. Ashton. 2002. *Weed Science*. John Wiley & Sons. Inc, New York.
- Nichols, V., Verhulst, N., Cox, R., Govaerts, B. 2015. Weed dynamics and conservation agriculture principles: A review. *Field Crops Res.* **183**: 56–68.
- Umiyati, U. dan D. Widayat. 2017. *Gulma dan Pengendaliannya*. Deepublish, Yogyakarta.
- Yan, A. and Z. Chen. 2020. The control of seed dormancy and germination by temperature, light and nitrate. *The Botanical Review*. DOI: 10.1007/s12229-020-09220-4.
- Zimdahl, R. L. 2007. *Fundamentals of Weed Science*. Elsevier.

BAB 4

ALELOPATI

Oleh Ryan Budi Setiawan

4.1 Pendahuluan

Terhambatnya proses metabolisme tanaman yang berdampak terhadap pertumbuhan dan hasil tidak hanya disebabkan oleh kompetisi memperebutkan unsur hara, air, cahaya dan ruang tumbuh antara tanaman dan gulma. Lebih jauh, sintesis dan sekresi fotokimia juga menjadi hal yang menentukan kemampuan survival gulma di areal budidaya tanaman. Fenomena adanya pengaruh fitokimia yang dilepaskan oleh gulma terhadap tanaman dikenal dengan Alelopati.

Kajian tentang alelopati merupakan satu sub disiplin ilmu tentang kimia ekologi yang fokus mempelajari bahan kimia yang dihasilkan tumbuhan/mikroorganisme tertentu yang berpengaruh terhadap pertumbuhan, perkembangan, distribusi tanaman/mikroorganisme lain pada komunitas alamia atau sistem pertanian.

Pembahasan dan penelitian tentang alelopati mulai banyak dikaji pada tahun 1970 hingga pertengahan 1990 dan menjadi topic populer dibidang botani, agronomi, hortikultura, ekologi, dan ilmu tanah. Alelopati menjadi salah satu faktor utama terhadap distribusi dan level invasive dari gulma.

Dibab ini akan dibahas tentang definisi alelopati, alelokimia, jenis dan dampaknya terhadap metabolime serta pemanfaatannya dibidang pertanian.

4.2 Defensi Alelopati dan Alelokimia

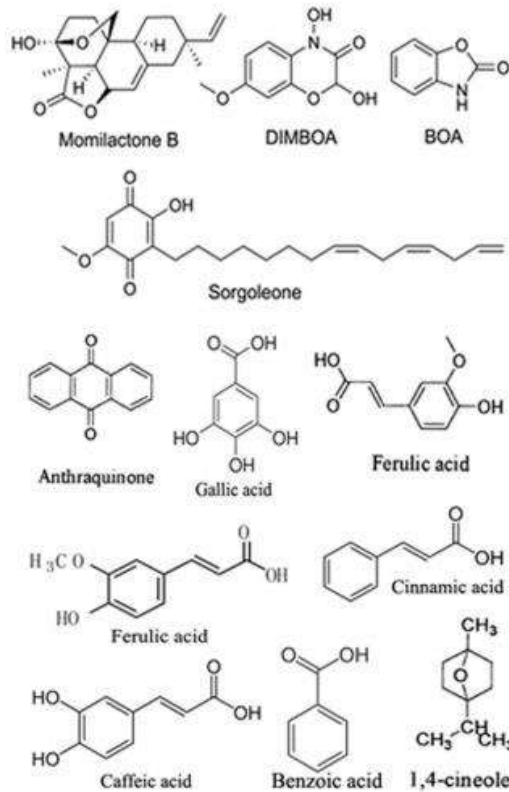
Penjelasan tentang konsep alelopati terus berkembang berdasarkan riset terbaru yang dilakukan. Terdapat sekitar 4 pengertian alelopati yang berkembang pada kajian ilmu gulma, yaitu :

1. Pengaruh langsung dan tidak langsung senyawa biokimia yang dihasilkan tumbuhan ke tumbuhan lain (Molisch, 1937).
2. Pengaruh negatif atau positif dari senyawa kimia yang dilepaskan tumbuhan ke lingkungan (Rice, 1984).
3. Semua proses yang melibatkan metabolit sekunder yang dihasilkan oleh tanaman, mikroorganisme, virus, fungi yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan sistem biologi dan pertanian (International Allelopathy Society, 1996).
4. Fenomena biologi dimana suatu organisme menghasilkan biokimia yang mempengaruhi pertumbuhan, survival, perkembangan, dan reproduksi dari organisme lain (Cheng dan Cheng, 2015)

Selain istilah Alelopati juga dikenal tentang alelokimia. Secara sederhana alelokimia adalah senyawa organik yang dihasilkan saat fenomena alelopati. Selain itu definisi alelokimia juga dikenal sebagai senyawa organik non hara yang dihasilkan umumnya dari metabolit sekunder tumbuhan/mikroorganisme yang mempengaruhi pertumbuhan dan survival tanaman/organisme lain.

Alelokimia dapat dikelompokkan ke dalam banyak golongan senyawa diantaranya : alkohol rantai lurus, aldehid alipatik, keton, lakton, poliacetil, benzokuinon, antrakuinon, kompleks kuinon, fenol, asam benzoik dan turunannya, asam cinnamik, coumarin, flavonoid, tannin, terpenoid, steroid, alkaloid dan cyanohydrin, sulfida dan glucosinolate, purines dan nucleoside. Fitohormon seperti asam salisilat, gibberellic acid dan

etilen juga termasuk alelokimia. Contoh struktur dari alelokima dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Struktur beberapa alelokimia
(Cheng dan Cheng, 2015)

4.3 Mekanisme Pelepasan Alelokimia

Alelokimia dapat dilepaskan ke lingkungan dengan beberapa cara (Gambar 4.2) yaitu

1. Volatilisasi
Alelokimia dilepaskan ke lingkungan dalam bentuk gas yang keluar melalui stomata.

2. Dekomposisi

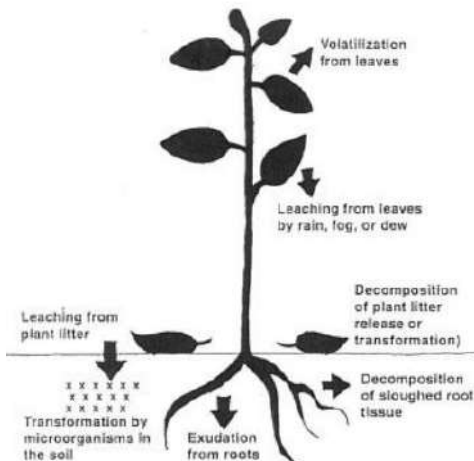
Banyak tumbuhan menyimpan senyawa alelopati pada daun. Ketika daun tersebut gugur alelokimia tersebut akan keluar dan mempengaruhi lingkungan termasuk tanaman lain.

3. Leaching/pencucian

Alelokimia pada daun/batang dapat tercuci dan terlepas ke lingkungan akibat hujan, embun dan kabut.

4. Eksudat akar

Banyak tumbuhan mengeluarkan alelokimia melalui akar, misalnya comarin.



Gambar 4.2. Mekanisme pelepasan alelokimia

4.4 Mekanisme Yang Mendasari Alelopati

Alelopati dan alelokimia telah banyak dipelajari pada banyak aspek fisiologi dan biokimia tanaman. Berikut beberapa dampak.

1. Merubah ukuran dan struktur sel tanaman

- a) Beberapa alelokimia mampu merubah ukuran sel tanaman misalnya volatile monoterpenes, eucalyptol dan camphor dapat memperlebar dan memperpendek sel akar, menyebabkan abnormalitas pada nukleus dan

- meningkatkan jumlah vacuola dalam sel (Pawlowski *et al.*, 2012).
- b) Alelokimia juga dapat menurunkan aktivitas pembelahan sel mitosis hingga 50%, disorganisasi organel sel, merusak dinding sel, menghambat pertumbuhan radikle dan hipokotil, dan meningkatkan autophag pada sel.
 - c) Cinnamic acid secara signifikan diketahui merubah ukuran kloroplas dan mitokondria (Wu *et al.*, 2004).
 - d) Citral menyebabkan Kerusakan pada microtubulus (Chaimovitsh *et al.*, 2010) dan pengambatan pembentukan rambut akar (Grana *et al.*, 2013).
2. Menghambat pemanjangan dan pembelahan sel
- a) Alelokima monoterpenoid (camphor, 1,8-cineole, betapinene, alpha-pinene, and camphene) mempengaruhi proliferasi sel dan sintesis DNA pada meristem tanaman (Nishida *et al.*, 2005)
 - b) 2(3H)-benzoxazolinone (BOA) menghambat proses pembelahan mitosis (Sanchez-Moreiras *et al.*, 2008).
 - c) sorgoleone menurunkan jumlah sel pada setiap periode pembelahan sel, merusak tubulin dan menghasilkan nukelus polyploid (Hallak *et al.*, 1999).
 - d) Alelokimia BOA and 2, 4-dihydroxy-1,4(2H)-benzoxazin-3-one (DIBOA) secara signifikan menghambat regenerasi tudung akar dan berlanjut ke pertumbuhan tanaman (Burgos *et al.*, 2004).
3. Mimicu ketidak seimbangan sistem antioksidan
- a) Alelokimia akan memicu tersintesisnya Radikal bebas/ *Reactive Oxygen Spesies* (ROS) pada sel tanaman dan merubah aktivitas dari antioksidan enzim seperti superoxide dismutase (SOD), peroxidase (POD), ascorbic acid peroxidase sebagai bentuk mekanisme perlawanan terhadap ROS yang dihasilkan.
 - b) Peningkatan ROS secara drastis akan menyebabkan sistem antioksidan tidak mampu melindungi metabolime tanaman terhadap stres oksidatif.

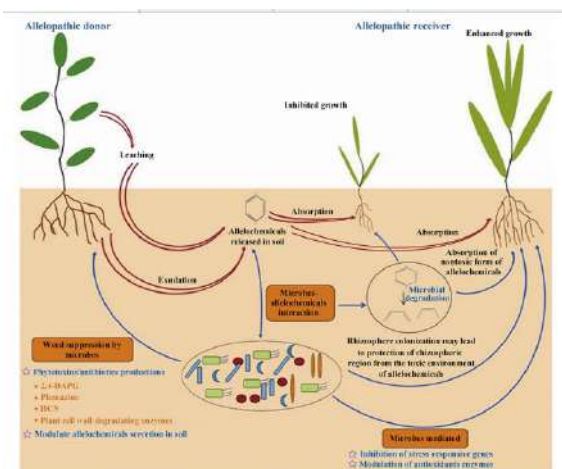
4. Mempengaruhi permeabilitas membran sel
 - a) Ketidakseimbangan sistem antioksidan akan berpengaruh lebih jauh terhadap permeabilitas membran sel. Alelokimia menyebabkan peroksidasi lipid pada membran dan mengurangi permeabilitas membran.
 - b) Radikal bebas seperti superoxide dan malondialdehyde (MDA) juga menyebabkan kebocoran elektrolit pada sel.

5. Mempengaruhi sistem regulasi pertumbuhan
 - a) Alelokimia dapat berubah kandungan fitohormon atau memicu ketidakseimbangan pada beberapa fitohormon sehingga menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Sebagai contoh senyawa fenolik dapat menstimulasi *Indole Acetic Acid* (IAA) peroksidase dan menghambat reaksi POD dengan IAA, mengikat Giberelin acid/IAA sehingga mempengaruhi kandungan fitohormon endogenous (Yang et al., 2005).
 - b) Alicyclic acid menghambat sintesis dari etilenin di dalam sell, Alelokimia ferulic acid menyebabkan peningkatan asam absisat (ABA)

6. Mempengaruhi Aktivitas Enzim
 - a) Alelokimia memiliki pengaruh yang berbeda terhadap sintesis, fungsi, kandungan dan aktivitas beberapa enzim. Sebagai contoh, enzim phosphorylase yang terlibat dalam perkecambahan benih dihambat oleh chlorogenic acid, caffeic acid dan catecho.
 - b) Tanin dapat menekan aktivitas POD, selulase, amilase dan acid phosfatase di endosperm.
 - c) Phenolic acids dapat meningkatkan aktifitas phenylalanine ammonialyase (PAL) and β -glucosidase, menurunkan aktivitas phenol-b-glucose transferase dan kemudian menghambat pertumbuhan akar. Sebagai tambahan, enzim protease, invertase dan succinodehydrogenase (SDH) dapat ditekan aktivitasnya oleh alelokimia.

7. Mempengaruhi Respirasi Sel
 - a) Alelokimia mempengaruhi pertumbuhan tanaman pada beberapa fase respirasi sel seperti, transfer elektron di mitokondria, fosforilasi oksidatif, aktivitas enzim ATP activity.
 - b) Alelokimia juga menurunkan menyerapan oksigen yang mencegah oksidasi NADH, menghambat aktivitas enzim ATP sintesis, menurunkan pembentukan ATP di mitokondria, mengganggu fosforilasi oksidatif, dan pada akhirnya akan menghambat respirasi.
 - c) Alpha-pinene, camphor, limonene dan monoterpenen lain secara signifikan diketahui mempengaruhi mitokondria pada radikel dan hipokotil
8. Mempengaruhi fotosintesis tanaman
 - a) Pengaruh alelokimia pada proses fotosintesis terutama melibatkan penghambatan atau kerusakan pada organel fotosintesis dan percepatan dekomposisi dari pigmen fotosintesis
 - b) Kerusakan pigmen fotosintesis akan menurunkan aktifitas penyimpanan energi, transfer elektron, menurunkan sintesis ATP enzim, menghambat sintesis ATP, mempengaruhi pembukaan stomata dan transpirasi (Wu *et al.*, 2004)
9. Mempengaruhi Penyerapan Air dan unsur hara
 - a) Banyak alelokimia yang mempengaruhi penyerapan air dan unsur hara pada akar tanaman. Alelokimia dapat menghambat aktifitas Na^+/K^+ ATPase yang terlibat dalam penyerapan dan transpor ion di membran plasma sel dan menekan penyerapan ion K^+ , Na^+ dan ion lain.
 - b) Sebagai contoh misalnya ferulic acid dapat menghambat penyerapan amonium dan nitrat.
 - c) Benzaldehyde dan 4-tertbutyl benzoic acid, juga diketahui juga menekan penyerapan air dan unsur hara
 - d) Sorgoleone dan juglone secara signifikan menghambat aktivitas H^+ ATPase activity di akar

10. Mempengaruhi sintesis asam nukleat dan protein
 - a) Alelokimia seperti alkaloid enzim DNA polimerase 1, mencegah transkripsi dan translasi DNA dan menghambat biosintesis protein
 - b) Ferulic acid dan cinnamic acid dapat menghambat sintesis protein (Li *et al.*, 2010)
11. Mempengaruhi Mikroorganisme dan lingkungan
 - a) Terdapat hubungan yang erat antara pertumbuhan tanaman dan mikroba tanah. Keberadaan alelokimia dapat memberikan pengaruh negatif maupun positif terhadap mikroba dan lingkungan
 - b) Bakteri juga dapat meningkatkan aktifitas alelokimia yang dilepaskan ke lingkungan menjadi lebih berbahaya. Sebagai contoh misalnya, non-glycosylat dapat menjadi lebih beracun setelah diuraikan oleh bakteri. Namun, bakteri juga membantu peningkatan ketahanan terhadap cekaman biotik berkaitan dengan gulma.
 - c) Degradasi mikroba dan transformasi alelokimia di tanah akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Gambar tentang pengaruh alelokimia terdapat pada gambar 4.3



Gambar 4.3. Peran mikroba dalam modulasi interaksi tanaman donor dan penerima (Cheng dan Cheng, 2015)

DAFTAR PUSTAKA

- Burgos, N. R., Talbert, R. E., Kim, K. S., and Kuk, Y. I. 2004. Growth inhibition and root ultrastructure of cucumber seedlings exposed to allelochemicals from rye (*Secale cereale*). *J. Chem. Ecol.* 30: 671–689. doi: 10.1023/B:JOEC.0000018637.94002.ba
- Chaimovitsh, D., Abu-Abied, M., Belausov, E., Rubin, B., Dudai, N., and Sadot, E. 2010. Microtubules are an intracellular target of the plant terpene citral. *Plant J.* 61: 399–408. doi: 10.1111/j.1365 313X.2009.04063.x.
- Cheng, F dan Cheng, Z. 2015. Research progress on the use of plant allelopathy in agriculture and the physiological and ecological mechanisms of allelopathy. *Frontiers in Plant Science.* 6: 1-16.
- Grana, E., Sotelo, T., Diaz-Tielas, C., Araniti, F., Krasuska, U., Bogatek, R. (2013). Citral induces auxin and ethylene-mediated malformations and arrests cell division in *Arabidopsis thaliana* roots. *J. Chem. Ecol.* 39: 271–282. doi:10.1007/s10886-013-0250-y.
- Hallak, A. M. G., Davide, L. C., and Souza, I. F. (1999). Effects of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) root exudates on the cell cycle of the bean plant (*Phaseolus vulgaris* L.) root. *Genet. Mol. Biol.* 22: 95–99. doi: 10.1590/S1415-47571999000100018
- Li, Z. H., Wang, Q., Ruan, X., Pan, C. D., and Jiang, D. A. 2010. Phenolics and plant allelopathy. *Molecules* 15: 8933–8952. doi: 10.3390/molecules15128933

- Nishida, N., Tamotsu, S., Nagata, N., Saito, C., dan Sakai, A. 2005. Allelopathic effects of volatile monoterpenoids produced by *Salvia leucophylla*: Inhibition of cell proliferation and DNA synthesis in the root apical meristem of *Brassica campestris* seedlings. *J. Chem. Ecol.* 31: 1187–1203. doi: 10.1007/s10886-005-4256-y.
- Pawlowski, A., Kaltchuk-Santos, E., Zini, C. A., Caramao, E. B., dan Soares, G. L. G. 2012. Essential oils of *Schinus terebinthifolius* and *S. molle* (*Anacardiaceae*): Mitodepressive and aneugenic inducers in onion and lettuce root meristems. *South Afric. J. Bot.* 80: 96–103. doi: 10.1016/j.sajb.2012. 03.003
- Rice, E. L. 1984. Allelopathy, 2nd ed. New York: Academic Press
- Sanchez-Moreiras, A. M., De La Pena, T. C., and Reigosa, M. J. 2008. The natural compound benzoxazolin-2(3H)-one selectively retards cell cycle in lettuce root meristems. *Phytochemistry* 69: 2172–2179. doi:10.1016/j.phytochem.2008.05.014.
- Wu, F. Z., Pan, K., Ma, F. M., and Wang, X. D. 2004. Effects of ciunamic acid on photosynthesis and cell ultrastructure of cucumber seedlings. *Acta Hortic Sin.* 31: 183–188.
- Yang, Q. H., Ye, W. H., Liao, F. L., and Yin, X. J. 2005. Effects of allelochemicals on seed germination. *Chin. J. Ecol.* 24: 1459–1465.

BAB 5

DINAMIKA POPULASI GULMA

Oleh Aulia Rahmawati

5.1 Populasi Gulma

Populasi merupakan objek dalam jumlah keseluruhan penelitian (Muis, Jufrizen and Fahmi, 2018). Populasi merupakan individu-individu yang berkumpul (Muningsih and Kiswati, 2018). Populasi merupakan kumpulan dari benda atau orang yang jumlahnya bisa saja tidak diketahui pastinya (Johar, 2018). Jadi dapat dikatakan bahwa populasi merupakan sekelompok individu dalam habitat yang sama yang menggunakan sumberdaya dengan cara yang sama dan dipengaruhi oleh beberapa faktor alam. Dalam konteks ini jika populasi gulma, maka individu-individu gulma yang merupakan satu spesies yang sama yang tumbuh dengan cara dan habitat yang sama. Adanya populasi gulma menyebabkan persaingan dengan tanaman utama sehingga semakin tinggi populasi gulma maka semakin besar kerugian yang ditimbulkan, baik bagi tanaman utama maupun bagi petani.

Populasi gulma merupakan sekumpulan organisme tumbuhan gulma yang berada dalam struktur ekologi yang sama. Populasi gulma diukur dari kepadatan populasinya. Hal ini berbanding dengan karakteristiknya, seperti persistensi, distribusi umur, kemampuan reproduksi, disperse, adaptasi, pertumbuhan, dan tingkat natalitas dan mortalitas.

5.2 Dinamika Populasi Gulma

Populasi gulma yang telah mencapai tingkat kerapatan atau kepadatan tertentu memiliki kecenderungan untuk penyebarannya semakin luas. Laju pertumbuhan populasi dapat dihitung dari jumlah individu yang bertambah dibagi dengan jangka waktu penambahan individu tersebut. Laju pertumbuhan populasi bisa juga dikenali dengan kecepatan perubahan populasi.

Pertumbuhan populasi menjadi salah satu bentuk dari dinamika populasi. Pertumbuhan populasi berarti jumlah individu gulma di suatu habitat bertambah. Perubahan populasi inilah yang memunculkan dinamika populasi yang dalam hal ini berupa populasi gulma. Jadi dinamika populasi terjadi seiring dengan perubahan ukuran populasi dalam kurun waktu yang cukup lama. Pembahasan dalam dinamika populasi yaitu bagaimana cara populasi gulma di suatu ekologi berkembang maupun menurun dan penyebabnya.

Beberapa hal yang mencerminkan dinamika populasi, antara lain natalitas, kepadatan, mortalitas, potensi biotik, perkembangan, dan bentuk. Dari beberapa faktor tersebut, yang paling menentukan dari dinamika populasi gulma yaitu natalitas (kelahiran) atau kemunculan gulma dan mortalitas (kematian) gulma. Adanya faktor-faktor tersebut menyebabkan populasi gulma dapat fluktuatif pertumbuhannya. Namun dengan adanya fluktuasi tersebut dapat menimbulkan keseimbangan di waktu tertentu. Kematian gulma dapat disebabkan karena kesengajaan yang dilakukan oleh manusia dalam mengendalikan pertumbuhan gulma, baik dengan penggunaan herbisida maupun dengan cara pengendalian fisik lain seperti penyiangan.

Dinamika populasi gulma jika dilihat dari daur hidup dan kondisi habitatnya, terdiri dari ruderal dan agrestal atau segetal. Ruderal itu pada gulma ganas, sedangkan agrestal itu pada gulma jinak atau berumput banyak (Casquero and Cantamutto, 2016).

Biotipe ruderal sering muncul di lahan sisa. Biotipe agrestal adalah salah satu gulma paling berbahaya. Interferensi biotipe agrestal dipelajari pada rentang kepadatan gulma. Agrestal sering muncul di lahan yang diolah. Semakin sering diolah, maka semakin tinggi persentasi gulma semusim. Daur hidup agrestal panjang, bisa bertahun-tahun. Benih ruderal dan agrestal dapat bertahan hingga 42 bulan di dalam tanah, membentuk *seed-bank* yang tangguh bertahan (Presotto *et al.*, 2020). Secara genetika, antara ruderal dan agrestal mirip, serta jumlah dan pola dalam memberikan respon terhadap nutrisi juga mirip. Jadi, perbedaan antara ruderal dan agrestal dilihat dari habitat asalnya dimana ruderal merupakan populasi alami, sedangkan agrestal merupakan populasi pertanian (Hermanutz and Weaver, 1996).

Dinamika populasi gulma dapat dilihat dari waktu dan jarak. Jika dilihat terkait waktu maka dilakukan dengan memeriksa jumlah biji dalam *seed bank* saat sebelum musim tanam kemudian menentukan kepadatan populasi saat awal musim tanam. Jika dilihat terkait jarak maka dilakukan berdasarkan dari satu tempat ke tempat diluar tempat tumbuhnya gulma berapa jaraknya. Dinamika populasi digunakan dalam penyusunan strategi dalam mengendalikan gulma (Sunarto, 1971). Strategi pengendalian ini dipilih yang efektif untuk diterapkan berdasarkan keadaan ekosistem gulma.

Salah satu strategi pengendalian gulma yaitu dengan penyiangan gulma. Penyiangan gulma yang berkala mengakibatkan terjadinya perubahan komposisi jenis gulma. Pola dinamika populasi gulma penting untuk diketahui karena pola dinamika populasi gulma dan perubahan komposisi jenis gulma menjadi informasi penting untuk pengendalian gulma di bidang pertanian (Maulida, 2016). Dinamika populasi gulma bertujuan untuk menentukan saat pengendalian

5.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Dinamika Populasi Gulma

Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya dinamika populasi gulma, antara lain faktor intrinsik spesies (ekotipe), faktor intrinsik populasi, dan faktor ekstrinsik (Cousens and Mortimer, 1995). Faktor intrinsik ekotipe, meliputi respon pertumbuhan atau kematian yang diakibatkan kondisi edafik maupun kondisi musim, serta karakteristik persebaran dan produksi. Faktor intrinsik populasi di habitat tertentu, meliputi tingkat kenaikan dan batas atas tingkat kepadatan populasi gulma. Faktor ekstrinsik, meliputi variabilitas akibat musim maupun akibat adanya pengolahan, distribusi spasial, perubahan habitat dan kehadiran vektor penyebaran. Faktor lain yang mempengaruhi yaitu faktor lingkungan. Adanya faktor lingkungan yang tidak menentu dapat mengakibatkan gulma mengalami peningkatan atau penurunan. Misalnya, karena intensitas cahaya yang cukup tinggi dapat mengakibatkan gulma mudah mengalami fotosintesis sehingga dinamika populasi gulma meningkat.

Dinamika populasi yang terjadi menyebabkan penyusun gulma dan komposisi menjadi fluktuatif. Komposisi gulma ditentukan oleh seleksi tumbuhan dalam penyesuaian terhadap faktor fisik dan kimia lingkungan. Setiap jenis gulma memiliki kemampuan adaptasi yang berbeda, sehingga hanya sedikit yang mampu tumbuh di kondisi lingkungan yang ekstrim.

Kerapatan populasi juga menjadi faktor yang menentukan dinamika populasi gulma. Dalam kerapatan gulma, ada istilah mekanisme "*density dependent*" atau mekanisme dinamika populasi bergantung kepada kerapatan populasi. Artinya populasi lebih dipengaruhi oleh faktor kerapatan, namun hal ini terjadi pada populasi yang jumlahnya besar. Contohnya yaitu predasi, kompetisi, dan parasitisme. Selain itu, juga ada istilah mekanisme "*density independent*" atau mekanisme dinamika populasi tidak bergantung kepada kerapatan populasi. Artinya

populasi tidak bergantung pada faktor ukuran atau kerapatan populasi. Contohnya yaitu bencana kekeringan, kebakaran hutan, dan gunung meletus.

Berikut faktor-faktor penyebab persebaran gulma, antara lain:

1. Persaingan gulma
2. Perubahan habitat gulma
3. Tekanan populasi dengan penambahan populasi

Perantara yang menyebarkan gulma, antara lain penyebaran oleh manusia, hewan, angin, dan air.

DAFTAR PUSTAKA

- Casquero, M. and Cantamutto, M. (2016) 'Interference of the agrestal *Helianthus annuus* biotype with sunflower growth', *Weed Research*, 56(3), pp. 229–236. Available at: <https://doi.org/10.1111/wre.12197>.
- Cousens, R. and Mortimer, M. (1995) *Dynamics of weed populations*. Australia: Cambride University Press.
- Hermanutz, L.A. and Weaver, S.E. (1996) 'Agroecotypes or phenotypic plasticity? comparison of agrestal and ruderal populations of the weed *Solanum ptycanthum*', *Oecologia*, 105(2), pp. 271–280. Available at: <https://doi.org/10.1007/BF00328557>.
- Johar, M.R.A. (2018) 'Pengaruh Marketing Mix Terhadap Keputusan Pembelian Pada Aldila Resto di Semarang', *Skripsi, Fakultas Ekonomi dan Bisnis*, pp. 1–13.
- Maulida, A.K. (2016) *Pengaruh Variasi Jenis Pupuk terhadap Dinamika Populasi Jenis-Jenis Gulma pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.)*. Universitas Negeri Yogyakarta. Available at: <https://eprints.uny.ac.id/40386/>.
- Muis, M.R., Jufrizen, J. and Fahmi, M. (2018) 'Pengaruh Budaya Organisasi Dan Komitmen Organisasi Terhadap Kinerja Karyawan', *Jesya (Jurnal Ekonomi & Ekonomi Syariah)*, 1(1), pp. 9–25. Available at: <https://doi.org/10.36778/jesya.v1i1.7>.
- Muningsih, E. and Kiswati, S. (2018) 'Sistem Aplikasi Berbasis Optimasi Metode Elbow Untuk Penentuan Clustering Pelanggan', *Joutica*, 3(1), p. 117. Available at: <https://doi.org/10.30736/jti.v3i1.196>.
- Presotto, A. *et al.* (2020) 'Seed bank dynamics of an invasive alien species, *Helianthus annuus* L.', *Journal of Plant Ecology*, 13(3), pp. 313–322. Available at: <https://doi.org/10.1093/jpe/rtaa016>.

Sunarto, D.A. (1971) 'Strategi teknik pengendalian tungau daun wijen', (Mk 2), pp. 70–75. Available at: <https://repository.pertanian.go.id/items/39987fd4-361a-4552-b5b0-2d89afca5bb0>.

BAB 6

ANALISIS VEGETASI GULMA

Oleh Sri Wahyuni

6.1 Pendahuluan

Berbagai masalah akibat adanya gulma di pertanian seringkali dilaporkan. Secara umum, kerugian tidak langsung akibat gulma sesungguhnya lebih tinggi dibandingkan dengan kerugian yang ditimbulkan dari serangan organisme pengganggu tanaman lainnya (Sari, 2018), keadaan ini dibuktikan dengan tingginya pengeluaran yang ditimbulkan oleh tindakan pengendalian gulma dipertanian untuk satu musim tanam dalam bentuk waktu, tenaga maupun finansial belum lagi penurunan pendapatan akibat terganggunya atau menurunnya produksi. Secara umum kerusakan tanaman dan penurunan produksi sesungguhnya sejalan dengan peningkatan populasi gulma di pertanian. Kerugian akibat gulma terjadi karena adanya perebutan terhadap sumber daya yang sama dengan yang digunakan oleh tanaman budidaya antara lain penguasaan sarana tumbuh, ruang tumbuh, nutrisi, air dan cahaya matahari (Palijama, 2012).

Status gulma dipertanian dengan segala bentuk kerugian yang ditimbulkan menyebabkan gulma menjadi perhatian lebih dalam pengendaliannya. Oleh sebab itu, ketepatan dalam menentukan cara atau metode pengendalian yang digunakan adalah keniscayaan (Afrianti *et al.*, 2014). Salah satu metode yang digunakan untuk memastikan pilihan metode pengendalian gulma yang tepat adalah memulainya dengan melakukan analisis vegetasi.

Vegetasi dapat diartikan sebagai kumpulan atau komunitas tumbuhan yang berasal dari berbagai jenis tumbuhan dan hidup dalam suatu kawasan serta saling berinteraksi antar sesama jenis atau dengan komponen ekosistem lainnya (Imaniasita, Liana and Pamungkas, 2020). Komponen, komposisi dan struktur vegetasi dalam ekosistem senantiasa mengalami perubahan sejalan dengan waktu akibat aktivitas manusia maupun adanya perubahan iklim makro dan mikro pada areal pertanian (Hidayat, 2017). Sehubungan dengan itu maka perlu dilakukan analisis vegetasi. Arlita and Dewiyanti, (2023) mengemukakan analisis vegetasi adalah sebuah kajian keilmuan ekologi yang mempelajari tentang komposisi dan struktur vegetasi penyusun ekosistem dengan menggunakan dua tahap, yakni mendeskripsikan dan menganalisa. Pakuwon *et al.*, (2018) juga mengemukakan bahwa analisis vegetasi merupakan suatu metode untuk mengetahui komposisi dari jenis yang paling dominan dalam ekosistem.

Komposisi vegetasi yang diamati dapat berupa bentuk vegetasi dari jenis rerumputan, semak-semak yang tumbuh rendah, aneka tumbuhan menjalar ataupun tanaman herba (Budi, 2018). Sehubungan dengan peran tumbuhan-tumbuhan tersebut di atas sebagai gulma dipertanaman yang memiliki kemampuan baik dalam menguasai sarana tumbuh serta tempat hidup dalam ekosistem pertanian. Kemampuan gulma dalam beradaptasi terhadap kondisi lingkungan serta menempati dan menguasai ruang tumbuh dengan cepat akan menentukan posisi gulma tersebut penting atau tidak dalam ekosistem (Ramadani, Glycine and Merill, 2021). Kondisi tersebut akan menjadi bahan pertimbangan dalam memutuskan teknik pengendalian gulma yang akan diterapkan.

Analisis vegetasi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui tatanan ataupun komposisi jenis gulma dan menentukan jenis gulma yang dominan pada suatu ekosistem (MPLK, 2022), data-data yang diperoleh dapat digunakan untuk

menentukan jenis herbisida yang akan diaplikasikan pada area tersebut. Kegiatan analisis vegetasi bertujuan untuk mengetahui tingkat kesamaan ataupun perbedaan antara dua vegetasi atau lebih (Yardha; Araz Meilin, 2004). Kegiatan ini penting dilakukan untuk mengetahui bagaimana pengaruh pengendalian yang diterapkan pada suatu area dapat mengubah komposisi gulma, sebelum dan setelah diterapkannya teknik pengendalian.

Penentuan status gulma melalui metode analisis vegetasi dapat menggunakan empat pilihan cara atau metode yang lazim digunakan yaitu metode estimasi visual atau pengamatan langsung, metode kuadrat dengan membuat satuan luasan tertentu, metode garis atau transek sesuai jalur jalan yang diambil dan metode titik dengan menggunakan alat penentuan titik sampel (MPLK, 2022)

6.2 Analisis Vegetasi Melalui Metode Estimasi Visual

Analisis vegetasi melalui metode estimasi visual cukup sulit dilakukan karena metode ini hanya dapat dilakukan oleh seseorang dengan pengalaman yang cukup karena pada teknik pengamatannya hanya mengandalkan perkiraan dari pengamat, namun demikian perkiraan yang dibuat harusnya akurat karena hasil kegiatan ini merupakan kumpulan data yang akan dipergunakan sebagai acuan dalam mengambil tindakan pengendalian.

Pengamatan dengan metode visualisasi ini dilakukan dengan menetapkan titik pengamatan yang dilakukan dari sisi atau area yang sama misalnya pada titik yang diletakkan pada bagian tengah atau sudut tertentu pada setiap petak pengamatan, posisi titik pengamatan ini harus selalu sama pada setiap petak pengamatan. Dari titik tersebut maka ditentukan variabel pengamatan vegetasi yang ditetapkan.

Kelemahan pada metode ini adalah adanya unsur subjektivitas yang tinggi dari pengamat (Effendi, 2007), biasanya jenis-jenis gulma yang memiliki tampilan menyolok dan menarik perhatian seperti dari bentuk daun yang lebih lebar atau lebih sempit dari jenis gulma lainnya, warna bunga yang lebih menarik ataupun tampilan perawakan gulma yang berbeda dari kebanyakan gulma disekitarnya mampu mempengaruhi pengamat untuk memberikan nilai taksiran tinggi pada variabel pengamatan, sebaliknya untuk jenis-jenis gulma yang asing dan kurang menarik bagi pengamat dari segi perawakan dan lainnya maka ada kemungkinan akan diberikan nilai taksiran yang rendah pada setiap variabelnya. Selain itu, hasil taksiran dari pengamatan melalui metode ini kurang dapat mewakili populasi gulma yang ada pada areal pengamatan karena penaksiran dilakukan dalam jarak jauh. Oleh sebab itu, pemilihan metode ini dalam menganalisis vegetasi gulma benar-benar harus dilakukan oleh seorang yang telah berpengalaman.

6.3 Analisis Vegetasi Melalui Metode Kuadrat

Metode kuadrat merupakan salah satu metode pengukuran vegetasi dengan menggunakan suatu ukuran luas yang dinyatakan dalam satuan luas kuadrat (misalnya m^2 , cm^2 , dan sebagainya). Dalam penentuan bentuk dan luasan petak pengamatan hendaknya dilakukan berdasarkan penentuan kurva spesies area, setelah diperoleh luas area minimum yang dapat mewakili suatu komunitas gulma telah ditentukan maka penarikan sampel dapat dilakukan (Ardiana, 2019). Bentuk petak pengamatan dapat berbentuk persegi empat (kuadrat), segi empat panjang, ataupun berbentuk lingkaran. Setiap bentuk petak contoh tentunya memiliki kelemahan dan kelebihan masing-masing sehingga penetapan penggunaannya disesuaikan dengan tujuan dan gulma sasaran yang akan dianalisis.

Menurut (Romadhon, 2008) bentuk lingkaran lebih baik digunakan untuk menganalisis vegetasi herba yang hidup bergerombol karena ukuran petak contoh dapat segera diperluas, lebih efisien dan lebih teliti. Perluasan area pengamatan dapat diperluas dengan cara mengaitkan tali pada satu titik sebagai pusat lingkaran. Sementara itu, untuk tumbuhan gulma dengan bentuk herba rendah maka petak contoh bentuk segi empat akan lebih efisien digunakan dibandingkan bentuk persegi panjang untuk ukuran luasan yang sama. Kondisi ini disebabkan karena tipe pertumbuhan tanaman herba rendah cenderung membentuk lingkaran sehingga apabila menggunakan petak contoh berbentuk persegi panjang maka akan menyebabkan adanya kemungkinan memotong area tumbuh lebih banyak dibandingkan pada petak contoh segi empat untuk luasan sampel yang sama (Nurjanah, Maesyaroh and Mutakin, 2019), dengan demikian pada petak persegi panjang memungkinkan jumlah jenis yang diamati lebih banyak.

6.4 Analisis Vegetasi Melalui Metode Garis

Metode garis atau rintisan (*line transect*), adalah jalur sempit melintang yang dibuat pada lahan atau area yang akan diamati (Anonymous, 2019). Garis transek dibuat menyilang pada satu atau beberapa bentukan vegetasi. Penggunaan metode ini dapat membantu dalam mengetahui terjadinya perubahan vegetasi dan hubungannya dengan perubahan lingkungan pada suatu lahan dengan cepat. Metode garis ini biasa digunakan pada area pengamatan baru yang belum diketahui teknik pengendalian yang telah diaplikasikan pada area tersebut (Allifah AF, Rosmawati and Jamdin, 2019). Pembuatan luasan transek dapat menyesuaikan dengan tujuan, semakin sederhana suatu vegetasi maka jalur transek semakin pendek, untuk semak belukar dapat digunakan jalur 5m – 10m, namun untuk vegetasi yang lebih

sederhana seperti rumput, ukuran petakan cukup 1m x 1 m (Wiyono, 2014).

Keunggulan jika menggunakan metode transek dalam analisis vegetasi antara lain adalah data yang diperoleh lebih akurat karena pengamat bersinggungan langsung dengan objek atau gulma yang diamati sehingga perolehan data akan lebih cermat (Tejasarwana, R. S. Wuryaniingsih, J. Prasetya, 2004). Namun demikian, metode ini juga memiliki kelemahan yaitu dibutuhkan kemampuan untuk melakukan identifikasi jenis gulma secara langsung, kemampuan analisa yang cermat, membutuhkan waktu lama dan menggunakan tenaga banyak.

6.5 Analisis Vegetasi Melalui Metode Titik

Turunan dari metode kuadrat dalam melakukan analisis vegetasi adalah metode titik (MPLK, 2022). Dimana, jika sebuah petak contoh yang menggunakan model kuadrat dan ukurannya diperkecil samapai tak terhingga maka akan sampai pada suatu titik. Hasil pengukuran variabel-variabel dalam analisis vegetasi biasanya dikelompokkan menjadi sumber data yang berbentuk kualitatif maupun kuantitatif. Data kualitatif dapat membantu pengamat dalam menggambarkan pola persebaran dari setiap jenis gulma, status gulma dalam komunitas, periodisitas dan sebagainya sedangkan data-data kualitatif dapat diketahui melalui pengamatan kondisi real di lapangan ditambah dengan adanya pengalaman yang memadai sehingga pengamat mampu memberikan gambaran menyeluruh dan baik terhadap objek pengamatan. Data kuantitatif diperoleh dari hasil penjabaran dan pengamatan tiap variabel pada setiap petak pengamatan di lapangan

Penggunaan metode ini sangat mudah, cepat dan praktis dalam pelaksanaannya, sangat cocok digunakan untuk menganalisa vegetasi gulma yang memiliki tipe pertumbuhan

merambat, menjalar, memilin dan sebagainya sehingga dengan perawakan yang demikian maka sangat sulit untuk dapat membedakan antara gulma satu dengan lainnya.

Metode pengukuran variabel pengamatan dilakukan dengan cara membuat penampang atau kerangka berukuran 1m x 1 m dimana setiap 10 cm diberikan paku atau sejenisnya sehingga dalam satu penampang terdapat 10 jajaran paku. Paku ini dapat menggambarkan dominasi gulma dalam ukuran petak contoh 1m x 1m. Cara penggunaannya adalah meletakkan kerangka pada area yang telah dipilih sebagai area pengamatan dengan arah paku menghadap ke bawah, selanjutnya paku ditekan hingga mengenai gulma di bawahnya. Batang atau bagian gulma yang terkena paku merupakan gulma yang akan dihitung sebagai data pengamatan. Dengan menggunakan perangkat ini akan membantu pengamat dalam pekerjaannya sehingga lebih mudah dan praktis tanpa harus mengeluarkan waktu untuk mememisahkan tanaman satu dengan yang lainnya sehingga pengumpulan data dapat dilakukan lebih cepat.

6.6 Pengambilan Sampling

Dalam pengambilan sampel atau contoh hendaknya peneliti memperhatikan hal – hal berikut :

1. Ukuran Petak Sampel

Luasan ukuran petak sampel ditentukan oleh 1) ukuran tumbuhan; seperti tumbuhan bawah, semai, semak, epifit dan sebagainya, semakin tinggi tumbuhannya maka semakin luas ukuran petak sampelnya, 2) kerapatan tumbuhan dimana semakin rapat tubuhan maka ukuran petak sampel semakin kecil, 3) heterogenitas, yaitu semakin heterogen maka ukuran petak sampel semakin luas. Secara prinsip pengambilan sampel harus mewakili seluruh komunitas, petakan harus besar agar semua individu dalam komunitas terwakili tetapi harus cukup kecil dan detail agar

individu yang ada dapat dipisahkan sehingga menghilangkan unsur duplikasi dalam perhitungannya dan harus mempertimbangkan tenaga, waktu dan biaya yang dibutuhkan dalam pengambilan sampel. Untuk memastikan luasan petak yang representatif penggunaan intensitas sampling dapat dilakukan, yaitu :

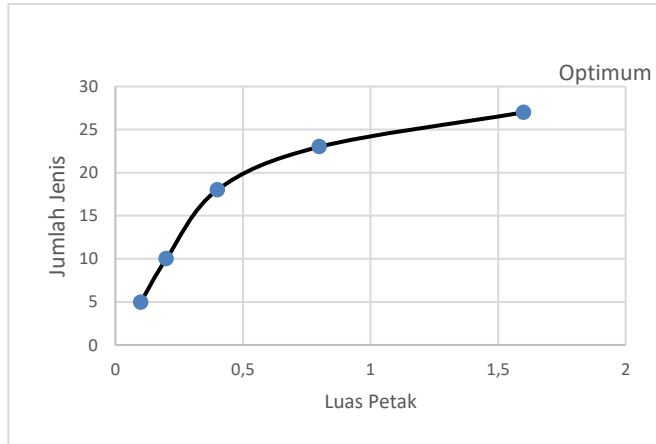
$$IS = \frac{\text{Luas contoh}}{\text{Luas areal studi}} \times 100\%$$

2. Bentuk Petak sampel

Penentuan penggunaan bentuk petak sampel akan menunjang kemudahan dalam analisis vegetasi dan efisiensi dalam pengambilan sampel. Misalnya bentuk jalur dipilih untuk mengetahui perubahan vegetasi akibat perubahan lingkungan, asalkan jalur yang diambil arahnya selaras dengan kontur. Kuadrat dipilih karena sesuai pada hampir semua tipe vegetasi dan lingkaran untuk tumbuhan bawah, dengan menggunakan bentuk ini maka error dapat diperkecil.

3. Jumlah Petak

Prinsip dalam menentukan berapa jumlah petak yang harus dibuat adalah seminimal mungkin dengan mempertimbangkan waktu, tenaga dan biaya tetapi harus mewakili seluruh vegetasi. Menentukan ukuran dan jumlah petak sampel yang optimal dapat dilakukan dengan membuat kurva species area seperti berikut :



Gambar 6.1. Kurva species area

Titik optimal diperoleh bila penambahan luas petak sampel tidak menambah jumlah jenis baru yang ditemukan atau terjadi penambahan namun maksimal hanya 5 – 10% saja. Sehingga jumlah petak sampel menyesuaikan dengan ukuran petak sampel.

4. Cara peletakan petak sampel di lapangan

Sebelum meletakkan petak contoh maka ada baiknya melakukan orientasi atau survei lokasi yang akan dianalisis vegetasinya, pengamatan pendahuluan ini akan membantu pengamat atau peneliti untuk melihat ekosistem secara keseluruhan, jenis-jenis gulma yang dominan dan bagaimana hubungan antara komunitas dengan lingkungan seperti topografinya, adanya genangan air, jenis tanah dan sebagainya hingga pada bagaimana tipe dan kerapatan gulma atau homogenitasnya. Melalui informasi-informasi tersebut maka akan ditentukan cara meletakkan petak sampel pada area pengamatan. Peletakan petak contoh dapat dilakukan secara purposive atau ditentukan dengan mengutamakan subjektivitas, cara ini dapat dilakukan jika jenis gulma yang akan kita amati sudah ditentukan sejak awal sehingga peletakan petak sampel hanya dilakukan pada area yang ditumbuhi oleh gulma sasaran. Selanjutnya,

peletakan petak contoh dengan cara di acak atau random dapat dilakukan dengan cara acak murni ataupun acak tersistematis dengan menentukan jarak antar petak sampel.

1	2	3
4	5	6
7	8	9

(a)

1	2	3
4	5	6
7	8	9

(b)

Gambar 6.2. (a) acak murni, (b) acak sistematis

6.7 Parameter dalam Analisis Vegetasi

Hasil pengamatan pada setiap variabel yang telah ditentukan selanjutnya akan diolah berdasarkan perhitungan yang telah ditetapkan oleh para ahli, rumus perhitungan tersebut digunakan untuk mengetahui besarnya **kerapatan** gulma dalam satuan luas, **frekuensi** untuk melihat seberapa sering suatu jenis gulma muncul dalam satuan luas yang selanjutnya akan terlihat **dominasi** suatu jenis gulma terhadap luas areal pengamatan, dan Indeks Nilai Penting (INP) serta Summed Dominance Ratio (SDR) yang menunjukkan kedudukan suatu jenis gulma pada ekosistem dan terakhir adalah **Keragaman Jenis** yang memperlihatkan banyaknya jenis gulma yang didukung oleh ekosistem, rumus perhitungan setiap variabel dijabarkan sebagai berikut :

Kerapatan Suatu Jenis Gulma

Kerapatan jenis merujuk pada banyaknya jumlah suatu jenis gulma pada luasan tertentu (cm^2 ; m^2 ; ha dan sebagainya) atau petak contoh. Pengukuran kerapatan akan mengalami kesulitan saat pengambilan sampel untuk jenis gulma menjalar yang memiliki tipe perakaran rimpang, untuk itu peneliti dapat membuat suatu kriteria tersendiri untuk jenis tanaman seperti ini. Untuk melakukan perhitungan kerapatan dibedakan dalam 2 kategori yaitu kerapatan mutlak dan kerapatan relatif. Kerapatan mutlak adalah jumlah individu gulma pada petak sampel dan

kerapatan relatif adalah perbandingan suatu jenis gulma dengan kerapatan semua jenis gulma yang ada pada petak contoh (Budi, 2018). Rumus perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Kerapatan Mutlak (KM)

Kerapatan mutlak diketahui dengan cara menghitung banyaknya jumlah suatu jenis dalam setiap petak contoh.

$$KM_n = \frac{\sum \text{individu suatu spesies gulma}}{\text{luas petak contoh}}$$

Dimana :

n = jenis gulma yang diamati

2. Kerapatan Relatif (KR)

Dihitung dengan cara membandingkan kerapatan mutlak satu jenis gulma dengan kerapatan mutlak semua jenis gulma

$$KR_n = \frac{\text{kerapatan mutlak suatu jenis gulma}}{\text{kerapatan mutlak seluruh jenis gulma}} \times 100\%$$

Dimana :

n = jenis gulma yang diamati

Frekuensi Suatu Jenis Gulma

Frekuensi suatu jenis gulma mengindikasikan berapa kali suatu jenis gulma muncul dalam setiap petak contoh yang dibuat. Frekuensi dinyatakan dalam bentuk hitungan persentase (%)

1. Frekuensi Mutlak (FM)

Dihitung dengan cara membuat perbandingan jumlah petak yang ditemukan suatu jenis gulma dengan jumlah seluruh petak pengamatan.

$$FM_n = \frac{\text{Jumlah petak ditemukan suatu jenis gulma}}{\text{Jumlah seluruh petak contoh}}$$

n adalah jenis gulma yang diamati

2. Frekuensi Relatif (FR)

Frekuensi relatif dihitung dengan membagi hasil perhitungan Frekuensi mutlak suatu jenis gulma dengan frekuensi mutlak semua jenis gulma

$$FRn = \frac{\text{frekuensi mutlak suatu spesies gulma}}{\text{frekuensi smutlak eluruh spesies gulma}} \times 100\%$$

Dimana :

n = jenis gulma yang diamati

Dominansi Suatu Jenis Gulma

Dominasi jenis adalah luasan suatu bidang dasar yang tertutup oleh setiap jenis gulma yang ditemukan dalam suatu plot contoh.

1. Dominansi Mutlak (DM).

Ditentukan berdasarkan hasil perbandingan luas bidang dasar suatu jenis gulma dengan luas petak pengamatan. Perhitungan nilai Dominasi mutlak dihitung dengan rumus berikut :

$$DMn = \frac{\text{luas bidang dasar suatu spesies}}{\text{luas petak contoh}} \times 100\%$$

Dimana :

n = jenis gulma yang diamati

2. Dominansi Relatif.

Ditentukan dengan membandingkan dominansi mutlak suatu jenis gulma terhadap total dominansi mutlak semua jenis gulma. Dominasi relatif dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$DRn = \frac{\text{Dominasi mutlak suatu jenis (n)}}{\text{Jumlah Dominasi seluruh jenis gulma}} \times 100\%$$

Dimana :

n = jenis gulma yang diamati

Indeks nilai penting (INP) Gulma

Nilai INP dihitung untuk menetapkan status dominasi suatu jenis gulma terhadap jenis gulma lainnya, atau dengan kata lain INP dapat membantu dalam memberikan gambaran bagaimana posisi atau kedudukan ekologis suatu jenis gulma dalam komunitas. Kehadiran suatu jenis gulma dengan nilai INP tinggi menunjukkan kemampuan gulma tersebut dalam beradaptasi

pada lingkungannya. Nilai INP dihitung berdasarkan kerapatan relatif, frekuensi relatif, dan dominansi relatif. Nilai INP dihitung berdasarkan dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{INP} = \text{Kerapatan Relatif (\%)} + \text{Frekuensi Relatif (\%)} + \text{Dominansi Relatif (\%)}$$

Untuk jenis gulma dengan tipe pertumbuhan epifit, liana dan semak nilai INP dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{INP} = \text{Kerapatan Relatif (\%)} + \text{Frekuensi Relatif (\%)}$$

Summed Dominance Ratio (SDR) atau Perbandingan Nilai Penting (PNP)

Nilai SDR atau nilai jumlah dominansi yang memperlihatkan tingkat dominansi jenis-jenis gulma dalam suatu komunitas. SDR dihitung dengan melihat perbandingan nilai INP dengan banyaknya jenis variabel yang diamati. Besaran nilai SDR berada pada rentang nilai tidak pernah lebih dari 100%. Rumus perhitungan SDR adalah sebagai berikut :

$$\text{SDR}_n = \frac{\text{INP suatu jenis gulma}}{\text{Jumlah peubah relatif yang diamati}}$$

Dimana :

n = jenis gulma yang dianalisis

Banyaknya jenis peubah relatif dapat tergantung pada variabel yang telah ditetapkan, misalnya dominansi dengan frekuensi, kerapatan dengan frekuensi, atau bisa juga dominansi, frekuensi dan kerapatan (Ardiana, 2019). Semakin banyak peubah yang digunakan maka semakin mendekati kebenaran nilai yang di duga.

Nilai SDR mamapu menggambarkan bagaimana suatu jenis gulma dalam suatu komunitas mampu beradaptasi dengan baik dan menguasai faktor-faktor pendukung bagi pertumbuhannya. Semakin besar nilai SDR menandakan semakin dominannya gulma tersebut dalam komunitas. Nilai SDR dapat diurutkan

berdasarkan besarnya nilai yang dapat menandakan bahwa urutan tersebut merupakan gambaran komposisi gulma tersebut dalam areal pengamatan.

Indeks keragaman jenis

Setelah diperoleh hasil dari perhitungan indeks nilai penting setiap jenis gulma maka dapat dihitung nilai keragaman jenis dalam komunitas yang dinyatakan dalam nilai indeks. Keanekaragaman suatu jenis gulma dalam komunitas tumbuhan dapat ditentukan dengan menggunakan teori informasi Shannon-Wiener ($\hat{H}$). Teori Shannon-Wiener ini bertujuan untuk mengukur tingkat keteraturan pada suatu sistem dalam komunitas. Indeks keanekaragaman tersebut ditentukan dengan menggunakan rumus

$$\hat{H} = - \sum p_i \ln p_i \quad \text{dimana } p_i = n/N$$

Dimana

n = Jumlah suatu jenis gulma yang diamati

N = Jumlah seluruh jenis gulma yang diamati.

Selanjutnya hasil yang diperoleh kemudian dapat dikategorikan dalam 3 kategori, yaitu :

- Jika $H' < 1$ = Rendah.
- Jika $1 < H' < 3$ = Sedang.
- Jika hasil $H' > 3$ = Tinggi

Hasil pengamatan yang diperoleh berupa data-data pada setiap parameter yang telah ditetapkan selanjutnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan rujukan untuk mengetahui jenis-jenis gulma yang bersaing dengan tanaman budidaya yang juga diketahui bagaimana tipe tumbuh, komposisi dan dominasinya di pertanaman sehingga data-data tersebut menjadi dasar pertimbangan dalam memilih dan menentukan teknik pengendalian gulma yang paling tepat dan sesuai dengan konsep Pengendalian Hama Terpadu (PHT).

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianti, I. *et al.* (2014) 'Analisis Vegetasi Gulma pada Perkebunan Kelapa Sawit (*Elaeis quinensis* Jacq.) di Desa Suka Maju Kecamatan Rambah Kabupaten Rokan Hulu'.
- Allifah AF, A. N., Rosmawati, R. and Jamdin, Z. (2019) 'Refugia Ditinjau Dari Konsep Gulma Pengganggu Dan Upaya Konservasi Musuh Alami', *Biosel: Biology Science and Education*, 8(1), p. 82. doi: 10.33477/bs.v8i1.849.
- Anonymous (2019) 'Pengenalan Agroforestry'. Available at: https://dlhk.bantenprov.go.id/upload/article/2019/Pengenalan_Agroforestry.pdf.
- Ardiana, R. (2019) *Analisis vegetasi*.
- Arlita, T. and Dewiyanti, I. (2023) 'Indeks Nilai Penting dan Keanekaragaman Jenis Vegetasi Mangrove di Pesisir Utara Aceh Besar (Importance Value and vegetation Diversity Indeks Mangroves on the North Coasth of Aceh Besar)', 8, pp. 522–531.
- Budi, G. P. (2018) 'Analisis Vegetasi dan Penentuan Dominasi Gulma Pada Pertanaman Jagung di Beberapa Ketinggian Tempat', *Aritech*, XX(1), pp. 13–18.
- Effendi, E. D. A. S. D. S. (2007) 'Gulma Penting pada Kebun Induk Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) di Pakuwon, Sukabumi dan Alternatif Pengendaliannya', pp. 267–275.
- Hidayat, M. (2017) 'Analisis Vegetasi dan Keanekaragaman Tumbuhan di Kawasan Manifestasi Geotermal Ie Suum Kecamatan Mesjid Raya Kabupaten Aceh Besar', *Biotik*, 5(2), pp. 114–124.
- Imaniasita, V., Liana, T. and Pamungkas, D. S. (2020) 'Identifikasi Keragaman dan Dominansi Gulma pada Lahan Pertanaman Kedelai', 4(1), pp. 11–16. doi: 10.20961/agrotechresj.v4i1.36449.

- MPLK, J. M. P. L. K. (2022) 'Analisis Vegetasi Gulma', 04 Agustus 2022. Available at:
<https://mplk.politanikoe.ac.id/index.php/program-studi/126-perlintan/930-analisis-vegetasi-gulma>.
- Nurjanah, D. R., Maesyaroh, S. S. and Mutakin, J. (2019) 'Identifikasi keanekaragaman dan dominansi gulma pada lahan pertanaman jeruk (Citrus Sp .) Identification of diversity and dominance of weeds on citrus fruit (Citrus Sp .) crop land Pendahuluan', 18(1), pp. 779–783.
- Palijama, W. (2012) 'Komunitas Gulma pada Pertanaman Pala (Myristica fragrans H) Belum Menghasilkan dan Menghasilkan di Desa Hutumori Kota Ambon'.
- Ramadani, A. T., Glycine, K. and Merrill, L. (2021) 'Analisis Vegetasi Gulma pada Lahan Pertanaman Kacang Kedelai (Glycine max L . Merrill)', pp. 1–13.
- Romadhon, A. (2008) 'Kajian Nilai Ekologi Melalui Inventarisasi dan Nilai Indeks Penting (INP) Mangrove Terhadap Perlindungan Lingkungan Kepulauan Kangean', 5(1), pp. 82–97.
- Sari, D. N. M. A. M. H. (2018) 'Analisis Vegetasi Tumbuhan Dengan Metode Transek (Line Transect) Di Kawasan Hutan DEudap Pulo Aceh, Kabupaten Aceh Besar', in *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, pp. 165–173.
- Tejasarwana, R. S. Wuryaniingsih, J. Prasetya, P. K. U. (2004) 'Balithi Balithi', *Hort*, 14(Edisi Khusus), pp. 343–350.
- Wiyono, S. (2014) 'Pengendalian Hama Terpadu Biointensif pada Tanaman Perkebunan', *Prosiding Seminar Nasional Perkebunan*, pp. 18–23.
- Yardha; Araz Meilin (2004) 'Efektivitas Aplikasi Beberapa Herbisida Sistemik Terhadap Gulma pada Perkebunan Kelapa Sawit Rakyat', pp. 1–6.

BAB 7

PENGELOLAAN GULMA

Oleh Lusia Danga Lewu

7.1 Pengantar

Persoalan tentang gulma sudah ada sejak zaman nenek moyang dan selalu berdampingan dengan aktivitas hidup manusia. Namun, istilah gulma mulai nampak dan lebih serius diperbincangkan ketika keberadaannya mulai mengganggu aktivitas manusia khususnya dalam kegiatan bercocok tanam untuk memenuhi kebutuhan pangan rumah tangga. Menurut Karenga dkk. (2022) gulma merupakan tumbuhan pengganggu tanaman budidaya yang keberadaannya kerap tidak dikehendaki khususnya oleh petani. Pengertian gulma tidak hanya meliputi spesies rumput-rumputan saja, tetapi juga termasuk tanaman teki-teki dan perdu lainnya

Gulma menjadi penting untuk dibahas karena keberadaannya menimbulkan kompetisi yang luar biasa dengan tanaman budidaya sehingga berpotensi menurunkan hasil panen. Kompetisi yang dimaksudkan meliputi persaingan dalam memperoleh sinar matahari, nutrisi hasil fotosintat hingga perebutan unsur hara dari dalam tanah. Widiyastuti dkk (2018) menyatakan bahwa tanaman budidaya yang tumbuh secara liar di lahan produksi yang diperuntukkan untuk jenis tanaman lainnya juga digolongkan sebagai gulma. Selanjutnya disampaikan bahwa kompetisi antara gulma dan tanaman dapat berupa kompetisi antar tajuk khususnya dalam memanfaatkan cahaya matahari serta kompetisi antar sistem perakaran dalam pemanfaatan air dan unsur hara.

Karakteristik gulma yang pertumbuhannya jauh lebih cepat dibandingkan tanaman budidaya menyebabkan keberadaannya sulit untuk dikendalikan secara tuntas. Oleh karena itu, diperlukan solusi pengelolaan yang tepat sehingga keberadaannya justru memberikan manfaat yang lebih bagi kaum petani. Dalam Pujiwati dkk.(2021) dijelaskan bahwa salah satu langkah intensifikasi lahan untuk budidaya tanaman dengan memanfaatkan sumber daya sekitar petani yang bermanfaat untuk meningkatkan hasil budidaya adalah melalui pengelolaan dan pemanfaatan gulma diantaranya sebagai bahan pupuk organik, pestisida nabati maupun produk pertanian lainnya. Kemampuannya untuk tumbuh dan beradaptasi baik pada lahan yang subur maupun tandus menyebabkan ketersediaannya selalu tersedia, berada dalam jumlah yang banyak sehingga berpotensi untuk dikelola secara baik dan dalam jangka waktu yang lama. Oleh karena itu, perlu dipikirkan pengelolaan gulma yang tepat dan berkelanjutan.

7.2 Prinsip Dasar Pengelolaan Gulma

Gulma yang berkembang dan tumbuh di sekitaran tanaman budidaya berpotensi besar menurunkan laju pertumbuhan hingga produksi tanaman budidaya. Keberadaannya pun dapat menghalangi tercapainya sasaran produksi maksimal per tanaman. Salah satu yang dapat dilakukan oleh petani untuk mengatasi hal ini adalah melalui pengelolaan gulma yang efektif, efisien dan berkelanjutan. Dalam proses pengelolaan gulma tentu dibutuhkan pengetahuan yang memadai khususnya tentang gulma yang akan dikelola atau dimanfaatkan. Pengetahuan yang dimaksud meliputi kemampuan adaptasi, mekanisme perkembangbiakan, teknik penyebarannya, tipe pertumbuhan serta kandungan dari gulma tersebut dan masih banyak yang harus dipelajari.

Terdapat 3 metode untuk mengelola serta mengurangi populasi gulma yaitu :

1) Preventif (Pencegahan)

Tindakan ini merupakan kegiatan untuk mengantisipasi dan mencegah penyebaran biji maupun organ vegetatif gulma. Program pencegahan membutuhkan kerja sama berbagai pihak untuk tidak memberikan kebebasan penuh kepada masyarakat dalam membawa bibit maupun benih dari luar daerah. Seringkali gulma dapat dianggap sebagai tanaman hias di daerah lain, tetapi belum tentu saat ditanam di daerah yang baru dimana keberadaannya justru akan menjadi saingan utama bagi tanaman budidaya.

2) *Weed Control* (Pengendalian Gulma)

Tindakan pengendalian bertujuan untuk mematikan gulma dalam jumlah yang cukup sehingga masih ada sisa gulma di lahan namun tidak cukup untuk bersaing dengan tanaman budidaya.

3) Eradikasi (Pemusnahan)

Pelaksanaan tindakan eradikasi dilakukan dengan cara memusnahkan gulma secara total. Eradikasi meliputi pemberantasan terhadap gulma yang ada dipermukaan tanah, biji yang tersebar sampai kepada bagian-bagian vegetatif yang masih ada dalam tanah.

Namun, tindakan eradikasi ini seringkali membutuhkan biaya yang mahal dan tenaga yang banyak sehingga jarang sekali dijadikan alternatif utama dalam tindakan pengendalian gulma (Bahrul dkk.,2014)

7.3 Pengelolaan Gulma

Pada kenyataannya keberadaan gulma memang tidak akan mampu dikendalikan hingga 100%. Sehingga perlu dipikirkan solusi pengelolaannya secara baik meliputi pengendalian maupun pemanfaatan gulma. Tindakan pengelolaan diharapkan tepat, bernilai ekonomis dan ramah lingkungan sehingga tetap menyediakan kondisi yang baik bagi tanaman budidaya. Keberadaan gulma yang melimpah di lahan pertanian selain

mengganggu, ternyata berpotensi besar untuk dimanfaatkan. Berikut ini beberapa hasil penelitian terkait pemanfaatan gulma :

- 1) Penelitian Astriani (2010) memanfaatkan gulma babadotan (*Ageratum conyzoides*) dan tembelean (*Lantana camara*) dalam berbagai konsentrasi perlakuan sebagai pestisida nabati untuk mengendalikan hama *Sitophyllus spp.* pada benih jagung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam konsentrasi ekstrak babadotan dan tembelean 6% mampu menyebabkan mortalitas hama *Sitophyllus spp.* tertinggi hingga hari ke-21 masing-masing sebesar 67,5% dan 82,5%. Selanjutnya diperoleh Pestisida nabati babadotan dosis 6% dapat mempertahankan viabilitas benih jagung yang disimpan selama 70 hari, lebih baik daripada dosis 2% dan 4% serta pestisida nabati tembelean dosis 2%, 4% atau 6%. Bahan aktif yang terdapat dalam ekstrak gulma tersebut mampu menekan populasi hama, mengganggu peletakan serta merusak perkembangan telur dan menghambat reproduksi hama. Bahan aktifnya adalah saponin yang berperan memberikan daya relepensi yang besar serta menghambat pertumbuhan larva menjadi pupa (Saenong, 2016).
- 2) Penelitian Hasibuan dkk. (2021) memanfaatkan gulma *Tithonia diversifolia* sebagai pupuk organik (pupuk bokashi) pada tanaman jagung manis dengan perlakuan pertama yaitu dosis pupuk bokashi titonia 10, 20, dan 30 t/ha yang dikombinasikan dengan frekuensi aplikasi 1 dan 2 kali aplikasi. Hasil penelitian menunjukkan pemberian pupuk organik berbahan dasar gulma *Tithonia diversifolia* dengan dosis 20 ton/ha (frekuensi pemberian pupuk sebanyak 2 kali) mampu memberikan hasil jagung manis dengan rata-rata 19,05 ton/ha.
- 3) Penelitian Lestari (2016) mengkaji tentang pemanfaatan gulma paitan (*Tithonia diversifolia*) sebagai salah satu bahan dasar pembuatan bahan organik yang unggul khususnya dalam budidaya tanaman kedelai. Adapun keunggulan dari gulma paitan adalah :



Gambar 7.1. Gulma *Tithonia diversifolia*

- Potongan gulma paitan dapat digunakan sebagai mulsa penutup tanah yang berfungsi mengurangi penguapan serta meminimalisir perubahan suhu tanah. Sifatnya yang mudah mengalami penguraian dan unsur hara yang mengalami daur ulang dalam waktu singkat sangat mendukung kesuburan lahan.
 - Sisa pemangkasan gulma paitan juga dapat dijadikan kompos, mampu meningkatkan kadar unsur hara makro dalam tanah (Nitrogen, Fosfat, Kalium dan Magnesium), sebagai sumber makanan bagi mikroba tanah serta meningkatkan kesuburan tanah
 - Serasah gulma paitan dapat dimanfaatkan sebagai pupuk hijau dan substitusi pupuk anorganik. Seluruh brangkasan gulma ini menghasilkan biomassa yang tinggi yaitu 1,7-2 kg/ tahun. Dalam Widyaningrum (2020) dijelaskan bahwa paitan mengandung 2,7-3,59% N; 0,14-0,47% P; dan 0,25-4,10% K, sehingga pemberian kompos paitan dapat mengurangi penggunaan dosis pupuk anorganik.
 - Daun gulma paitan yang sudah mengering mengandung unsur hara Nitrogen 3,5-4,0% ; Fosfor 0,35-4,1% ; K 3,50-4,10%, Ca 0,59%, dan Mg 0,27%. Pupuk hijau dari paitan juga dapat mensubstitusi pupuk KCl (Sianturi, 2022).
- 4) Penelitian Fernandes (2013) mengeksplorasi beberapa jenis gulma yang berpotensi sebagai tanaman obat. Dijelaskan bahwa beberapa gulma berubah status dari tumbuhan obat menjadi fitofarmaka dan bahan obat

modern untuk meningkatkan kesehatan masyarakat. Gulma tersebut diantaranya adalah sebagai berikut *Phyllanthus niruri* L., *Centela asiatica* (L.) Urb., *Imperata cylindrica*, *Ageratum conyzoides* L., *Mimosa pudica* L., dan *Selaginella doederlinii* Hieron.



Phyllanthus niruri L



Centela asiatica (L.) Urb



Imperata cylindrica



Ageratum conyzoides L



Mimosa pudica L.,



Selaginella doederlinii Hieron.

Gambar 7.2. Gulma yang berpotensi sebagai tanaman obat

- 5) Kegiatan pengabdian kepada masyarakat oleh Noor dkk.,(2019) di Desa Jelapat I Kabupaten Barito Kuala, melakukan pelatihan dengan memanfaatkan gulma eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) menjadi kerajinan tangan yang bernilai ekonomis sehingga menambah pendapatan petani mitra. Kegiatan ini bermula dari keresahan warga akan banyaknya gulma eceng gondok di sungai sehingga sangat menghalangi kelancaran transportasi air.



Gambar 7.3. Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan produk kerajinan tangan

- 6) Penelitian Syarifah (2020) memanfaatkan gulma *Mimosa invisa* sebagai pengendali organisme pengganggu tumbuhan (OPT) khususnya belalang dan kutu putih palsu, mengurangi intensitas infeksi yang dilakukan patogen seperti bercak cokelat dan hawar daun yang disebabkan oleh bakteri.



Gambar 7.4. Gulma *Mimosa invisa*

Kandungan bahan kimia gulma ini berupa metabolit sekunder yang disebut mimosin, serta asam pipekolinat, tannin, alkaloid, saponin, triterpenoid, sterol, polifenol dan flavonoid. Adanya kandungan bahan kimia memungkinkan memanfaatkan gulma *M. invisa* sebagai pestisida nabati. Berdasarkan beberapa penelitian, ekstrak dari batang dan daun Mimosa mampu mengendalikan pathogen penyebab antraknosa dan alternaria. Aplikasi akar Mimosa pada tanaman cabai juga mampu menekan sebaran penyakit pada buah dan daunnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrida, T. (2021). *TA: INDENTIFIKASI GULMA DOMINAN DAN EFEKTIFITAS PENGENDALIAN GULMA SECARA MANUAL PADA TANAMAN PORANG (Amorphophallus muelleri, Blume)* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Lampung).
- Astriani, D. (2010). Pemanfaatan gulma Babadotan dan Tembelekan dalam pengendalian Sitophillus spp. pada benih jagung. *Jurnal AgriSains*, 1(1).
- Bahrin, A., Taufik, M., Afa, L. O., Sutariati, I. G. A. K., Rakian, T. C., & Leomo, S. (2014). *Agronomi, Teori dan Aplikasi Praktis*.
- Fernandes, A. (2013). Potensi Gulma Sebagai Tumbuhan Obat. In *Prosiding Seminar Nasional Tumbuhan Obat Indonesia* (Vol. 44, pp. 384-390).
- Hardjosuwarno, S. (2020). Sifat Karakteristik dan Klasifikasi Gulma. *Ekologi Gulma*, 1-27.
- Haryanto, D. (2017). *Identifikasi Gulma Di Lahan Pertanian Padi (Oryza sativa L.) Pasang Surut di Desa Pegayut Kecamatan Pemulutan Kabupaten Ogan Ilir Dan Sumbang Sihnya Pada Pokok Bahasan Keanekaragaman Hayati Kelas X Di MA/SMA* (Doctoral dissertation, UIN RADEN FATAH PALEMBANG).
- Hasibuan, I., Sarina, A. D., & Damayanti, A. (2021). Pemanfaatan gulma titonia (*Tithonia diversifolia*) sebagai pupuk organik pada tanaman jagung manis. *Jurnal Agroqua: Media Informasi Agronomi dan Budidaya Perairan*, 19, 55-63.
- Karenga, F., Killa, Y. M., & Kapoe, S. K. K. (2022). Analisis Vegetasi Gulma di Lahan Jagung Di Desa Umbu Pabal Selatan Kabuapten Sumba Tengah. *Agriland: Jurnal Ilmu Pertanian*, 10(1), 12-15.
- Lestari, S. A. D. (2016). Pemanfaatan paitan (*Tithonia diversifolia*) sebagai pupuk organik pada tanaman kedelai.
- Noor, H., Fauzan, R., & Sholihin, F. (2019). Pemanfaatan eceng gondok untuk pemberdayaan ekonomi masyarakat di desa Jelapat I Kabupaten Barito Kuala. *Jurnal IMPACT: Implementation and Action*, 1(2), 152-161.

- Pujiwati, H., Susilo, E., Handayani, S., & Sari, D. N. (2021). Pelatihan pembuatan pupuk kompos berbahan gulma di Desa Meok Kecamatan Enggano Kabupaten Bengkulu Utara. *PAKDEMAS: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 13-18.
- Saenong, M. S. (2016). Tumbuhan Indonesia potensial sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan hama kumbang bubuk jagung (*Sitophilus Spp.*).
- Saputri, R., Ratnadewi, Y. D., Tjitrosoedirdjo, S., & Setyawati, T. (2022). Efektifitas Triklpir dan Fluroksipir dalam Pengendalian Gulma Berdaun Lebar di Savana Bekol Taman Nasional Baluran. *EKOTONIA: Jurnal Penelitian Biologi, Botani, Zoologi dan Mikrobiologi*, 7(1), 61-68.
- SIANTURI, R. (2022). PENGARUH PEMBERIAN PUPUK ORGANIK CAIR KYPAHIT (*Tithonia diversifolia*) DAN PUPUK KANDANG AYAM TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN MENTIMUN (*Cucurmis sativus L.*).
- Syarifah, R. N. K. (2020). Pemanfaatan Gulma Mimosa invasi sebagai Pengendali Organisme Pengganggu Tanaman. *Biofarm: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 16(2).
- Widyaningrum, R. (2020). *Pemanfaatan daun Paitan (Tithonia diversifolia) dan Daun Lamtoro (Leucaena leucocephala) Sebagai Pupuk Organik Cair (POC)* (Doctoral dissertation, UIN Raden Intan Lampung).
- Widiyastuti, D. A., & Kurniawan, A. (2018). PENGENDALIAN GULMA PADA TANAMAN MENGHASILKAN KELAPA SAWIT (*Elaeis gueneensis Jack.*) DI PT KHARISMA ALAM PERSADA KABUPATEN TAPIN. *AGRISAINS*, 4(01), 21-26.

BAB 8

PENGENDALIAN GULMA SECARA MEKANIK

Oleh Fina Dwimartina

8.1 Pendahuluan

Pengendalian gulma secara mekanik merupakan usaha pengendalian gulma secara langsung yaitu menekan pertumbuhan gulma dengan cara merusak tanaman sehingga gulma tersebut mati atau terhambat pertumbuhannya. Dalam pelaksanaannya biasanya menggunakan alat-alat mulai dari yang sederhana seperti sabit, cangkul, dan alat-alat yang menggunakan mesin. Alat-alat sederhana biasanya digunakan dengan memakai tenaga manusia (manual). Berdasarkan peralatan yang digunakan, pengendalian gulma secara mekanik dapat dibagi menjadi pengendalian gulma dengan menggunakan tangan (manual), dan pengendalian gulma dengan menggunakan mesin (Pawirosemadi, 2011).

Pengendalian gulma dengan menggunakan tangan dengan cara manual atau pencabutan dapat berhasil dengan baik apabila digunakan untuk pengelolaan gulma yang mudah di cabut dan kurang berhasil untuk gulma yang mempunyai rimpang (rhizoma), geragih (stolon), atau berumbi. Gulma semusim atau setahun yang memiliki siklus hidup pendek dan berkembangbiak dengan membentuk biji akan efektif apabila dikendalikan secara mekanik sebelum membentuk biji (Brilliantika, 2015).

Selain penyiangan manual, pengendalian gulma mekanik juga dapat dilakukan dengan penggunaan alat mesin pertanian menggunakan bajak, alat garu ataupun penekanan gulma

menggunakan alat *weeder rake*, *rotavator*, *spring tyne cultivator*. Penyiangan gulma merupakan tindakan pengelolaan gulma yang bertujuan untuk mengurangi/menghilangkan adanya kompetisi antara gulma dengan tanaman. Penyiangan gulma dapat dilihat sebagai tindakan pencegahan maupun tindakan pengendalian gulma. Penyiangan gulma didasarkan pada fase pertumbuhan gulma. Penyiangan yang dilakukan sebelum gulma memasuki fase generatif dapat mencegah perkembangan dan penyebaran gulma melalui biji dan juga mencegah penambahan biji gulma di dalam tanah “seed bank”. (Sumekar *et al.*, 2018).

Lingkungan bebas gulma sangat penting bagi asupan nutrisi yang efisien. Hal ini dapat dicapai dengan membajak tanah yang dalam dan menghilangkan gulma tahunan. Menyiangi menggunakan tangan dan mesin (30, 60, dan 90 hari sesudah tanam) lebih baik untuk keutuhan jangka panjang. Mengendalikan gulma sesuai dengan langkah-langkah harus dilakukan agar dapat meminimalkan kerugian produksi (Brilliantika, 2015).

8.2 Kekurangan dan Kelebihan Pengendalian Gulma Secara Mekanik

Teknik pengendalian gulma secara mekanik mempunyai beberapa kelebihan antara lain tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan karena tidak menggunakan bahan kimia seperti terjadinya akumulasi bahan kimia dalam tanah, matinya mikroorganisme yang bermanfaat di dalam tanah dan timbulnya persistensi atau sifat ketahanan gulma terhadap aplikasi herbisida berbahan aktif sama secara terus-menerus. Selain itu juga mempunyai kelebihan dapat dilakukan pada tempat tumbuhnya gulma yang mungkin tidak dapat dijangkau dengan pengendalian secara kimia dengan herbisida seperti di seputar tajuk tanaman. (Alfredo, 2012).

Pengendalian gulma dengan menggunakan mesin dalam pengelolaan dapat berupa alat yang paling sederhana sampai alat besar. Alat-alat pengolahan tanah, seperti cangkul, bajak, maupun garu sangat efektif untuk mengendalikan gulma pada pertanian tradisional. Penyiangan gulma dengan alat gasrok dianjurkan karena ramah lingkungan, ekonomis, hemat tenaga kerja, dapat meningkatkan udara di dalam tanah dan merangsang pertumbuhan akar padi lebih baik, serta dapat membenamkan pupuk dalam tanah sehingga pemupukan menjadi lebih efisien. Penyiangan gulma dengan cara menggaskok dapat dilakukan pada tanaman berumur 10-15 hari setelah tanam dengan kondisi tanah macak-macak pada ketinggian air 2-3 cm. (Suryana *et al.*, 2007).

Penyiangan yang paling baik dilakukan pada saat pertumbuhan aktif dari gulma. Hal ini disebabkan karena pencabutan dengan tangan atau dengan menggunakan alat sederhana menyebabkan umbi, rimpang, dan geragih tetap tertinggal dalam tanah dan tumbuh kembali. Penyiangan dengan tangan memerlukan banyak waktu dan tenaga. Jika ditinjau dari kerusakan yang ditimbulkan, cara ini paling sedikit menimbulkan kerusakan pada tanaman utama. Cara pengendalian gulma dengan cara mencabut banyak dilakukan di perkebunan karet, kelapa sawit, kopi, kakao, dan lain-lain. Apabila ditinjau dari segi penyebaran gulma, sebaiknya pembabat dilakukan sebelum gulma berbunga dan menghasilkan biji. Cara pembabatan merupakan cara yang paling dianjurkan untuk pencegahan erosi dan pengawetan tanah. Pembabatan gulma sebaiknya dilakukan sebelum penaburan pupuk sehingga pemupukan akan lebih efektif. (Sukman & Yakub, 2002).

Selain itu teknik pengendalian gulma secara mekanik juga mempunyai kekurangan yaitu memerlukan tenaga kerja yang lebih banyak sehingga memerlukan biaya dan waktu yang lebih banyak pula untuk pengendalian gulmanya. Dalam melakukan pengendalian mekanik perlu diperhatikan bahwa kadang-kadang

tindakan tersebut dapat membantu penyebaran penyakit secara tidak sengaja. Misalnya pada waktu menyiang gulma dapat menularkan beberapa penyakit yang disebabkan oleh virus secara mekanik. (Triharso, 1978).

Penyiangan dengan menggunakan tangan membutuhkan waktu yang lama, biaya tenaga kerja yang lebih banyak, dan pada saat awal fase pertumbuhan tanaman sulit untuk membedakan antara tanaman dan gulma. Penyiangan yang terlalu dalam dapat merusak akar tanaman serta membawa biji gulma ke permukaan tanah. Penyiangan lebih efektif dilakukan pada gulma dengan sistem perakaran yang pendek. Penyiangan yang paling baik dilakukan pada saat siang hari saat cuaca kering dan panas sehingga gulma tersebut tidak mampu tumbuh kembali (McErlich *et al.*, 2014).

8.3 Teknik Pengendalian Gulma Secara Mekanik

Waktu pelaksanaan merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan dalam pengendalian gulma secara mekanis. Pada pengelolaan gulma rye grass (*L. multiflorum*) pada padi di Jepang berkesimpulan bahwa waktu yang paling tepat memotong gulma adalah pada saat gulma sedang berbunga. Pada saat berbunga, karbohidrat pada jaringan tanaman di atas tanah sangat tinggi. Selain itu, pemotongan gulma pada saat berbunga menyebabkan produksi biji pada generasi berikutnya sangat berkurang dan biji yang terbentuk daya kecambahnya sangat rendah. (Handayani *et al.*, 2017). Penyiangan yang paling baik dilakukan pada saat siang hari saat cuaca kering dan panas sehingga gulma tersebut tidak mampu tumbuh kembali (McErlich *et al.*, 2014)

Penelitian yang dilakukan di Bangladesh menunjukkan hasil bahwa dengan melakukan penyiangan pada umur tanaman 15 dan 30 HST dapat meningkatkan hasil sebesar 73% dibandingkan

dengan tidak ada dilakukan pengendalian gulma (Khan *et al.*, 2014)

Penyiangan yang dilakukan sebelum gulma memasuki fase generatif dapat mencegah perkembangan dan penyebaran gulma melalui biji dan juga penambahan biji di dalam tanah. Penyiangan yang intensif menyebabkan akar-akar tanaman budidaya dapat dengan mudah rusak. Kelebihan pengendalian gulma secara mekanik adalah tidak menimbulkan dampak negative terhadap lingkungan karena tidak menggunakan bahan kimia dan dapat dilakukan pada tempat tumbuhnya gulma yang mungkin tidak dapat dijangkau dengan pengendalian secara kimia dengan herbisida. Sedangkan kekurangannya yaitu memerlukan tenaga kerja yang lebih banyak sehingga memerlukan waktu dan biaya yang lebih banyak untuk pengendalian gulma (Inrawanto, 2010).

Pengelolaan gulma dengan pencabutan terutama dilakukan di perkebunan karet, kelapa sawit, kopi, kakao dan lainnya. Dari sudut pandang perbanyakan gulma, yang terbaik adalah menghilangkan gulma sebelum berbunga dan mengatur benih. Pembukaan adalah cara yang paling direkomendasikan untuk mencegah erosi dan melestarikan tanah. Penyiangan sebaiknya dilakukan sebelum tanam agar pemupukan lebih efektif. (Pawirosemadi, 2011).

Pengelolaan gulma pengolahan tanah dapat digunakan untuk pengendalian gulma musiman dan tahunan. Pengolahan tanah selain untuk pengendalian gulma juga dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah agar lebih siap untuk ditanami. Pengolahan tanah dapat dilakukan dengan alat sederhana maupun dengan alat besar. (Pawirosemadi, 2011).

Gulma yang tumbuh ditempat yang dapat dijangkau alat berat maupun herbisida seperti di saluran irigasi atau diparit antar bedengan tanaman dapat dikendalikan secara mekanik. Pengendalian secara mekanik dapat dilakukan dengan cara menyanggul gulma dengan cangkul sampai saluran irigasinya

bersih dan pengairan tanaman dapat lancar. Kajian aplikasi herbisida dan penyiangan dalam mengendalikan gulma pada pertumbuhan vegetatif awal tebu. Aplikasi penggunaan penyiangan yang mampu menekan pertumbuhan gulma adalah penyiangan 9 mst. (Pawirosemadi, 2011).

Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan penanggulangan gulma secara kimiawi dan mekanik terhadap bobot kering gulma. Terdapat beberapa jenis spesies gulma tanaman tebu yakni *Asclepias currassavica*, *Axonophus compressus*, *Carex pallescens* L., *Commelina diffusa*, *Cyperus rotundus*, *Dactyloctenium aegyptium* L., *Digitaria* sp, *Echinocloa colonum*, *Imperiata cylindrica*, *Ipomea aquatica*, *Melothria pendula*, *Merremia umbellate* L., *Phyllanthus niruri*, *Portulaca oleacea*, *Rhinchosia minima* L. *Cloris barbata*, *Eclipta prostrata*, *Euphorbia hirta*, *Euphorbia heterophylla*, *Cynodon dactylon*, *Cleome ruditosperma*. (Pawirosemadi, 2011).

Penelitian yang dilakukan di Bangladesh menunjukkan hasil bahwa dengan melakukan penyiangan pada umur tanaman 15 dan 30 HST dapat meningkatkan hasil sebesar 73% dibandingkan dengan tidak ada dilakukan pengendalian gulma (Khan *et al.*, 2014).

Pengendalian gulma secara mekanik (penyiangan) dapat dilakukan setelah tanaman tumbuh dan terutama sebelum tanaman mencapai periode kritis. Perlakuan dengan pengaplikasian herbisida diikuti dengan penyiangan menunjukkan peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan hanya perlakuan herbisida. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan penyemprotan herbisida Oksifluorfen 480 g ha⁻¹ dan penyiangan 15+30 HST merupakan pengendalian paling efektif dan efisien dibandingkan dengan perlakuan lainnya yang dapat mengendalikan gulma sampai pada 30 HST. (Khan *et al.*, 2014).

Gulma setelah dicabut, biasanya langsung ditanamkan ke dalam tanah, oleh karena itu, untuk memudahkan pekerjaan lahan sawah harus dalam keadaan berair dan berlumpur. Apabila sawah dalam keadaan macak-macak atau kering, perumpukan/penyiangan akan terganggu karena gulma-gulma akan sulit dicabut. Bagian vegetatif gulma (akar, umbi, dan batang) karena tanah melengket akan putus sewaktu dicabut dan tertinggal di dalam tanah, dan dalam waktu yang relatif singkat bagian-bagian ini akan tumbuh kembali (recovery) dan akan menjadi masalah atau menjadi saingan tanaman padi. Tanah sawah di lahan rawa pasang surut biasanya melengket apabila tanah dalam keadaan macak-macak. Kondisi seperti ini menjadi masalah saat melakukan penyiangan (Brilliantika, 2015).

Penyiangan sangat penting untuk memastikan lingkungan tanaman bebas gulma. Dengan penanaman lahan bebas gulma, maka tanaman padi tidak akan tersaingi oleh gulma sehingga dapat tumbuh dengan baik dan kebutuhan nutrisi dapat terpenuhi secara optimal. Pekerjaan penyiangan gulma pada pertanaman padi di sawah pasang surut biasanya dilakukan minimal dua kali per musim tanam, yakni pada saat tanaman padi berumur 3-4 minggu setelah tanam atau setelah pertumbuhan gulma memperlihatkan penutupan 2: 25%, kemudian pada saat 7-8 minggu setelah tanam. Total tenaga kerja yang diperlukan untuk pengendalian gulma dengan cara manual berkisar antara 40-50 OH/ha/musim, bahkan dapat lebih banyak tergantung dengan kondisi pertumbuhan gulmanya (Sukman & Yakub, 2002).

Dari segi sosial, penyiangan manual paling baik diterapkan di tempat-tempat yang sumber tenaga kerja (pekerja pertanian) banyak, mudah didapat, dan upah relatif murah. Di daerah di mana tenaga kerja sangat langka dan upah tinggi, seperti di daerah berawa, penyiangan manual kurang dianjurkan karena kurang menguntungkan. Pengendalian gulma dengan cara lain dapat lebih hemat biaya dibandingkan dengan penyiangan secara

manual, misalnya dengan cara kimiawi di daerah yang sulit diperoleh tenaga kerja. Penyiangan manual (menggunakan alat mekanis) tetap menjadi pilihan terbaik dan teraman dibandingkan dengan menggunakan bahan kimia (herbisida) selama tenaga kerja tersedia, mudah diperoleh dan upah sebanding, relatif murah. Meskipun demikian, cara manual ini masih relatif lebih mahal dan kurang efisien walaupun lebih layak dan ramah lingkungan dibandingkan dengan penggunaan herbisida. Sebagai ilustrasi, pengendalian gulma cara manual di lahan sawah pasang surut di Kalimantan Selatan, dengan kondisi tingkat penutupan gulma sekitar 20-30% diperlukan tenaga kerja untuk satu kali menyanggul gulma sekitar 20-25 OH/ha (dengan catatan tenaga kerja yang dipekerjakan cukup terampil dan sudah biasa), dan kondisi lahan cukup baik yakni kondisi tanah berlumpur dan berair. Akan tetapi, karena permasalahan tenaga kerja di kawasan lahan rawa pasang surut sangat sulit dan mahal, maka cara manual ini kurang menguntungkan untuk diterapkan terutama apabila tingkat produksi padi yang diperoleh masih cukup rendah atau kurang dari 3,0 t/ha. Pertimbangan lain mengapa cara manual ini kurang relevan untuk dianjurkan dan tidak berkembang di lahan sawah pasang surut, disebabkan kurangnya minat orang muda yang tertarik di bidang pertanian sehingga tenaga kerja keluarga terbatas yang berpartisipasi dalam sistem usaha tani. Keterbatasan tenaga kerja ini, mengharuskan petani untuk mencari tenaga kerja upahan untuk kegiatan usaha taninya (pengendalian gulma). Jumlah tenaga kerja keluarga yang terbatas (rata-rata hanya 2 orang), upah tenaga kerja mahal dan permodalan petani sangat lemah, mengakibatkan petani hanya dapat menggarap lahan sawah yang luasnya sangat terbatas. (Moenandir, 1990).

Alat bajak digunakan untuk mengendalikan gulma sehubungan dengan kegiatan persiapan tanam yaitu pengolahan tanah. Bajak tidak digunakan untuk mengendalikan gulma pada saat pembibitan di sawah. Di sawah pasang surut, sejumlah alat

penyiangan telah digunakan untuk mengendalikan gulma, termasuk penyang, anakan (tunggal dan ganda) yang banyak digunakan di sawah basah. Meskipun alat ini cukup baik dan efektif untuk menghilangkan gulma di area penanaman padi, penggunaan alat penyiangan bahkan lebih jarang digunakan di area berawa. Mengapa alat ini kurang berkembang karena pada umumnya petani masih bercocok tanam padi di lahan dan belum menerapkan cara tanam jarak tanam yang merata seperti tegel atau jajar legowo. Penggunaan alat penyiangan (landak dan gasrok) memiliki persyaratan antara lain cara menanam padi dan jarak agar alat tersebut dapat digunakan secara efektif. (Moenandir, 1990).

Banyak jenis dan bentuk alat penyiangan telah dirancang, diproduksi dan dipasarkan, namun penggunaannya tetap perlu diperhatikan agar pengendalian gulma dapat memberikan hasil yang maksimal, efektif, kinerja dan profitabilitas dalam sistem usahatani padi. Keefektifan alat penyiangan dalam pengendalian gulma dipengaruhi dan tergantung pada kondisi tanah (karakteristik tanah) dan sistem pengelolaan air di lahan sawah, serta penerapan alat pengendalian tersebut. Pengendalian gulma seperti landak dan gasrok memerlukan persyaratan, yaitu cara dan sistem budidaya padi serta kondisi tanah yang harus tergenang air. Ada mesin pemotong rumput bertenaga manusia dan mesin (traktor tangan) tergantung fungsi dan tujuan penggunaannya. Secara umum, untuk sawah surut, karena medan yang sangat spesifik, gulma tumbuh, menggunakan banyak energi manusia. Alat penyiangan listrik belum diimplementasikan, meskipun alat yang baru diperkenalkan masih dalam tahap penelitian untuk pengembangan lebih lanjut. Pada tingkat penelitian penggunaan gasrok dan *wheel weeder* sudah dilakukan dengan hasil yang baik, namun penerapannya pada skala pertanian belum berkembang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat penyiangi gasrok dan landak cukup baik dan efektif dalam pengendalian gulma pada lahan sawah pasang surut, baik

pada tanah potensial, tanah alkalin maupun tanah gambut di Kalimantan Selatan. Alat ini dapat mengendalikan atau mencegah pertumbuhan gulma hingga tutupan kurang dari 30 % dan dapat menghasilkan hasil padi yang cukup tinggi. (Simatupang & Broker, 1998).

Pengalaman di lapangan, lahan sawah yang tidak melumpur secara baik, alat penyiang gulma (gasrok dan landak) ini sulit/tidak dapat dioperasikan secara maksimal karena alat melengket dengan tanah. Hasilnya juga tidak dapat sempurna karena masih ada sisasisa gulma yang tidak dapat dijangkau oleh alat ini, kemudian gulma tumbuh kembali. Pada pertanaman padi yang jarak tanamnya tidak teratur, alat penyiang gulma ini sulit dioperasikan/tidak mungkin digunakan. Pada pertanaman padi yang jarak tanamnya tidak teratur, walaupun penggunaan alat dipaksakan maka akan menimbulkan kerugian karena alat ini dapat merusak perakaran tanaman padi. Kelemahan yang ditemukan pada alat penyiang gulma gasrok dan landak ialah, alat tidak dapat menjangkau gulma yang tumbuh disekitar batang tanaman padi, sehingga gulma yang dekat tanaman padi masih tersisa. Oleh karena itu, untuk membersihkan yang tumbuh di sekitar batang tanaman padi harus dibantu dengan cara manual (dengan tangan) agar diperoleh area yang bersih dari gulma. Ada tambahan kegiatan yang memerlukan tambahan tenaga kerja dan biaya (Simatupang & Broker, 1998).

Penggunaan alat penyiang gulma yang tidak tepat/tidak sesuai akan menimbulkan kerugian, dan memberikan pengaruh yang kurang baik terhadap tanaman padi. Salah satu contoh, petani yang ingin melakukan penyiangan gulma menggunakan alat mekanis traktor tangan, jika persyaratan penggunaan alat ini tidak terpenuhi terutama jarak tanam tidak teratur akan menyulitkan untuk mengoperasikan alat tersebut. Alat yang digunakan akan merusak terutama akar-akar tanaman dapat putus/terpotong-potong, dan pada keadaan lebih ekstrim tanaman dapat mati. Oleh karena itu, sebelum petani melakukan

pengendalian gulma dengan cara mekanis, hal yang perlu dipelajari dan dipahami ialah karakteristik alat, cara kerja alat dan cara penggunaannya. Kemampuan/keterampilan operator juga menjadi perhatian untuk mendapatkan hasil yang maksimal. (Moenandir & Handayani, 1990).

DAFTAR PUSTAKA

- Alfredo, N. 2012. Efikasi Herbisida Pratumbuh Metil Metsulfuron Tunggal Dan Kombinasinya Dengan 2,4-D, Ametrin, Diuron Terhadap Gulma Pada Pertanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Lahan kering. Bandar Lampung: Jurnal Agrotropika. 17(1): 29-34.
- Brilliantika, A. 2015. Pengaruh Herbisida Ametrin dan Penyiangkan Gulma Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.). Jurnal Produksi Tanaman. 3 (8): 666-672
- Khan, M. S. A., M. T. Rahman, S. Begum, S. S. Kakon & F. Ahmed. 2014. Effect of Different Weed Management Methods on Growth and Yield of Mungbean. Bangladesh J. Weed Sci., 4(5): 7-12.
- Inrawanto, C. Purwono, Siswanto, M. Syakir & W. Rumini. 2010. Budidaya dan Pasca Panen Tebu. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan
- McErlich, A. F & R. A. Boydston. 2014. Automation The Future of Weed Control in Cropping Systems. Springer Dordrecht Heidelberg. N. Y. p. 25-26
- Moenandir, J. 1990. Pengantar Ilmu dan Pengendalian Gulma. Penerbit Rajawali Pers Jakarta. 121 hal.
- Moenandir, J & S. Handayani. 1990. Periode Kritis Tanaman Kacang Hijau Varietas Walet pada Beberapa Jarak Tanam dan Akibat Persaingan dengan Gulma. Agrivita. 13(4):1-6
- Pawirosemadi, M. 2011. Dasar-Dasar Teknologi Budidaya Tebu Dan Pengolahan Hasilnya. Universitas Negeri Malang. Pp 572-573.
- Simatupang, M. H., & Bröker, F. W. (1998). "Properties and hygroscopic isotherm of cement-bonded particleboards and fibreboards made by carbon dioxide injection method and conventional methods," Holz Roh Werkst. 56, 275-276.

- Suryana, A., Suyamto, S. Abdulrachman, I. P. Wardana, H. Sembiring, & I. N. Widiarta. 2007. "Petunjuk Teknis Lapang Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) Padi Sawah Irigasi". Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian, Jakarta.
- Triharso. 1978. "Beberapa Gatra Pengendalian Penyakit Tanaman dan Kemungkinan Penerapannya di Indonesia". Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar dalam Ilmu Pertanian pada Fakultas Pertanian UGM. Bagian Penerbitan Yayasan Pembina Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta.

BAB 9

PENGENDALIAN GULMA SECARA KIMIA

Oleh Eko Agus Martanto

9.1 Pendahuluan

Pengendalian gulma secara kimiawi adalah cara pengendalian gulma menggunakan bahan kimia untuk mematikan gulma. Pengendalian gulma secara kimia dapat memberikan pemecahan yang cepat dan praktis untuk beberapa masalah pengendalian terhadap gulma (Ronoprawiro, 1992). Herbisida adalah bahan kimia yang dipakai untuk mengendalikan gulma. Herbisida berasal dari kata *herba* yang artinya tumbuhan/gulma, dan *sida* yang berarti membunuh, sehingga herbisida berarti bahan kimia yang dapat mematikan gulma (Aditiya, 2021; Paiman, 2020).

Penggunaan herbisida untuk mengendalikan gulma berkembang pesat karena metode ini cukup efektif untuk menekan pertumbuhan gulma, lebih efisien dalam waktu dan tenaga kerja. Pada tahun 1896 beberapa ahli menemukan garam tembakau yang dapat dipakai untuk mengendalikan gulma berdaun lebar. Sejak ditemukannya 2,4 D (2,4-dichlorophenoxy acetic acid) pada tahun 1941 oleh Pokorny sebagai fungisida dan insektisida, maka senyawa tersebut pada tahun 1944 oleh Marth dan Mitchell dibuat sebagai herbisida (Pujiwati, 2017). Herbisida dapat mempengaruhi beberapa proses fisiologi tumbuhan (fotosintesis, respirasi dan lainnya) yang sangat diperlukan tumbuhan untuk mempertahankan hidupnya.

9.2 Manfaat dan dampak negatif herbisida

Setiap cara pengendalian yang dilakukan mesti mempunyai kerugian dan keuntungan, demikian juga halnya dengan pengendalian gulma dengan herbisida.

Keuntungan pengendalian gulma menggunakan herbisida menurut Pujiwati (2017) dan Paiman (2020) antara lain :

1. Mengurangi gangguan struktur tanah
2. Dapat menghemat waktu dan tenaga
3. Mencegah kerusakan perakaran tanaman
4. Gulma yang mati setelah disemprot dapat menjadi mulsa dan menyediakan unsur hara bagi tanaman utama.
5. Mencegah kerusakan mekanis pada tanaman yang dibudidaya.
6. Dapat meningkatkan produksi panen
7. Waktu pengendalian gulma lebih fleksibel sesuai waktu yang tersedia bagi petani
8. Dalam dosis rendah berperan sebagai hormon tumbuh

Dampak negatif penggunaan herbisida untuk mengendalikan gulma antara lain:

1. Dapat membunuh tanaman utama yang bukan sasaran
2. Menyebabkan kematian mikroorganisme tanah dan makrofauna yang bermanfaat
3. Menyebabkan keracunan bagi pekerja penyemprot jika waktu menyemprot tidak menggunakan alat pelindung`
4. Menyebabkan pencemaran lingkungan, karena residu herbisida yang terbawa air dapat menyebar ke lingkungan sekitar
5. Residu herbisida yang terbawa ke komoditas pertanian dapat menyebabkan keracunan bagi konsumen

9.3 Aplikasi herbisida

Efektifitas herbisida ditentukan oleh cara aplikasi dan perhitungan kebutuhan herbisida per satuan luas. Aplikasi herbisida terhadap gulma dapat dilakukan dengan berbagai cara. Metode yang paling umum dan murah adalah dengan cara disemprot. Faktor biaya, peralatan yang tersedia dan keamanan juga mempengaruhi terhadap keefektifan aplikasi pengendalian. Dalam suatu penelitian atau tujuan komersial lainnya, kesalahan aplikasi menyebabkan kegagalan dalam penggunaan herbisida, sehingga hasilnya tidak seperti yang diinginkan (Wardoyo, 2002).

Aplikasi herbisida dalam bentuk butiran biasanya dilakukan pada tanaman padi sawah. Herbisida disebarkan secara merata pada lahan sawah, seperti melakukan pemupukan. Herbisida setelah menyentuh air, akan larut dan membentuk lapisan tipis di atas permukaan tanah. Biji gulma yang berkecambah dan tumbuh, akan terjadi kontak dengan herbisida sehingga gulma akan mati. Kondisi air tergenang 2,5 – 5 cm dijaga selama 4 hari, setelah itu dapat dilakukan pengairan seperti biasa.

Aplikasi herbisida yang menggunakan pelarut biasanya memakai air sebagai pelarut, agar larutan herbisida dalam kondisi homogen. Cara yang digunakan dalam aplikasi herbisida tergantung pada sistem pertanian yang dipakai, kerapatan gulma, umur tanaman, umur gulma dan sebagainya. Cara yang dilakukan dengan sistem roda, spot treatment, dan sprinkle.

Penggunaan herbisida secara kontinyu akan membuat gulma menjadi resisten sehingga akan sulit untuk mengendalikannya. Aplikasi herbisida sesuai dengan 4 tepat yaitu tepat dosis, tepat sasaran, tepat cara aplikasinya dan tepat waktu aplikasi, dapat mengurangi dampak negatif penggunaan herbisida (Adnyana, 2017)

9.4 Penggolongan herbisida

Pengendalian gulma secara kimia supaya dapat berhasil harus mengetahui sifat gulma, sifat herbisida yang digunakan, cara menggunakan herbisida dan lainnya. Herbisida dapat dikelompokkan menjadi beberapa kelompok, dan cara pengelompokan dapat ditinjau dari beberapa segi; dapat berdasarkan cara kerja, waktu pemberian, cara penggunaan, selektifitas herbisida dan lainnya.

Berdasarkan **waktu pemberiannya**, herbisida dapat digolongkan menjadi 3 golongan :

1. Herbisida sebelum pengolahan tanah. Herbisida diperlakukan sebelum tanah diolah, yang bertujuan untuk memudahkan dalam pembersihan lahan. Contoh: Paraquat
2. Herbisida sebelum tumbuh. Herbisida diberikan setelah lahan ditanami tetapi sebelum gulma tumbuh di lahan tersebut, bertujuan dapat menekan gulma yang akan muncul bersama tumbuhnya pertanaman. Contoh: Diuron, Oxadiazon, Nitralin
3. Herbisida sebelum tanam. Herbisida diberikan sebelum tanaman ditanam, bertujuan supaya awal pertumbuhan tanaman tidak terganggu oleh gulma yang juga mulai tumbuh. Contoh: Atrazin, Triazin
4. Herbisida setelah tumbuh. Herbisida diberikan setelah tanaman tumbuh muncul di atas tanah, bertujuan menekan pertumbuhan gulma setelah tanaman yang dibudidaya tumbuh. Contoh: Paraquat, Glifosat (Triharso, 1996).

Berdasarkan **cara kerjanya**, herbisida dapat digolongkan menjadi 2 golongan :

1. Herbisida sistemik (translokasi). Herbisida yang diaplikasikan pada gulma, diserap jaringan tanaman kemudian ditranslokasikan ke seluruh bagian tubuh gulma, dan

mempunyai pengaruh yang luas pada seluruh sistem jaringan. Herbisida ini perlu waktu 1-2 hari untuk membunuh gulma karena jaringan tanaman yang terkena tidak langsung mati. Translokasi herbisida dalam tubuh tanaman dapat melalui xylem, floem atau interseluler. Herbisida sistemik biasanya bersifat selektif, tetapi jika menggunakan dosis tinggi dapat berubah menjadi non selektif.

Contoh: Glosifasat (Roundup) bekerja menghambat metabolisme asam amino dan sintesa protein sehingga gulma mati sampai ke akar-akarnya.

2. Herbisida kontak (absorpsi). Herbisida ini hanya mematikan bagian gulma yang terkena langsung aplikasi herbisida, baik bagian daun dan batang, tetapi tidak pengaruh pada bagian akar yang ada di dalam tanah. Herbisida kontak menimbulkan efek bakar pada bagian gulma yang terkena perlakuan, dan efektif untuk jenis gulma semusim.

Herbisida kontak menghasilkan radikal hydrogen peroksida yang dapat merusak seluruh konfigurasi sel dan memecahkan membran sel. Herbisida bisa membunuh gulma dengan cepat. Dalam waktu 2-3 jam gulma yang disemprot mengalami gejala layu, kemudian mati dalam waktu 2-3 hari.

Contoh: Paraquat bekerja menghambat fotosintesis.

3. Soil Sterilant. Herbisida ini mematikan semua tumbuhan yang berada di dalam tanah. Herbisida jenis ini dapat bersifat:
 - a. sementara, daya bunuhnya hanya sampai 4 bulan
 - b. permanen, mempunyai daya bunuh lebih dari 2 tahun
 - c. semipermanen, daya bunuhnya antara 4 bulan sampai 24 bulan

Berdasarkan selektivitasnya, herbisida dapat digolongkan menjadi 2 golongan :

1. Herbisida tidak selektif. Herbisida ini mematikan semua jenis tumbuhan termasuk tanaman budidaya yang terkena bahan kimia tersebut.

Contoh: Glifosat (herbisida sistemik tidak selektif)

2. Herbisida selektif. Herbisida ini hanya dapat mengendalikan kelompok gulma tertentu, dan relatif tidak mematikan tanaman yang dibudidayakan (Umiyati dan Widayat, 2002). Selektivitasnya dapat terjadi pada rerumputan dan juga terhadap gulma berdaun lebar.

Contoh : herbisida 2,4 D dapat membunuh gulma berdaun lebar tetapi relatif aman untuk tanaman sereal.

Selektivitas herbisida dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu:

4. Faktor biologi
 - a. Permukaan daun yang halus, berlilin dan berambut lebat lebih susah terbasahi oleh herbisida.
 - b. Daun dengan posisi tegak lebih sedikit menampung herbisida dibanding daun dengan posisi datar.
 - c. Ada beberapa tumbuhan yang mampu mendetoksifikasi herbisida yang diaplikasikan.
5. Faktor fisik. Supaya efektif dalam mengendalikan gulma, herbisida harus tetap kontak atau melekat pada gulma sasaran dalam waktu yang cukup lama serta dalam jumlah yang mematikan jaringan gulma.

Selektivitas herbisida dipengaruhi oleh dosis dan formulasinya. Herbisida yang diaplikasikan harus memenuhi dosis minimum yang terserap oleh jaringan gulma. Ada tidaknya perekat dalam herbisida akan

menentukan jumlah herbisida yang melekat pada permukaan daun gulma (Adnyana, 2017).

Berdasarkan **bagian yang diaplikasi**, herbisida dapat digolongkan menjadi 2 golongan :

1. Herbisida yang diaplikasi pada daun

Herbisida yang diaplikasikan melalui daun biasanya tergolong herbisida setelah tumbuh. (Contoh kelompok glifosat, paraquat, propanil dan lainnya).

Herbisida akan efektif mengendalikan gulma jika dapat mencapai sasaran dalam dosis yang cukup. Masuknya herbisida ke jaringan daun melalui proses mencapai permukaan daun, absorpsi ke dalam jaringan daun, translokasi di dalam jaringan pembuluh daun dan berakumulasi mencapai konsentrasi yang cukup untuk mematikan gulma.

Absorpsi herbisida oleh permukaan daun dipengaruhi oleh:

- a. Sifat morfologi dan anatomi daun, seperti ketebalan kutikula, banyak sedikitnya stomata, panjang dan kerapatan trikoma.
- b. Fase pertumbuhan tanaman. Fase vegetatif lebih efektif dalam mengabsorpsi herbisida dibanding fase generatif
- c. Umur jaringan tumbuhan. Jaringan muda lebih mudah mengabsorpsi herbisida daripada jaringan tua (Pujiwati, 2017).

2. Herbisida yang diaplikasi pada tanah

Herbisida yang diaplikasikan ke tanah ditujukan untuk mengendalikan gulma sebelum gulma tumbuh. Aplikasi dapat dilakukan dengan penyemprotan permukaan tanah ataupun dicampur dengan tanah (Contoh kelompok diuron, ametrin, bromacil dan lainnya).

Ketika herbisida kontak dengan tanah, sebagian akan tertahan dan tertinggal di dalam tanah melauai proses absorpsi, sebagian lainnya akan berada di dalam air di antara partikel tanah. Absorpsi ini mampu menurunkan konsentrasi herbisida di dalam tanah dan menghambat mobilitas herbisida ini menuju ke perairan. Herbisida yang terabsorpsi bersifat pasif yang tidak tersedia untuk proses fisik, kimia dan biologi.

9.5 Beberapa Contoh Produk Herbisida

1. Solusi 865 SL

Jenis Formulasi	Cair
Bahan Aktif	2,4 D dimetil amina 865 g/l
Selektivitas	Selektif (satu jenis gulma)
Translokasi	Sistemik
Gulma sasaran	Gulma daun lebar
Tanaman sasaran	Padi sawah dan karet
Waktu aplikasi	Saat gulma dalam stadium vegetatif muda
Volume semprotnya	Volume tinggi
Mekanisme	Persistensi herbisida rendah, yang menandakan lamanya aktifitas herbisida dalam tanah rendah. Herbisida yang terserap dalam tanah juga rendah sehingga hasil padi aman untuk dikonsumsi

Sumber : Adnyana, 2017

2. Bimaron 500 F

Jenis Formulasi	Cair
Bahan Aktif	Diuron 500g/l
Selektivitas	Non selektif (3 jenis gulma)
Translokasi	Sistemik
Gulma sasaran dan dosisnya	Daun sempit dan daun lebar (0,75 – 1,5 l/ha, dan teki (1,5-3,0 l/ha)
Tanaman sasaran	Tebu
Waktu aplikasi	Sebelum tumbuh
Volume semprotnya	Volume tinggi
Mekanisme	Herbisida diabsorpsi melalui akar, ditranslokasi ke daun melalui batang. Aplikasi lewat daun tidak terjadi translokasi lagi. Herbisida diuron menghambat reaksi fotosintesis, sehingga pembentukan ATP dan NADPH terganggu.

3. Basta 150 WSC

Jenis Formulasi	Larutan
Bahan Aktif	Amonium glufosinat 150 g
Selektivitas	Non selektif
Translokasi	Kontak dan sistemik
Gulma sasaran	alang-alang, teki, Gulma daun lebar dan daun sempit
Tanaman sasaran	Karet, kakao, kopi, the, cengkeh dan kelapa sawit
Waktu aplikasi	Setelah tumbuh
Volume semprotnya	450 l/ha
Mekanisme	Efektif mengendalikan gulma karena mempunyai reaksi yang lebih cepat di dalam jaringan tumbuhan

DAFTAR PUSTAKA

- Aditiya, D.R. 2021. Herbisida: Resiko Terhadap Lingkungan dan Efek Menguntungkan. Saintek Vol 19(1) Juni 2021
- Adnyana, I.M.M. 2017. Klasifikasi, Respon Morfologi dan Respon Biokimia terhadap Herbisida. Faperta Universitas Udayana, Bali.
- Paiman, 2020. Gulma Tanaman Pangan, UPY Press, Yogyakarta.
- Pujiwati, I. 2017. Pengantar Ilmu Gulma. Intimedia, Malang.
- Ronoprawiro, S. 1992. Gulma Sebagai Lawan dan Kawan Dalam Kehidupan Manusia. Pidato Pegukuhan Guru Besar dalam Ilmu Pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Triharso. 1996. Dasar-dasar Perlindungan Tanaman. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Umiyati, U. dan D. Widayat. 2002. Gulma dan Pengendaliannya. Budi Utama, Yogyakarta.
- Wardoyo, S.S. 2002. Aplikasi Herbisida Pada Lahan Pertanian Melalui Sistem Olah tanah Konservasi (OTK) Untuk Mendukung Katahanan Pangan. Prosiding Seminar Nasional Budidaya Olah Tanah Konservasi, Fakultas pertanian UPN Veteran, Yogyakarta.

BAB 10

FISIOLOGI HERBISIDA

Oleh Fahmy Rinanda Saputri

10.1 Pendahuluan

Fisiologi herbisida merupakan bidang studi yang penting dalam pengendalian gulma, yang berfokus pada interaksi antara herbisida dan tanaman gulma. Fisiologi herbisida mempelajari bagaimana herbisida bekerja pada tingkat fisiologis dalam gulma, dengan tujuan menghambat pertumbuhan, perkembangan, dan kelangsungan hidup gulma yang tidak diinginkan. Pemahaman mendalam tentang fisiologi herbisida menjadi kunci dalam pengembangan strategi pengendalian gulma yang efektif dan berkelanjutan.

Herbisida memainkan peran utama dalam pengendalian gulma. Mereka dirancang khusus untuk mengendalikan atau membunuh gulma yang tumbuh di antara tanaman yang diusahakan. Herbisida bekerja dengan menghambat proses-proses fisiologis penting dalam gulma, seperti fotosintesis, respirasi, sintesis protein, atau pertumbuhan akar. Melalui mekanisme kerjanya, herbisida mematikan atau menghentikan pertumbuhan gulma, sehingga mengurangi persaingan gulma dengan tanaman yang diinginkan dan meningkatkan hasil panen.

Peran herbisida dalam pengendalian gulma sangat penting dalam pertanian modern. Dengan penggunaan herbisida yang tepat, petani dapat mengurangi tekanan gulma, meningkatkan efisiensi pertanian, dan meningkatkan produksi tanaman yang diinginkan. Namun, penting untuk menggunakan herbisida dengan bijaksana, mengikuti petunjuk penggunaan yang

diberikan oleh produsen, dan mempertimbangkan faktor lingkungan serta keamanan manusia dan hewan karena herbisida mengandung glisofat yang dapat mencemari tanah (Aditiya, 2021).

Penggunaan herbisida sebagai alat pengendalian gulma telah menjadi pilihan utama dalam pertanian modern. Namun, untuk memaksimalkan efektivitas penggunaan herbisida, penting untuk memahami interaksi kompleks antara herbisida dan tanaman gulma yang menjadi targetnya. Fisiologi herbisida memungkinkan kita untuk memahami secara mendalam bagaimana herbisida mempengaruhi proses fisiologis dalam gulma, seperti fotosintesis, respirasi, sintesis protein, dan pertumbuhan sel. Dengan pemahaman ini, kita dapat mengoptimalkan dosis herbisida, memilih herbisida yang paling sesuai, dan menentukan waktu aplikasi yang tepat.

Selain itu, pemahaman fisiologi herbisida juga penting dalam pengelolaan resistensi gulma terhadap herbisida. Gulma dapat mengembangkan ketahanan terhadap herbisida melalui mekanisme genetik yang kompleks. Dengan memahami fisiologi herbisida, kita dapat mengembangkan strategi pengendalian yang terpadu untuk mengurangi risiko resistensi gulma dan mempertahankan efektivitas herbisida dalam jangka panjang.

Bab ini bertujuan untuk memberikan pemahaman awal tentang pentingnya mempelajari interaksi herbisida dengan tanaman gulma. Selanjutnya, akan dibahas mengenai mekanisme kerja herbisida, absorpsi dan translokasi herbisida dalam gulma, selektivitas herbisida, pengaruh herbisida terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman gulma, serta strategi pengendalian gulma yang berkelanjutan, tentang konsep-konsep dan aplikasi fisiologi herbisida dalam pengendalian gulma, sehingga dapat meningkatkan produktivitas tanaman yang diinginkan dan menjaga keberlanjutan lingkungan pertanian.

Dalam penelitian fisiologi herbisida, kita juga dapat melihat peran penting fisiologi tanaman gulma dalam menentukan respons mereka terhadap herbisida. Setiap jenis gulma memiliki karakteristik fisiologis yang unik, seperti laju pertumbuhan yang cepat, kemampuan adaptasi yang tinggi, atau toleransi terhadap kondisi lingkungan yang buruk. Oleh karena itu, pemahaman fisiologi tanaman gulma membantu kita dalam mengidentifikasi kerentanan mereka terhadap herbisida tertentu, memahami mekanisme resistensi yang dapat berkembang, dan merancang strategi pengendalian yang efektif.

Selain itu, studi fisiologi herbisida juga mempertimbangkan faktor-faktor lingkungan yang memengaruhi kinerja herbisida. Faktor-faktor seperti suhu, kelembaban, intensitas cahaya, dan jenis tanah dapat mempengaruhi penyerapan, translokasi, dan efektivitas herbisida. Pemahaman tentang bagaimana faktor-faktor lingkungan ini berinteraksi dengan herbisida membantu kita dalam menyesuaikan penggunaan herbisida sesuai dengan kondisi yang ada, sehingga mencapai kontrol gulma yang optimal.

Selanjutnya, dalam pengembangan herbisida baru, pemahaman fisiologi herbisida menjadi sangat penting. Dengan memahami proses fisiologis dalam gulma yang dapat dihambat oleh herbisida, para peneliti dapat merancang molekul dan formulasi yang lebih efektif dan selektif. Pemahaman fisiologi herbisida juga memungkinkan penelitian tentang mekanisme resistensi gulma terhadap herbisida, yang dapat membantu pengembangan strategi pengendalian gulma yang lebih efektif dan berkelanjutan.

10.2 Dasar-dasar Fisiologi Tanaman

Fisiologi tanaman adalah cabang ilmu yang mempelajari fungsi dan proses-proses vital yang terjadi dalam tanaman. Ini melibatkan pemahaman tentang bagaimana tanaman tumbuh,

berkembang, dan berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya. Fisiologi tanaman mencakup berbagai aspek, termasuk pertumbuhan, perkembangan, respirasi, fotosintesis, transpirasi, serta respons terhadap faktor lingkungan seperti cahaya, suhu, air, dan nutrisi.

Proses fisiologi tanaman terjadi di tingkat seluler dan jaringan dalam tanaman. Misalnya, pertumbuhan tanaman melibatkan pembelahan sel, ekspansi sel, dan diferensiasi sel untuk membentuk organ-organ seperti akar, batang, daun, dan bunga. Pertumbuhan juga melibatkan sintesis dan pergerakan hormon tumbuhan yang mengatur berbagai aspek pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Beberapa proses yang terjadi pada tanaman adalah fotosintesis, respirasi, dan transpirasi. Tanaman juga akan merespons lingkungan dengan adanya perubahan cahaya, suhu, kelembaban, dan faktor-faktor biotik lainnya. Tanaman dapat mengatur pertumbuhan, perkembangan, dan fisiologi mereka sebagai respons terhadap perubahan lingkungan untuk mempertahankan kelangsungan hidup.

Studi fisiologi tanaman memberikan pemahaman yang mendalam tentang bagaimana tanaman beroperasi dan beradaptasi dalam lingkungan yang bervariasi. Pemahaman ini membantu dalam pengembangan praktik pertanian yang lebih efisien, pemuliaan tanaman, pengelolaan sumber daya air dan nutrisi yang lebih baik, serta pengendalian gulma dan penyakit yang lebih efektif. Dengan pemahaman fisiologi tanaman yang lebih baik, kita dapat memaksimalkan hasil pertanian, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap stres, dan mempertahankan keberlanjutan sistem pertanian.

10.2.1 Anatomi Tanaman

Anatomi dan morfologi tanaman melibatkan pemahaman tentang struktur dan bentuk fisik tanaman. Anatomi tanaman mempelajari struktur internal tanaman, sedangkan morfologi tanaman berkaitan dengan penampilan dan karakteristik eksternal tanaman. Berikut adalah penjelasan mengenai anatomi dan morfologi tanaman:

Anatomi Tanaman: Anatomi tanaman melibatkan studi struktur internal tanaman. Ini termasuk pengamatan dan pemahaman tentang berbagai jaringan dan organ tanaman. Beberapa komponen penting dalam anatomi tanaman meliputi:

1. **Akar:** Akar berfungsi untuk menyerap air dan nutrisi dari tanah serta memberikan penopang pada tanaman. Struktur akar terdiri dari akar primer, akar lateral, rambut akar, dan zona pertumbuhan.
2. **Batang:** Batang adalah struktur yang menghubungkan akar dengan daun dan bagian atas tanaman. Batang memberikan dukungan struktural dan membawa air dan nutrisi dari akar ke daun.
3. **Daun:** Daun adalah organ fotosintesis utama dalam tanaman. Struktur daun meliputi tangkai daun dan daun itu sendiri. Daun memiliki vena atau pembuluh yang membawa air, nutrisi, dan hasil fotosintesis ke seluruh tanaman.
4. **Bunga:** Bunga adalah organ reproduksi pada tanaman berbunga. Struktur bunga meliputi kelopak, mahkota, benang sari, dan putik. Bunga memiliki peran penting dalam pembentukan buah dan penyerbukan.
5. **Buah:** Buah adalah struktur yang berkembang dari bunga dan berisi biji tanaman. Buah berfungsi dalam penyebaran biji dan perlindungan biji dari lingkungan.

Morfologi Tanaman: Morfologi tanaman adalah tentang penampilan dan karakteristik eksternal tanaman. Ini meliputi pengamatan dan deskripsi bentuk, ukuran, warna, tekstur, dan struktur tanaman secara keseluruhan. Beberapa aspek penting dalam morfologi tanaman meliputi:

1. **Bentuk Tanaman:** Bentuk tanaman dapat bervariasi, mulai dari pohon yang tinggi dan tegak hingga semak yang merayap. Bentuk tanaman dapat mempengaruhi ketersediaan cahaya matahari, sirkulasi udara, dan ketersediaan nutrisi.
2. **Akar:** Morfologi akar termasuk dalam penelitian bentuk, panjang, dan cabang akar. Akar dapat memiliki sistem akar tunggal atau sistem akar serabut tergantung pada jenis tanaman.
3. **Daun:** Morfologi daun melibatkan pengamatan bentuk, ukuran, tekstur, dan pola venasi daun. Bentuk daun dapat bervariasi, seperti bundar, lonjong, lanset, atau berlobus.
4. **Batang:** Morfologi batang meliputi ukuran, tinggi, bentuk, tekstur, dan percabangan batang. Batang dapat menjadi tegak, merayap, berkayu, atau berduri tergantung pada jenis tanaman.
5. **Bunga dan Buah:** Morfologi bunga melibatkan pengamatan bentuk, ukuran, warna, dan struktur bagian bunga seperti kelopak, mahkota, benang sari, dan putik. Morfologi buah mencakup penelitian bentuk, ukuran, warna, dan struktur buah seperti kulit dan biji.

10.2.2 Proses Fisiologi Tanaman

Proses fisiologi tanaman, seperti fotosintesis, respirasi, dan transpirasi, merupakan inti dari kehidupan tanaman dan memainkan peran penting dalam pertumbuhan, perkembangan, dan kelangsungan hidup mereka.

1. **Fotosintesis:** Fotosintesis adalah proses di mana tanaman menggunakan energi cahaya matahari, karbon dioksida,

dan air untuk menghasilkan glukosa (sebagai sumber energi) dan oksigen. Proses ini terjadi di dalam kloroplas, struktur yang terdapat dalam sel tumbuhan, terutama di daun. Selama fotosintesis, energi cahaya diubah menjadi energi kimia yang disimpan dalam bentuk glukosa. Glukosa digunakan oleh tanaman sebagai sumber energi untuk pertumbuhan, perkembangan, dan sintesis senyawa lain yang diperlukan.

2. Respirasi: Respirasi adalah proses di mana tanaman memecah glukosa yang dihasilkan melalui fotosintesis untuk menghasilkan energi yang dapat digunakan untuk kegiatan seluler dan metabolisme. Selama respirasi, oksigen diambil dari lingkungan dan digunakan untuk memecah glukosa menjadi energi, karbon dioksida, dan air. Proses respirasi terjadi di mitokondria sel tumbuhan. Energi yang dihasilkan dari respirasi digunakan untuk menjalankan proses-proses penting seperti pertumbuhan, reproduksi, perbaikan jaringan, dan respons terhadap lingkungan.
3. Transpirasi: Transpirasi adalah proses penguapan air melalui stomata (pori-pori kecil) di permukaan daun. Hal ini memungkinkan tanaman untuk mengambil air dan nutrisi dari akar serta mempertahankan keseimbangan air dalam tubuh tanaman. Transpirasi juga membantu dalam pendinginan tanaman dan mengangkut nutrisi melalui pembuluh tanaman. Proses ini terjadi karena adanya gradien tekanan air antara dalam tanaman dan udara di sekitarnya.

Ketiga proses ini saling terkait dan berdampak satu sama lain. Fotosintesis menghasilkan glukosa yang digunakan dalam respirasi untuk memproduksi energi yang diperlukan tanaman. Transpirasi membantu dalam pengangkutan air, nutrisi, dan senyawa lainnya dalam tanaman. Selain itu, transpirasi juga berkontribusi dalam menjaga keseimbangan suhu dan tekanan osmotik dalam tanaman.

10.2.3 Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman adalah dua proses yang saling terkait dan memainkan peran penting dalam kehidupan tanaman. Meskipun sering digunakan secara bersamaan, kedua istilah ini memiliki makna yang sedikit berbeda.

1. **Pertumbuhan Tanaman:** Pertumbuhan tanaman merujuk pada peningkatan ukuran, massa, atau jumlah sel dan organ tanaman. Ini melibatkan peningkatan panjang atau lebar akar, batang, daun, bunga, dan buah. Pertumbuhan tanaman biasanya terjadi melalui pembelahan sel yang terus-menerus dan perluasan sel. Faktor-faktor seperti nutrisi, cahaya, suhu, dan hormon tumbuhan mempengaruhi laju pertumbuhan tanaman. Pertumbuhan dapat terjadi pada semua tahap kehidupan tanaman, mulai dari biji hingga tanaman dewasa.
2. **Perkembangan Tanaman:** Perkembangan tanaman melibatkan perubahan dalam struktur, morfologi, dan fungsi tanaman seiring berjalannya waktu. Ini melibatkan diferensiasi sel-sel tanaman menjadi berbagai jenis jaringan dan organ seperti akar, batang, daun, bunga, dan buah. Perkembangan juga mencakup perubahan fisiologis dan reproduksi tanaman. Faktor-faktor genetik dan lingkungan mempengaruhi perkembangan tanaman. Perkembangan tanaman dimulai dari embrio dalam biji dan berlanjut melalui berbagai tahap, termasuk perkecambahan, pertumbuhan vegetatif, pembungaan, pembuahan, dan pembentukan buah.

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman saling terkait dan dipengaruhi oleh berbagai faktor. Pertumbuhan yang baik dalam fase awal kehidupan tanaman diperlukan untuk mencapai bentuk dan struktur yang matang selama perkembangan. Sementara itu, perkembangan yang tepat diperlukan untuk menghasilkan organ-organ yang diperlukan untuk pertumbuhan yang optimal. Faktor-faktor lingkungan seperti cahaya, suhu, air,

nutrisi, dan hormon tumbuhan berperan dalam mengatur pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Pemahaman tentang pertumbuhan dan perkembangan tanaman penting dalam bidang pertanian, hortikultura, dan kehutanan. Dengan memahami faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman, kita dapat mengoptimalkan praktik budidaya tanaman, pemuliaan tanaman, dan pengelolaan sumber daya alam. Pemahaman ini juga membantu kita dalam memahami respons tanaman terhadap perubahan lingkungan dan pengembangan strategi adaptasi yang diperlukan dalam menghadapi tantangan seperti perubahan iklim dan stres lingkungan lainnya.

10.2.4 Respon Tanaman terhadap Stres

Tanaman memiliki kemampuan alami untuk merespons stres lingkungan yang dihadapi. Stres lingkungan dapat mencakup faktor-faktor seperti kekeringan, kelebihan air, suhu ekstrem, kekurangan nutrisi, serangan patogen, cahaya yang terlalu intens, dan banyak lagi. Ketika tanaman menghadapi stres, mereka mengaktifkan serangkaian respons fisiologis dan molekuler untuk melindungi diri dan bertahan hidup. Berikut adalah beberapa contoh respon tanaman terhadap stres:

1. **Pengaturan Stomata:** Ketika tanaman menghadapi kondisi kekeringan, suhu tinggi, atau tekanan uap air rendah, mereka merespons dengan menutup stomata (pori-pori kecil di permukaan daun) untuk mengurangi hilangnya air melalui transpirasi. Ini membantu tanaman menjaga keseimbangan air dan mencegah dehidrasi.
2. **Akumulasi Osmoprotektan:** Stres kekeringan atau kelebihan garam dapat menyebabkan stres osmotik pada tanaman. Dalam respons terhadap stres ini, tanaman mengakumulasi senyawa osmoprotektan seperti prolin dan glikolat yang membantu menjaga keseimbangan air dan

mencegah kerusakan sel akibat tekanan osmotik yang tinggi.

3. **Produksi Enzim Antioksidan:** Stres lingkungan seperti radiasi ultraviolet (UV) atau suhu ekstrem dapat menyebabkan produksi reaktif oksigen (ROS) dalam sel tanaman, yang dapat merusak struktur sel. Tanaman merespons dengan meningkatkan produksi enzim antioksidan seperti superoksida dismutase (SOD), peroksidase (POD), dan katalase (CAT) untuk menghilangkan ROS dan melindungi sel dari kerusakan oksidatif.
4. **Produksi Hormon Stres:** Tanaman merespons stres dengan meningkatkan produksi hormon stres seperti asam abscisat (ABA), etilena, dan asam jasmonat (JA). Hormon-hormon ini membantu dalam mengatur respons tanaman terhadap stres, termasuk penutupan stomata, peningkatan toleransi terhadap kekeringan, dan aktivasi mekanisme pertahanan terhadap patogen dan serangga.
5. **Peningkatan Produksi Senyawa Protektif:** Dalam situasi stres, tanaman dapat meningkatkan produksi senyawa protektif seperti poliamin, flavonoid, dan fitoaleksin. Senyawa-senyawa ini membantu dalam melindungi tanaman dari serangan patogen dan merespons secara positif terhadap stres.

Selain itu, respon tanaman terhadap stres juga melibatkan perubahan morfologi, seperti pembentukan akar lateral lebih banyak untuk menyerap air dan nutrisi dalam kondisi kekeringan, atau peningkatan produksi lilin pada daun untuk mengurangi transpirasi saat terkena panas yang ekstrem. Seluruh respons ini merupakan mekanisme adaptasi yang diaktifkan oleh tanaman untuk bertahan hidup dan melindungi diri dari kondisi lingkungan yang mengganggu.

10.3 Mekanisme Kerja Herbisida

Mekanisme kerja herbisida merujuk pada cara herbisida mempengaruhi dan mengendalikan gulma atau tanaman yang tidak diinginkan. Herbisida bekerja melalui interaksi dengan proses fisiologis atau biokimia dalam tumbuhan, yang akhirnya menyebabkan gangguan atau kematian pada gulma. Beberapa mekanisme kerja herbisida yang umum, seperti gangguan pada fotosintesis, gangguan pada sintesis asam amino dan protein, gangguan pada pembelahan sel, gangguan pada perombakan lipid, dan gangguan pada hormon pertumbuhan. Setiap herbisida memiliki mekanisme kerja yang spesifik, dan pemahaman tentang mekanisme kerja ini memungkinkan pemilihan yang lebih tepat dan penggunaan yang efektif dalam pengendalian gulma. Kombinasi dan rotasi herbisida dengan mekanisme kerja yang berbeda dapat membantu mengurangi risiko resistensi gulma terhadap herbisida tertentu. Penting untuk mengikuti petunjuk penggunaan dan dosis yang disarankan oleh produsen untuk mencapai efektivitas maksimum dalam pengendalian gulma.

10.3.1 Interaksi Herbisida dengan Target Biologis dalam Tanaman

Interaksi antara herbisida dan target biologis dalam tanaman merupakan dasar dari mekanisme kerja herbisida. Ketika herbisida diterapkan pada tanaman gulma, ia berinteraksi dengan target biologis yang spesifik dalam tanaman tersebut. Beberapa contoh interaksi yang terjadi antara herbisida dan target biologis dalam tanaman:

1. **Penghambatan Enzim:** Beberapa herbisida bekerja dengan menghambat enzim-enzim kunci yang terlibat dalam proses fisiologis penting dalam tanaman, seperti sintesis asam amino, sintesis protein, atau fotosintesis. Misalnya, herbisida golongan herbisida ALS (asetolaktat sintase)

menghambat enzim ALS yang terlibat dalam sintesis asam amino yang penting untuk pertumbuhan tanaman.

2. Gangguan Sistem Hormon: Beberapa herbisida dapat mengganggu produksi, transportasi, atau penggunaan hormon tumbuhan seperti auksin, giberelin, atau etilena. Ini dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan tanaman gulma. Contohnya, herbisida golongan herbisida auksin sintetik mengganggu sintesis atau pergerakan auksin yang penting untuk pertumbuhan akar dan batang tanaman.
3. Gangguan Fungsi Kloroplas: Banyak herbisida bekerja dengan mengganggu fungsi kloroplas dalam sel tumbuhan, yang bertanggung jawab atas proses fotosintesis. Herbisida ini dapat menghambat produksi pigmen fotosintesis atau menghambat rantai transpor elektron dalam proses fotosintesis. Akibatnya, tanaman gulma mengalami kekurangan energi dan mati.
4. Gangguan Pembelahan Sel: Beberapa herbisida bekerja dengan mengganggu pembelahan sel dalam tanaman gulma. Herbisida ini dapat menghambat proses pembelahan sel atau mempengaruhi sintesis DNA yang diperlukan untuk replikasi dan pertumbuhan sel. Dalam hasilnya, pertumbuhan dan perkembangan tanaman gulma terganggu.

Interaksi herbisida dengan target biologis dalam tanaman bersifat selektif. Hal ini berarti herbisida dirancang untuk mempengaruhi target biologis dalam tanaman gulma tanpa merusak tanaman yang diinginkan. Selektivitas herbisida ini tergantung pada perbedaan sensitivitas target biologis antara tanaman gulma dan tanaman yang diinginkan.

10.3.2 Penghambatan Enzim dan Jalur Metabolik Penting

Enzim-enzim dalam tanaman bertanggung jawab atas berbagai jalur metabolik yang esensial untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Herbisida bekerja dengan menghambat enzim-enzim ini, yang mengganggu jalur metabolik yang penting dan menyebabkan gangguan dalam fungsi seluler dan pertumbuhan tanaman gulma.

Contoh penting dari jalur metabolik yang sering dihambat oleh herbisida adalah jalur sintesis asam amino dan protein. Asam amino merupakan komponen dasar protein dan esensial untuk pertumbuhan tanaman. Herbisida yang menghambat enzim-enzim dalam jalur ini mengganggu sintesis asam amino dan protein, yang menghambat pertumbuhan tanaman gulma.

Selain itu, herbisida juga dapat menghambat enzim-enzim dalam jalur fotosintesis. Fotosintesis adalah proses vital di mana tanaman menggunakan energi matahari untuk menghasilkan glukosa dan oksigen. Herbisida yang menghambat enzim-enzim dalam jalur fotosintesis mengganggu produksi pigmen fotosintesis atau mengganggu rantai transpor elektron, yang menghambat kemampuan tanaman gulma untuk menghasilkan energi melalui fotosintesis.

Penghambatan enzim dan jalur metabolik penting oleh herbisida tidak hanya mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman gulma, tetapi juga dapat mengganggu berbagai proses fisiologis dalam sel tanaman. Misalnya, herbisida yang menghambat sintesis asam amino atau protein dapat mengganggu pembentukan struktur seluler yang penting, mempengaruhi sintesis enzim dan protein yang diperlukan untuk berbagai fungsi sel, dan menyebabkan kelainan dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Penghambatan jalur metabolik penting juga dapat mempengaruhi produksi senyawa sekunder dalam tanaman. Senyawa sekunder ini memiliki peran penting dalam pertahanan tanaman terhadap stres biotik dan abiotik, seperti serangan patogen atau stres lingkungan. Penghambatan jalur metabolik yang terlibat dalam produksi senyawa sekunder dapat mengurangi keefektifan sistem pertahanan tanaman, membuat tanaman lebih rentan terhadap serangan patogen dan stres lingkungan.

Selain efek langsung pada tanaman gulma, penghambatan enzim dan jalur metabolik penting juga dapat memiliki dampak tak terduga pada ekosistem dan lingkungan. Herbisida yang diaplikasikan secara luas dapat mengganggu populasi mikroorganisme tanah, mempengaruhi komposisi dan keberagaman hayati, serta berdampak pada rantai makanan dan siklus nutrisi dalam ekosistem.

10.3.3 Efek Herbisida terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman

Herbisida dapat memiliki efek yang signifikan terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman, tergantung pada jenis herbisida, dosis, dan waktu aplikasi. Meskipun herbisida digunakan untuk mengendalikan gulma, tetapi penggunaannya yang tidak tepat dapat mempengaruhi juga tanaman yang diinginkan. Berikut adalah beberapa efek herbisida terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman:

1. **Penurunan Pertumbuhan:** Penggunaan herbisida dalam dosis yang tinggi atau pada tahap pertumbuhan tanaman yang sensitif dapat menghambat pertumbuhan tanaman yang diinginkan. Ini dapat terjadi karena herbisida yang tidak selektif merusak jaringan tanaman yang sehat, menghambat pembelahan sel, dan mengganggu sintesis protein yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman.

2. **Kelainan Morfologi:** Beberapa herbisida dapat menyebabkan kelainan morfologi pada tanaman yang diinginkan. Ini dapat termasuk perubahan bentuk daun, pembungaan yang tidak normal, pembentukan tunas adventif, atau perubahan warna dan tekstur daun. Efek kelainan morfologi ini dapat mempengaruhi penampilan dan kualitas tanaman yang diinginkan.
3. **Gangguan Sistem Akar:** Herbisida tertentu dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan sistem akar tanaman. Ini dapat menghambat pertumbuhan akar, mengganggu perkembangan akar lateral, atau menyebabkan kerusakan pada akar yang sudah ada. Gangguan pada sistem akar dapat mengurangi kemampuan tanaman untuk menyerap air dan nutrisi dari tanah, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitas tanaman.
4. **Gangguan Fotosintesis:** Beberapa herbisida bekerja dengan mengganggu jalur fotosintesis dalam tanaman. Ini dapat menghambat produksi pigmen fotosintesis, mengganggu rantai transpor elektron, atau merusak struktur kloroplas. Gangguan pada proses fotosintesis dapat mengurangi kemampuan tanaman untuk menghasilkan energi dan bahan organik, yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara keseluruhan.
5. **Interferensi Hormonal:** Beberapa herbisida dapat mempengaruhi produksi atau penggunaan hormon tumbuhan dalam tanaman yang diinginkan. Ini dapat mengganggu pertumbuhan dan diferensiasi sel, pembentukan bunga, atau perkembangan biji. Gangguan hormonal ini dapat menyebabkan kelainan perkembangan pada tanaman yang diinginkan.

10.4 Klasifikasi dan Formulasi Herbisida

Herbisida dapat diklasifikasikan berdasarkan beberapa kriteria, seperti mode aksi, sifat kimia, dan kelompok target gulma (Mangoensoekarjo & Soejono, 2019). Berikut adalah klasifikasi umum herbisida berdasarkan mode aksi:

1. Herbisida Non-Selektif: Herbisida ini efektif terhadap berbagai jenis gulma maupun tanaman yang diinginkan. Mereka bekerja dengan menghancurkan jaringan tanaman yang terkena. Contoh: glifosat.
2. Herbisida Selektif: Herbisida ini dirancang untuk mengendalikan gulma tanpa terlalu merusak tanaman yang diinginkan. Mereka mempengaruhi mekanisme khusus dalam gulma yang tidak ada atau berbeda pada tanaman yang diinginkan. Contoh: atrazin, 2,4-D.
3. Herbisida Pre-Emergent: Herbisida ini diterapkan sebelum gulma muncul dari tanah. Mereka membentuk lapisan perlindungan di permukaan tanah dan mencegah gulma tumbuh. Contoh: pendimethalin, metolachlor.
4. Herbisida Post-Emergent: Herbisida ini diterapkan setelah gulma muncul dari tanah. Mereka bekerja dengan menghancurkan jaringan gulma yang sudah tumbuh. Herbisida post-emergent dapat dibagi menjadi dua kelompok: selective (selektif) dan non-selective (non-selektif).

Selain itu, herbisida juga tersedia dalam berbagai formulasi yang mengatur sifat fisik dan konsentrasi zat aktif herbisida. Berikut adalah beberapa formulasi umum herbisida:

1. Cairan Emulsi (*Emulsifiable Concentrate/EC*): Formulasi ini berupa campuran minyak dan air. Herbisida EC biasanya memiliki konsentrasi zat aktif yang tinggi dan mudah diaplikasikan dengan menggunakan air sebagai bahan pencampur.

2. Granul (*Granular*): Herbisida dalam bentuk granul merupakan butiran kecil yang mengandung zat aktif herbisida. Granul herbisida biasanya ditempatkan di tanah atau di atas tanah dan diaktivasi oleh air atau lembap.
3. Butiran Cair (*Liquid Suspension/SL*): Formulasi ini berupa suspensi cairan zat aktif herbisida yang halus. Herbisida SL biasanya perlu diaduk sebelum penggunaan karena partikelnya dapat mengendap.
4. Serbuk Basah (*Wettable Powder/WP*): Herbisida WP berbentuk serbuk halus yang dapat dicampur dengan air untuk pembuatan larutan yang kemudian diaplikasikan.
5. Tablet: Herbisida juga tersedia dalam bentuk tablet yang mudah digunakan. Tablet herbisida sering digunakan untuk aplikasi di rumah tangga atau kecil skala.

10.5 Absorpsi dan Translokasi Herbisida Klasifikasi dan Formulasi Herbisida

Absorpsi herbisida mengacu pada proses di mana herbisida diserap oleh tanaman setelah aplikasi. Setelah herbisida diaplikasikan ke permukaan tanaman atau tanah, mereka berinteraksi dengan permukaan tanaman, seperti daun atau akar, dan mulai diserap ke dalam jaringan tanaman. Absorpsi herbisida terjadi melalui beberapa jalur, termasuk penyerapan melalui kutikula (lapisan lilin pada permukaan daun), stomata (pori-pori kecil pada permukaan daun yang mengatur pertukaran gas), atau akar tanaman.

Setelah herbisida diabsorpsi oleh tanaman, mereka kemudian mengalami translokasi. Translokasi herbisida adalah pergerakan herbisida di dalam tanaman dari tempat penyerapan awal ke lokasi yang lain dalam tubuh tanaman. Hal ini memungkinkan herbisida untuk mencapai target biologis dalam tanaman gulma yang berkembang di lokasi yang berbeda dengan aplikasi herbisida.

Translokasi dapat terjadi melalui xilem (pembuluh air dalam tanaman) dan floem (pembuluh makanan dalam tanaman). Herbisida yang bertranslokasi melalui xilem akan didistribusikan ke bagian atas tanaman, termasuk daun dan bagian tumbuh lainnya. Sementara itu, herbisida yang bertranslokasi melalui floem akan didistribusikan ke bagian bawah tanaman, seperti akar, rimpang, atau biji gulma yang sedang tumbuh.

Absorpsi dan translokasi herbisida menjadi penting dalam efektivitas pengendalian gulma. Absorpsi yang cepat dan translokasi yang baik memungkinkan herbisida mencapai target biologis di dalam tanaman gulma dan menghasilkan efek yang mematikan atau menghambat pertumbuhan tanaman gulma tersebut. Selain itu, pengetahuan tentang pola absorpsi dan translokasi herbisida dalam tanaman juga penting dalam pengembangan formulasi herbisida yang lebih efektif dan metode aplikasi yang tepat untuk memastikan pengendalian gulma yang maksimal dengan risiko minimal terhadap tanaman yang diinginkan.

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi absorpsi dan translokasi herbisida dalam tanaman. Beberapa faktor utama termasuk:

1. Sifat Fisik dan Kimia Herbisida: Sifat fisik dan kimia herbisida, seperti kelarutan dalam air, lipofilisitas, ukuran molekul, dan tingkat ionisasi, dapat mempengaruhi tingkat absorpsi dan translokasi. Herbisida dengan kelarutan yang tinggi dalam air cenderung lebih mudah diserap oleh tanaman melalui kutikula atau akar. Sifat lipofilik herbisida juga dapat mempengaruhi penyerapan melalui membran sel. Selain itu, herbisida yang bersifat ionik atau berikatan dengan partikel tanah dapat mengalami retensi dan menghambat translokasi dalam tanaman.
2. Formulasi Herbisida: Formulasi herbisida, termasuk bahan tambahan seperti surfaktan atau aditif, dapat

mempengaruhi tingkat absorpsi dan translokasi herbisida. Surfactant dapat meningkatkan kemampuan herbisida untuk menyebar dan menempel pada permukaan tanaman, meningkatkan penyerapan herbisida oleh tanaman. Aditif lainnya juga dapat mempengaruhi penetrasi dan translokasi herbisida dalam tanaman.

3. **Faktor Lingkungan:** Faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan cahaya juga dapat mempengaruhi absorpsi dan translokasi herbisida. Suhu yang tinggi dan kelembaban yang rendah dapat meningkatkan kelarutan herbisida dan mempercepat penyerapan oleh tanaman. Cahaya matahari juga dapat mempengaruhi translokasi herbisida, karena herbisida yang ditranslokasi melalui floem dipengaruhi oleh aliran fotosintat yang diproduksi oleh daun selama fotosintesis.
4. **Kondisi Tanaman:** Kondisi tanaman seperti jenis tanaman, umur tanaman, dan kondisi kesehatan tanaman juga dapat mempengaruhi absorpsi dan translokasi herbisida. Beberapa tanaman memiliki kutikula yang lebih tebal atau lapisan lilin yang lebih padat, yang dapat menghambat penyerapan herbisida. Selain itu, tanaman yang sedang tumbuh dengan baik dan sehat cenderung memiliki sistem vaskular yang lebih aktif, yang memfasilitasi translokasi herbisida secara efisien.
5. **Aplikasi Herbisida:** Metode aplikasi herbisida, seperti aplikasi daun, aplikasi tanah, atau aplikasi sistemik, dapat mempengaruhi tingkat absorpsi dan translokasi. Aplikasi daun umumnya memungkinkan penyerapan langsung oleh permukaan daun, sedangkan aplikasi tanah memerlukan pergerakan herbisida melalui tanah untuk mencapai akar tanaman. Aplikasi sistemik melibatkan aplikasi herbisida ke bagian tanaman yang lebih tinggi sehingga herbisida dapat didistribusikan melalui xilem atau floem ke seluruh tanaman.

10.6 Selektivitas dan Interaksi Tanaman-Herbisida

Selektivitas adalah kemampuan suatu herbisida untuk mempengaruhi gulma tanpa merusak tanaman yang diinginkan. Hal ini tergantung pada perbedaan dalam sifat-sifat fisiologi, anatomi, atau biokimia antara tanaman gulma dan tanaman yang diinginkan.

10.6.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Selektivitas Herbisida

Beberapa faktor yang mempengaruhi selektivitas dan interaksi antara tanaman dengan herbisida meliputi metabolisme herbisida, toleransi dan resistansi tanaman, diferensiasi anatomi, perbedaan fase pertumbuhan, dan interaksi dalam faktor lingkungan.

1. **Metabolisme Herbisida.** Metabolisme herbisida adalah salah satu faktor yang mempengaruhi selektivitas dan interaksi antara tanaman dengan herbisida. Metabolisme herbisida melibatkan serangkaian reaksi kimia dalam tanaman yang bertujuan untuk mengubah struktur atau aktivitas herbisida. Ada dua jenis metabolisme herbisida yang umum terjadi dalam tanaman, yaitu metabolisme fase I dan metabolisme fase II.

Metabolisme Fase I: Pada metabolisme fase I, herbisida mengalami modifikasi struktural melalui reaksi kimia seperti hidroksilasi, oksidasi, atau reduksi. Ini dapat menghasilkan herbisida yang kurang aktif atau tidak aktif. Tanaman yang mampu memetabolisme herbisida dengan cepat dalam fase I memiliki kemampuan untuk mengurangi tingkat herbisida aktif yang tersedia untuk mempengaruhi target biologis. Hal ini dapat memberikan tingkat toleransi yang lebih tinggi terhadap herbisida pada tanaman yang diinginkan.

Metabolisme Fase II: Pada metabolisme fase II, herbisida yang telah mengalami modifikasi struktural dalam fase I diubah menjadi senyawa yang lebih polar dan mudah dikeluarkan dari tanaman. Proses ini melibatkan konjugasi herbisida dengan senyawa polar seperti gula, asam amino, atau asam organik. Senyawa konjugat ini lebih mudah dikeluarkan dari tanaman melalui proses metabolisme sekunder atau ekskresi. Metabolisme fase II berperan dalam detoksifikasi herbisida dalam tanaman dan dapat memberikan tingkat toleransi yang lebih tinggi terhadap herbisida.

Metabolisme herbisida dalam tanaman dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

Jenis tanaman: Setiap spesies tanaman memiliki kemampuan metabolik yang berbeda untuk mengubah herbisida. Beberapa tanaman memiliki kemampuan yang lebih baik untuk memetabolisme herbisida secara efektif, sehingga memiliki tingkat toleransi yang lebih tinggi terhadap herbisida.

Genetika: Kemampuan metabolisme herbisida dalam tanaman juga dipengaruhi oleh faktor genetik. Perbedaan dalam gen yang terlibat dalam enzim detoksifikasi dapat menyebabkan perbedaan dalam tingkat metabolisme herbisida antara tanaman.

Lingkungan: Faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya juga dapat mempengaruhi tingkat metabolisme herbisida dalam tanaman. Beberapa kondisi lingkungan dapat meningkatkan aktivitas enzim yang terlibat dalam metabolisme herbisida, sehingga meningkatkan detoksifikasi herbisida.

2. Toleransi dan Resistansi Tanaman

Toleransi tanaman mengacu pada kemampuan tanaman untuk tetap tumbuh dan berkembang normal meskipun terpapar herbisida. Tanaman yang toleran terhadap herbisida memiliki tingkat keberhasilan yang lebih tinggi dalam bertahan dan beradaptasi terhadap efek herbisida. Mekanisme toleransi ini bisa melibatkan kemampuan tanaman untuk mendetoksifikasi atau menginaktivasi herbisida melalui jalur metabolisme, atau memiliki mekanisme perlindungan yang kuat terhadap efek herbisida.

Sedangkan resistansi tanaman terhadap herbisida terjadi ketika tanaman mengembangkan kemampuan untuk bertahan atau menjadi kebal terhadap efek herbisida. Resistensi ini bisa bersifat alami atau didapatkan melalui seleksi tekanan herbisida yang berulang. Tanaman yang resisten memiliki tingkat keberhasilan yang lebih tinggi dalam mengatasi herbisida yang diterapkan. Mekanisme resistensi tanaman meliputi perubahan target-site herbisida, peningkatan metabolisme herbisida, atau peningkatan kapasitas tanaman untuk mengatasi efek herbisida.

Kedua faktor ini, toleransi dan resistensi tanaman, mempengaruhi selektivitas herbisida dengan cara yang berbeda:

Toleransi Tanaman: Tanaman yang toleran terhadap herbisida cenderung memiliki tingkat keberhasilan yang lebih tinggi dalam mempertahankan pertumbuhan dan perkembangan normal mereka meskipun terpapar herbisida. Mereka mungkin memiliki kemampuan yang lebih baik dalam memetabolisme atau menginaktivasi

herbisida sehingga herbisida tidak mengganggu fungsi vital dalam tanaman.

Resistensi Tanaman: Tanaman yang resisten terhadap herbisida telah mengembangkan mekanisme tertentu yang memungkinkan mereka untuk bertahan atau menjadi kebal terhadap efek herbisida. Mekanisme resistensi ini bisa termasuk perubahan target-site herbisida, peningkatan metabolisme herbisida, atau pengurangan penyerapan herbisida ke dalam tanaman. Sebagai hasilnya, herbisida mungkin tidak efektif dalam mengendalikan pertumbuhan tanaman gulma yang resisten.

3. Diferensiasi Anatomi

Diferensiasi anatomi merupakan faktor yang mempengaruhi selektivitas herbisida karena struktur anatomi tanaman dapat mempengaruhi penyerapan, translokasi, dan efek herbisida pada tanaman. Berikut adalah beberapa alasan mengapa diferensiasi anatomi dapat mempengaruhi selektivitas herbisida:

Kutikula dan Permeabilitas Sel: Kutikula adalah lapisan lilin yang melapisi permukaan daun tanaman. Ketebalan, komposisi, dan integritas kutikula dapat mempengaruhi penyerapan herbisida oleh tanaman. Tanaman dengan kutikula yang lebih tebal atau lebih tahan terhadap penetrasi herbisida mungkin lebih tahan terhadap efek herbisida yang diaplikasikan pada permukaan daun.

Stomata dan Penyerapan Gas: Stomata adalah pori-pori kecil yang terdapat pada permukaan daun yang mengatur pertukaran gas dan transpirasi. Ukuran, kepadatan, dan tingkat pembukaan stomata dapat mempengaruhi penyerapan herbisida yang diaplikasikan

dalam bentuk gas atau uap. Tanaman dengan stomata yang jarang atau kecil mungkin lebih sedikit menyerap herbisida yang diaplikasikan dalam bentuk uap atau gas.

Jaringan Pembuluh: Tanaman memiliki jaringan pembuluh, yaitu xilem dan floem, yang bertanggung jawab untuk transportasi air, nutrisi, dan zat-zat metabolik dalam tanaman. Translokasi herbisida melalui jaringan pembuluh dapat mempengaruhi distribusi herbisida ke bagian-bagian tanaman yang berbeda. Perbedaan dalam pembuluh dan aliran floem dapat mempengaruhi seberapa efektif herbisida ditranslokasikan ke bagian tanaman gulma dan bagian tanaman yang diinginkan.

Distribusi Jaringan dan Organ: Perbedaan dalam struktur dan distribusi jaringan dan organ tanaman dapat mempengaruhi seberapa efektif herbisida dapat mencapai target biologisnya. Misalnya, herbisida yang diaplikasikan pada daun mungkin lebih efektif pada tanaman gulma yang memiliki jaringan epidermis yang lebih tipis dan permukaan daun yang lebih luas, sementara tanaman yang diinginkan mungkin memiliki jaringan epidermis yang lebih tebal atau kutikula yang lebih padat, yang menghambat penetrasi herbisida.

4. Perbedaan Fase Pertumbuhan

Fase pertumbuhan tanaman saat aplikasi herbisida dapat mempengaruhi selektivitas herbisida. Herbisida tertentu mungkin lebih efektif pada fase pertumbuhan awal tanaman gulma daripada pada fase pertumbuhan dewasa tanaman yang diinginkan. Ini karena tanaman gulma mungkin lebih rentan terhadap herbisida saat mereka sedang aktif tumbuh dan berkembang. Sebaliknya, tanaman yang diinginkan mungkin lebih toleran terhadap herbisida pada fase pertumbuhan yang lebih matang.

5. Interaksi dalam Faktor Lingkungan

Faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, cahaya, dan pH tanah dapat mempengaruhi efektivitas herbisida dan selektivitasnya terhadap tanaman. Misalnya, suhu yang rendah atau kelembaban yang tinggi dapat mengurangi aktivitas herbisida atau menghambat penyerapan oleh tanaman. Cahaya yang rendah atau kelembaban tanah yang tinggi juga dapat mempengaruhi translokasi herbisida dalam tanaman. Selain itu, pH tanah yang ekstrem dapat mengubah bentuk kimia herbisida, mempengaruhi ketersediaan dan efektivitasnya pada tanaman.

10.6.2 Interaksi Herbisida dengan Tanaman yang Diinginkan dan Gulma

Interaksi herbisida dengan tanaman yang diinginkan dan gulma dapat memiliki efek yang berbeda-beda tergantung pada sifat herbisida dan karakteristik tanaman yang terlibat. Berikut adalah beberapa kemungkinan interaksi yang dapat terjadi:

1. Efek yang Diinginkan pada Tanaman yang Diinginkan: Herbisida yang selektif dapat dirancang untuk memiliki efek yang diinginkan pada tanaman yang diinginkan sementara meminimalkan dampak pada gulma. Ini mencakup herbisida yang mampu menghambat pertumbuhan dan perkembangan gulma tanpa memberikan efek yang signifikan pada tanaman yang diinginkan. Interaksi ini penting untuk mencapai pengendalian gulma yang efektif tanpa merusak tanaman yang diinginkan.
2. Penghambatan Pertumbuhan Gulma: Herbisida yang efektif dapat menargetkan gulma dan menghambat pertumbuhan dan perkembangan mereka tanpa memberikan efek yang signifikan pada tanaman yang diinginkan. Herbisida ini dapat menghambat biosintesis hormon pertumbuhan gulma, mengganggu sintesis protein, atau mengganggu jalur metabolisme tertentu dalam gulma. Dengan cara ini,

interaksi herbisida dengan tanaman yang diinginkan membantu dalam mengontrol gulma tanpa merusak tanaman yang diinginkan.

3. **Toleransi dan Resistensi Tanaman yang Diinginkan:** Tanaman yang diinginkan dapat memiliki tingkat toleransi yang berbeda terhadap herbisida tertentu. Beberapa tanaman dapat menunjukkan toleransi yang tinggi terhadap herbisida tertentu, sedangkan yang lain mungkin lebih sensitif. Selain itu, ada juga kemungkinan resistensi tanaman terhadap herbisida. Tanaman yang resisten terhadap herbisida akan tetap tumbuh dan berkembang normal meskipun terpapar herbisida, sementara gulma yang rentan akan terkontrol dengan efektif. Interaksi ini dapat mempengaruhi efektivitas dan selektivitas penggunaan herbisida.
4. **Interaksi Negatif pada Tanaman yang Diinginkan:** Meskipun jarang terjadi, beberapa herbisida tertentu dapat memiliki efek negatif pada tanaman yang diinginkan. Hal ini dapat terjadi jika tanaman yang diinginkan memiliki sifat sensitif terhadap herbisida tertentu atau jika herbisida digunakan dengan dosis yang terlalu tinggi. Oleh karena itu, penting untuk memilih herbisida yang tepat dan menggunakan dosis yang direkomendasikan untuk meminimalkan kemungkinan interaksi negatif pada tanaman yang diinginkan.

10.6.3 Mekanisme Resistensi Tanaman terhadap Herbisida

Mekanisme resistensi tanaman terhadap herbisida merujuk pada serangkaian perubahan yang terjadi pada tanaman yang membuatnya kebal atau mampu bertahan terhadap efek herbisida. Beberapa mekanisme resistensi tanaman terhadap herbisida yang umum termasuk:

1. **Perubahan Target-Site:** Salah satu mekanisme resistensi yang umum adalah perubahan pada target-site herbisida di dalam tanaman. Ini berarti terjadi mutasi genetik atau

perubahan struktural pada target-site yang mengurangi afinitas herbisida terhadap target tersebut. Dengan kata lain, herbisida tidak lagi efektif dalam menghambat atau mengganggu fungsi target biologis yang penting bagi tanaman gulma. Contohnya adalah mutasi pada enzim target herbisida, sehingga herbisida tidak lagi dapat berikatan dan menghambat enzim tersebut.

2. Peningkatan Detoksifikasi atau Metabolisme Herbisida: Resistensi juga dapat terjadi melalui peningkatan aktivitas enzim detoksifikasi dalam tanaman. Tanaman yang resisten dapat menghasilkan enzim-enzim yang mampu memetabolisme atau menginaktivasi herbisida dengan cepat, sehingga herbisida tidak memiliki efek yang merusak pada tanaman. Contoh enzim detoksifikasi yang umum adalah enzim glutathione-S-transferase (GST) yang terlibat dalam konjugasi herbisida dengan senyawa polar, membuatnya lebih mudah dikeluarkan dari tanaman.
3. Pengurangan Penyerapan Herbisida: Tanaman yang resisten dapat mengurangi penyerapan herbisida melalui permukaan daun atau akar. Hal ini dapat terjadi melalui perubahan dalam struktur kutikula, yang dapat menjadi lebih tebal atau memiliki lapisan lilin yang lebih padat, mengurangi penetrasi herbisida. Selain itu, tanaman resisten dapat mengurangi penyerapan herbisida melalui akar dengan menghasilkan senyawa yang mengikat herbisida di dalam tanah, sehingga mengurangi ketersediaan herbisida untuk penyerapan oleh akar.
4. Peningkatan Pengeluaran atau Penumpukan Herbisida: Beberapa tanaman resisten memiliki kemampuan untuk meningkatkan pengeluaran herbisida melalui perubahan dalam aktivitas pompa transporter yang memindahkan herbisida keluar dari sel atau organ tanaman. Selain itu, tanaman juga dapat mengalihkan herbisida ke dalam vakuola atau kompartemen lain yang membatasi akses herbisida ke situs target di dalam tanaman. Dengan demikian, herbisida tidak mencapai target yang

diperlukan dan tidak dapat mengendalikan pertumbuhan tanaman gulma.

Perubahan genetik dan perubahan aktivitas enzim dalam tanaman resisten adalah contoh mekanisme yang memungkinkan tanaman untuk menjadi kebal terhadap herbisida yang seharusnya menghentikan pertumbuhan tanaman gulma. Resistensi tanaman terhadap herbisida adalah masalah serius dalam pengendalian gulma, dan pengelolaannya melibatkan penggunaan strategi pengendalian yang beragam, seperti rotasi herbisida dengan mode aksi yang berbeda, penggunaan kombinasi herbisida, dan penggunaan metode pengendalian mekanik atau budidaya yang tepat untuk mengurangi tekanan seleksi pada populasi tanaman resisten.

10.7 Dosis dan Aplikasi Herbisida

Konsep dosis herbisida mengacu pada jumlah atau konsentrasi herbisida yang diterapkan pada area tertentu untuk mencapai efek pengendalian gulma yang diinginkan. Dosis herbisida yang tepat sangat penting untuk mencapai pengendalian gulma yang efektif tanpa merusak tanaman yang diinginkan. Konsep dosis herbisida melibatkan pemilihan dosis yang efektif, namun tetap aman bagi tanaman yang diinginkan.

Metode aplikasi herbisida mencakup cara dan teknik pengaplikasian herbisida pada tanaman atau area yang dituju. Metode aplikasi yang tepat sangat penting untuk memastikan herbisida terdistribusi secara merata, diserap dengan baik oleh gulma, dan menghindari kontak yang tidak diinginkan dengan tanaman yang diinginkan. Beberapa metode aplikasi herbisida yang umum meliputi aplikasi semprot (spraying), aplikasi selektif, aplikasi dengan menggunakan alat semprot (sprayer), aplikasi secara langsung pada gulma, dan lain sebagainya.

Beberapa faktor yang mempengaruhi efektivitas aplikasi herbisida meliputi:

1. Waktu Aplikasi: Waktu yang tepat untuk aplikasi herbisida sangat penting. Beberapa herbisida lebih efektif saat digunakan pada fase pertumbuhan tertentu pada gulma atau tanaman yang diinginkan. Selain itu, kondisi cuaca juga harus dipertimbangkan, seperti suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya, karena ini dapat mempengaruhi penyerapan dan efektivitas herbisida.
2. Keadaan Gulma: Keadaan gulma, termasuk ukuran, pertumbuhan, dan tingkat kerusakan, juga mempengaruhi efektivitas aplikasi herbisida. Gulma yang lebih kecil cenderung lebih mudah terkontrol daripada yang lebih besar dan lebih tua. Penting untuk mengidentifikasi gulma yang tepat dalam fase pertumbuhan yang rentan terhadap herbisida yang akan diterapkan.
3. Teknik Aplikasi: Metode dan teknik aplikasi herbisida juga mempengaruhi efektivitasnya. Teknik yang benar seperti pemilihan nozzle yang sesuai, tinggi dan tekanan semprot yang tepat, dan penyemprotan merata akan membantu memastikan bahwa herbisida terdistribusi secara merata dan mengenai target dengan baik.
4. Pemilihan Formulasi dan Adjuvant: Pemilihan formulasi herbisida yang sesuai untuk target dan lingkungan tertentu juga penting. Beberapa herbisida tersedia dalam berbagai formulasi, seperti cair, granul, atau pelapisan. Adjuvant dapat digunakan untuk meningkatkan penyerapan atau efektivitas herbisida. Pemilihan formulasi dan adjuvant yang tepat akan membantu meningkatkan efektivitas aplikasi herbisida.
5. Keamanan pada Tanaman yang Diinginkan: Selain memperhatikan efektivitas pengendalian gulma, faktor

keamanan pada tanaman yang diinginkan juga harus dipertimbangkan. Dosis herbisida yang terlalu tinggi atau aplikasi yang tidak hati-hati dapat merusak atau membunuh tanaman yang diinginkan. Oleh karena itu, penting untuk mengikuti dosis yang direkomendasikan dan mengambil tindakan pencegahan untuk melindungi tanaman yang diinginkan.

10.8 Pengaruh Herbisida terhadap Tanaman dan Lingkungan

Golongan herbisida dapat diklasifikasikan berdasarkan beberapa faktor, termasuk faktor penggunaan, faktor selektivitas, sifat kerja, dan sifat kimia (Umiyati & Widayat, 2017). Berikut adalah penjelasan singkat tentang setiap golongan herbisida berdasarkan faktor-faktor ini:

1. Berdasarkan Faktor Penggunaan:
 - a. Pre-emergence Herbicides: Herbisida ini diterapkan sebelum timbulnya gulma atau tanaman, biasanya sebelum penanaman atau sebelum perkecambahan gulma. Mereka membentuk lapisan di permukaan tanah dan mencegah gulma tumbuh.
 - b. Post-emergence Herbicides: Herbisida ini diterapkan setelah gulma atau tanaman muncul. Mereka mengontrol gulma yang sudah tumbuh atau tanaman yang diinginkan yang rentan terhadap herbisida.
2. Berdasarkan Faktor Selektivitas:
 - a. Selective Herbicides: Herbisida ini dirancang untuk mempengaruhi gulma tertentu tanpa merusak tanaman yang diinginkan. Mereka memiliki selektivitas yang tinggi terhadap jenis gulma tertentu dan tidak merusak tanaman yang diinginkan.
 - b. Non-selective Herbicides: Herbisida ini memiliki efek merusak pada semua tanaman, baik gulma maupun

tanaman yang diinginkan. Mereka efektif dalam mengontrol semua jenis tanaman di area yang diberi perlakuan.

3. Berdasarkan Sifat Kerja:

- a. Contact Herbicides: Herbisida ini bekerja saat terjadi kontak langsung dengan bagian hijau tanaman atau gulma. Mereka mengganggu struktur dan fungsi tanaman dengan cepat setelah kontak.
- b. Systemic Herbicides: Herbisida ini ditranslokasikan melalui jaringan tanaman setelah aplikasi. Mereka masuk ke dalam sistem peredaran tanaman dan mempengaruhi organ atau jaringan target di lokasi yang jauh dari aplikasi awal.

4. Berdasarkan Sifat Kimia:

- a. Herbicides Golongan Herbisida Organik: Ini termasuk herbisida yang berasal dari bahan-bahan alami atau disintesis secara alami.
- b. Herbicides Golongan Herbisida Anorganik: Ini mencakup herbisida yang mengandung senyawa anorganik seperti logam berat atau garam yang berfungsi sebagai agen pengendalian gulma.
- c. Herbicides Golongan Herbisida Bahan Aktif Sintetis: Ini adalah golongan herbisida yang secara sintetis dibuat dalam laboratorium dengan bahan-bahan kimia yang memiliki sifat pengendalian gulma.

Pengaruh herbisida terhadap tanaman dan lingkungan dapat bervariasi tergantung pada golongan herbisida yang digunakan. Berikut adalah pengaruh umum herbisida terhadap tanaman dan lingkungan serta hubungannya dengan golongan herbisida:

1. Pengaruh terhadap Tanaman:

- a. Golongan Herbisida Non-Selective: Herbisida non-selektif memiliki efek merusak pada semua tanaman yang terpapar, termasuk tanaman yang diinginkan. Contohnya adalah herbisida glifosat, yang merupakan non-selektif dan dapat merusak tanaman yang tidak tahan terhadap herbisida ini.
- b. Golongan Herbisida Selective: Herbisida selektif dirancang untuk mempengaruhi gulma tertentu tanpa merusak tanaman yang diinginkan. Mereka memiliki selektivitas yang tinggi terhadap jenis gulma tertentu dan tidak merusak tanaman yang diinginkan. Contohnya adalah herbisida jenis hormon yang dapat menghambat pertumbuhan gulma tanpa mempengaruhi pertumbuhan tanaman yang diinginkan.

2. Pengaruh terhadap Lingkungan:

- a. Kontaminasi Tanah dan Air: Penggunaan herbisida yang berlebihan atau tidak tepat dapat menyebabkan kontaminasi tanah dan air. Herbisida yang mencapai tanah dapat mencemari sumber air atau tanah yang dapat berdampak pada kehidupan organisme di dalamnya. Kontaminasi dapat terjadi terutama dengan penggunaan herbisida non-selektif yang tidak terikat pada jaringan tanaman.
- b. Keracunan Organisme Non-Target: Penggunaan herbisida yang tidak selektif dapat berdampak negatif pada organisme non-target seperti serangga, burung, mamalia, dan mikroorganisme. Herbisida dapat mencemari sumber makanan atau habitat mereka dan mengganggu keberagaman hayati dalam ekosistem.

Hubungan dengan golongan herbisida:

1. Golongan herbisida non-selective, seperti herbisida glifosat, cenderung memiliki pengaruh negatif yang lebih besar pada tanaman yang diinginkan karena mereka tidak dapat membedakan antara gulma dan tanaman yang diinginkan.
2. Golongan herbisida selective, seperti herbisida hormon, dirancang untuk menghambat pertumbuhan gulma tertentu tanpa merusak tanaman yang diinginkan, sehingga pengaruh negatif pada tanaman yang diinginkan cenderung lebih rendah.
3. Keracunan organisme non-target dan kontaminasi lingkungan dapat terjadi baik dengan penggunaan herbisida non-selective maupun selective jika penggunaannya tidak tepat atau berlebihan.

Penggunaan herbisida yang bijaksana dan sesuai dengan petunjuk penggunaan yang disarankan sangat penting untuk mengurangi dampak negatif pada tanaman dan lingkungan. Memilih herbisida yang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik area yang akan diperlakukan serta mengikuti dosis dan metode aplikasi yang benar dapat membantu mengurangi dampak negatif pada tanaman dan lingkungan.

10.9 Perkembangan dan Arah Penelitian di Bidang Fisiologi Herbisida

Bidang fisiologi herbisida terus berkembang dengan tujuan meningkatkan pemahaman tentang mekanisme aksi herbisida dan pengaruhnya pada tanaman dan gulma. Beberapa perkembangan dan arah penelitian yang signifikan di bidang fisiologi herbisida antara lain:

1. Mekanisme Aksi Herbisida: Penelitian terus dilakukan untuk memahami secara lebih mendalam mekanisme aksi

herbisida pada tingkat selular dan molekuler. Ini melibatkan identifikasi target biologis herbisida di dalam tanaman dan pemahaman tentang bagaimana herbisida berinteraksi dengan target tersebut. Penelitian ini dapat membantu dalam pengembangan herbisida yang lebih efektif dan selektif.

2. Resistensi Tanaman terhadap Herbisida: Penelitian tentang resistensi tanaman terhadap herbisida terus dilakukan untuk memahami mekanisme genetik dan molekuler yang terlibat dalam resistensi. Hal ini melibatkan identifikasi gen yang bertanggung jawab atas resistensi dan pemahaman tentang bagaimana resistensi dapat berkembang dan tersebar di antara populasi gulma. Penelitian ini penting untuk mengembangkan strategi pengendalian yang lebih efektif terhadap gulma resisten.
3. Pengembangan Herbisida Baru: Penelitian dilakukan untuk mengembangkan herbisida baru yang lebih efektif, selektif, dan ramah lingkungan. Fokus diberikan pada identifikasi senyawa aktif baru dengan sifat pengendalian gulma yang baik. Selain itu, penelitian juga bertujuan untuk mengembangkan formulasi herbisida yang lebih aman, mudah digunakan, dan memiliki waktu paruh yang lebih pendek di lingkungan.
4. Pemahaman Lebih Lanjut tentang Interaksi Herbisida-Tanaman: Penelitian terus dilakukan untuk memahami interaksi kompleks antara herbisida dan tanaman. Ini melibatkan pemahaman tentang pengaruh herbisida terhadap pertumbuhan, perkembangan, dan proses fisiologi tanaman. Penelitian ini penting untuk mengoptimalkan penggunaan herbisida dengan meminimalkan efek negatif pada tanaman yang diinginkan.
5. Penggunaan Teknologi Molekuler: Penggunaan teknologi molekuler seperti teknik genomika, proteomika, dan transkriptomika dalam penelitian fisiologi herbisida terus berkembang. Teknologi ini memungkinkan identifikasi dan analisis lebih rinci tentang respons tanaman terhadap

herbisida, mekanisme resistensi, dan interaksi antara herbisida dan tanaman. Hal ini dapat membantu dalam pengembangan pendekatan pengendalian gulma yang lebih presisi dan berbasis genetik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditiya, D. R. (2021). Herbisida : Risiko terhadap Lingkungan dan Efek Menguntungkan. *SainteknoI: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 19(1), 6–10.
<https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/sainteknoI/article/view/28371>
- Mangoensoekarjo, S., & Soejono, A. T. (2019). *Ilmu Gulma dan Pengelolaan Pada Budi Daya Perkebunan* (2nd ed.). Gadjah Mada University Press.
- Umiyati, U., & Widayat, D. (2017). *Gulma & Pengendaliannya* (1st ed.). deepublish.

BIODATA PENULIS**Sutiharni**

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

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. NIDN: 0030066104; Perguruan Tinggi: Universitas Papua; Status: Dosen Biasa; Alamat Perguruan Tinggi: Jalan Gunung Salju Amban Manokwari; Fakultas Pertanian Universitas Papua; Jurusan Budidaya Pertanian Prodi Agroteknologi; S1: Agronomi Faperta UNCEN; S2: Ilmu Hama Tumbuhan Pascasarjana UGM; Pernah menempuh Program Doktorat di Program S3 Ilmu Pertanian Pasca Sarjana UGM. Ilmu yang ditekuni: Ilmu Hama Tumbuhan. Email: naningmulyadi@gmail.com

BIODATA PENULIS



Hasfiah, S.P., M.P.

Dosen Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Dayanu Ikhsanuddin

Penulis lahir di Palewata pada tanggal 6 April 1985. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Dayanu Ikhsanuddn. Menyelesaikan pendidikan S1 Budidaya Pertanian dan melanjutkan S2 pada Program Studi Agronomi. Penulis menekuni bidang agronomi. Selama bekerja sebagai dosen beberapa penelitian dan pengabdian sudah dilakukan, diantaranya tahun 2016 mendapatkan dana hibah penelitian dosen pemula (PDP) yang didanai oleh Kemenristekdikti yang berjudul : Efektivitas Penggunaan Pestisida Nabati Terhadap Hama dan Penyakit Tanaman Padi Gogo Lokal di Lahan Basah. Tahun 2022 ia juga telah membuat buku referensi dengan judul Perlindungan Tanaman, Kesuburan & Pemupukan Nematoda Pertanian dan Dasar-Dasar Ilmu Hama Tanaman serta saat ini masih menjabat sebagai Wakil Dekan Fakultas Pertanian Universitas Dayanu Ikhsanuddin Baubau Periode 2019-2023.

BIODATA PENULIS**Inna M. Romainum, Ph.D.**

dosen tetap di Fakultas Pertanian Universitas Papua

Penulis lahir di Tanah Merah 24 September 1987. Dari ayah bernama Willem Romainum dan Ibu bernama Louisye Tatilu. Telah menyelesaikan studi strata satu pada Program Studi Bioproductive Science, Faculty of Agriculture, Utsunomiya University di Jepang (2007-2011). Lulus strata dua pada Program Studi yang sama (2012-2014) dan melanjutkan ke program strata tiga pada Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology di Jepang (2013-2016).

Karir dimulai sebagai dosen tetap di Fakultas Pertanian Universitas Papua (2016-sekarang). Bidang kajian yang menjadi tanggungjawab penulis di Universitas Papua ialah tanaman hortikultura dan tanaman perkebunan. Penulis telah menerbitkan buku dengan judul Pigmen Pada Tumbuhan dan menjadi penulis pada buku Teknologi Perlindungan Hama dan Penyakit Tanaman Umbi-Umbian Lokal, Pembangunan Pertanian Berkelanjutan di Papua dan Bioteknologi Pertanian.

BIODATA PENULIS



Ryan Budi Setiawan SP, M.Si

Dosen Program Studi Agroteknologi Departemen Agronomi
Fakultas Pertanian Universitas Andalas

Penulis lahir di Wonogiri, pada 4 Februari 1990, tercatat sebagai lulusan Universitas Andalas (S1) dan Institut Pertanian Bogor (S2). Pria yang kerap disapa Ryan ini adalah anak dari pasangan Nardi (ayah) dan Karti (ibu). Saat ini penulis berprofesi sebagai Dosen Program Studi Agroteknologi Departemen Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Penulis mendalami bidang pemuliaan dan bioteknologi tanaman terutama berkaitan dengan pemuliaan invitro dan konservasi.

BIODATA PENULIS**Aulia Rahmawati, M.P., C.Ed**

Dosen Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian dan Peternakan
Universitas Ma'arif Nahdlatul Ulama Kebumen

Penulis lahir di Kota Surakarta, Provinsi Jawa Tengah tanggal 01 Agustus 1996. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Ma'arif Nahdlatul Ulama Kebumen. Selain itu, penulis juga memiliki jabatan fungsional Asisten Ahli dan menjabat sebagai ketua Unit MBKM di universitas tersebut. Sebelum menjadi dosen, penulis sudah bekerja sebagai asisten salah satu Profesor Fakultas Pertanian di Universitas Sebelas Maret Surakarta selama 2 tahun. Saat ini penulis menjadi tim ahli dalam suatu proyek kajian penanganan pasca panen padi oleh Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kabupaten Kebumen. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Agroteknologi lulus tahun 2017 dan melanjutkan S2 pada Program Studi Agronomi lulus tahun 2020 di Universitas Sebelas Maret Surakarta. Konsentrasi bidang penulis yaitu pemuliaan tanaman atau budidaya tanaman pangan khususnya tanaman pangan.

Penulis menekuni bidang menulis oleh karena itu penulis saat ini menjadi editor buku bersertifikat dengan gelar di belakang nama yaitu C.Ed. Beberapa karya yang sudah diterbitkan oleh

penulis baru berupa jurnal ilmiah, baik itu penelitian ilmiah maupun pengabdian masyarakat. Buku pertama yang ditulis oleh penulis berjudul “Agrotechnopreneurship” dan ini merupakan buku kedua yang penulis kerjakan. Jika ada yang ingin didiskusikan terkait isi pada bab ini silahkan menghubungi penulis di email awliarahmawati@gmail.com atau menghubungi di WA 083865705410.

BIODATA PENULIS

Dr. Sri Wahyuni, SP.,M.Si.

Dosen Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Flores

Penulis lahir di Ujungpandang Tanggal 19 September 1981. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Flores sejak tahun 2006. Menyelesaikan pendidikan di Universitas Udayana pada jenjang Sarjana Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan dan melanjutkan jenjang Magister pada Jurusan Pertanian Lahan Kering bidang Perlindungan Tanaman serta jenjang Doktorat pada Ilmu Pertanian pada bidang Pengendalian Hayati. Selain sebagai dosen, penulis juga aktif dalam organisasi yang bergerak dalam bidang literasi seperti sebagai ketua PPMN (Perkumpulan Penulis dan Motivator Nasional) wilayah Ende (2022 – sekarang), Anggota Forum Taman Baca Nasional (FTBN) wilayah Kabupaten Ende, sebagai ketua dewan editor Jurnal Terakreditasi Nasional AGRICA dan menjadi reviewer di beberapa Jurnal Ilmiah Nasional.

BIODATA PENULIS



Lusiana Danga Lewu, S.P., M.P

Dosen Program Studi Agroteknologi

Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Kristen Wira Wacana
Sumba

Penulis lahir di Paranda, tanggal 07 Agustus 1989. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Kristen Wira Wacana Sumba. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tanaman di Universitas Nusa Cendana dan melanjutkan S2 pada Jurusan Magister Ilmu Pertanian di Universitas Kristen Satya Wacana. Saat ini, penulis menekuni bidang fisiologi tanaman khususnya pada tanaman khas lahan kering.

BIODATA PENULIS

Fina Dwimartina, S.P., M.Sc.

Dosen Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Wiralodra

Penulis lahir di Cirebon tanggal 24 Maret 1992. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Wiralodra. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Agroteknologi dan melanjutkan S2 pada Jurusan Fitopatologi. Penulis menekuni bidang Hama dan Penyakit Tanaman.

BIODATA PENULIS



Eko Agus Martanto

Dosen Fakultas Pertanian Universitas Papua

Penulis lahir di Klaten 29 Pebruari 1968. Dari ayah bernama Yusak Purwawidagda dan Ibu bernama Suharti. Ia memiliki seorang istri bernama Yayuk Nuryanti. Penulis bertempat tinggal di Perum Dosen Jl. Cenderawasih C56 Amban Kabupaten Manokewari Provinsi Papua Barat. Telah menyelesaikan studi strata satu di Program Studi Hama Penyakit Tanaman Universitas Jenderal Soedirman (1986-1991). Lulus strata dua di Program Studi Fitopatologi Universitas Gadjah Mada (1995-1998). Lulus strata tiga di Program Studi Fitopatologi Universitas Gadjah Mada (1999-2004). Karirnya dimulai sebagai dosen di Fakultas Pertanian Universitas Cenderawasih di Manokwari (1992-2000). Tahun 2000 Fakultas Pertanian Uncen mandiri menjadi Universitas Papua sampai sekarang. Bidang kajian yang menjadi tanggungjawab penulis di Fakultas Pertanian Universitas Papua bidang Ilmu Penyakit Tumbuhan.

BIODATA PENULIS



Fahmy Rinanda Saputri, S.T., M.Eng.

Dosen Program Studi Teknik Fisika
Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Multimedia
Nusantara

Penulis lahir pada bulan Agustus 1993 di Cilacap. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Fisika Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Multimedia Nusantara. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Fisika Universitas Gadjah Mada dan melanjutkan studi pada Program Magister Teknik Fisika Universitas Gadjah Mada. Penulis menekuni bidang instrumentasi, fisika bangunan, dan energi baru terbarukan.