

**UJI RESISTENSI GULMA *Asystasia gangetica*, *Eleusine indica* DAN
Praxelis clematidea TERHADAP HERBISIDA IPA GLIFOSAT PADA
PERKEBUNAN KELAPA SAWIT TANAMAN MENGHASILKAN (TM)
LAMPUNG SELATAN**

(Skripsi)

Oleh

**HELDA ROUDIATUL FITRI
2114161032**



**UNIVERSITAS LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

UJI RESISTENSI GULMA *Asystasia gangetica*, *Eleusine indica* DAN *Praxelis clematidea* TERHADAP HERBISIDA IPA GLIFOSAT PADA PERKEBUNAN KELAPA SAWIT TANAMAN MENGHASILKAN (TM) LAMPUNG SELATAN

OLEH

HELDA ROUDIATUL FITRI

Penggunaan herbisida sejenis dalam jangka waktu yang lama dan tidak pernah diganti atau dirotasi dengan herbisida dengan mekanisme kerja lain dapat memicu terjadinya resistensi gulma terhadap herbisida. Penggunaan glifosat secara terus menerus berpotensi mengakibatkan terjadinya resistensi sehingga dapat menyebabkan gulma menjadi lebih sulit dikendalikan. Penelitian ini bertujuan untuk menguji resistensi gulma *A. gangetica*, *E. indica* dan *P. clematidea* yang berasal dari perkebunan kelapa sawit Lampung Selatan terhadap herbisida glifosat. Penelitian dilakukan dalam dua tahap, yaitu uji *screening* resistensi dan uji tingkat resistensi. Rancangan percobaan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan 4 ulangan, faktor pertama adalah asal gulma (terpapar dan tidak terpapar) dan faktor kedua adalah tingkatan dosis bahan aktif herbisida, dosis yang digunakan Untuk Tahap I yaitu 0, 480, dan 960 g/ha sedangkan untuk Tahap II yaitu 0, 60, 120, 240, 480, 960, 1.920, dan 3.840 g/ha. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gulma yang terpapar glifosat memerlukan waktu lebih lama untuk mematikan gulma sebanyak 50% dengan nilai LT_{50} (*Median Lethal Time*) pada dosis 3.840 g/ha gulma *A. gangetica*, *E. indica* dan *P. clematidea* berturut-turut 13,66; 2,56; dan 1,48 hari, sedangkan gulma yang tidak terpapar berturut-turut 9,36; 2,07; dan 1,29 hari. *A. gangetica*, *E. indica* dan *P. clematidea* terpapar IPA glifosat memerlukan dosis yang lebih tinggi untuk mematikan gulma 50% dengan nilai ED_{50} (*Median Effective Dose*) berturut-turut 518,96; 109,14; dan 132,45 g/ha, sedangkan gulma yang tidak terpapar berturut-turut 264,54; 78,25; dan 88,45 g/ha. *A. gangetica*, *E. indica* dan *P. clematidea* terpapar masih tergolong sensitif terhadap herbisida IPA glifosat dengan nilai Nisbah Resistensi (NR) masing-masing 1,96; 1,38; dan 1,50.

Kata kunci: *glifosat, gulma, nisbah resistensi, resistensi.*

ABSTRACT

RESISTANCE TEST OF WEEDS *Asystasia gangetica*, *Eleusine indica*, AND *Praxelis clematidea* TO IPA GLYPHOSATE HERBICIDE IN MATURE OIL PALM PLANTATIONS (TM) IN SOUTH LAMPUNG

By

Helda Roudiatul Fitri

The long-term use of the same type of herbicide without replacement or rotation with other herbicides with different mode of action can trigger weed resistance to herbicides. Continuous use of glyphosate may lead to resistance, making weeds more difficult to control. This study aimed to test the resistance of the weeds *A. gangetica*, *E. indica*, and *P. clematidea* originating from oil palm plantations in South Lampung to glyphosate herbicide. The study was conducted in two stages, namely resistance screening and resistance level testing. The experimental design used was a Factorial Randomized Complete Block Design (RCBD) with four replications. The first factor was the origin of the weeds (exposed and non-exposed populations) and the second factor was the level of herbicide active ingredient dosage. In Stage I, the doses used were 0, 480, and 960 g/ha, whereas in Stage II, the doses were 0, 60, 120, 240, 480, 960, 1.920, and 3.840 g/ha. The results showed that weeds previously exposed to glyphosate required a longer time to cause 50% controlling weed with LT₅₀ (Median Lethal Time) values at a dose of 3.840 g/ha for *A. gangetica*, *E. indica*, and *P. clematidea* of 13,66; 2,56; and 1,48 days, respectively, while the non-exposed weeds were 9,36; 2,07; and 1,29 days, respectively. The exposed weeds of *A. gangetica*, *E. indica*, and *P. clematidea* required higher doses to cause 50% controlling weed with ED₅₀ (Median Effective Dose) values of 518,96; 109,14; and 132,45 g/ha, respectively, while the non-exposed weeds were 264,54; 78,25; and 88,45 g/ha, respectively. The exposed weeds *A. gangetica*, *E. indica*, and *P. clematidea* were still classified as sensitive to IPA glyphosate herbicide with Resistance Ratio (RR) values of 1,96; 1,38; and 1,50 respectively.

Keywords: *glyphosate, resistance, resistance ratio, weeds.*

**UJI RESISTENSI GULMA *Asystasia gangetica*, *Eleusine indica* DAN
Praxelis clematidea TERHADAP HERBISIDA IPA GLIFOSAT PADA
PERKEBUNAN KELAPA SAWIT TANAMAN MENGHASILKAN (TM)
LAMPUNG SELATAN**

Oleh

HELDA ROUDIATUL FITRI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN**

Pada

**Jurusan Agronomi dan Hortikultura
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

Judul Skripsi : **UJI RESISTENSI GULMA *Asystasia gangetica*,
Eleusine indica DAN *Praxelis clematidea* TERHADAP
HERBISIDA IPA GLIFOSAT PADA PERKEBUNAN
KELAPA SAWIT TANAMAN MENGHASILKAN
(TM) LAMPUNG SELATAN**

Nama Mahasiswa : **Helda Roudiatul Fitri**

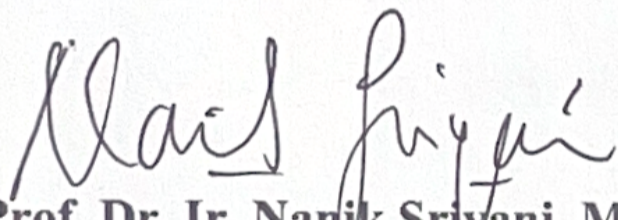
NPM : **2114161032**

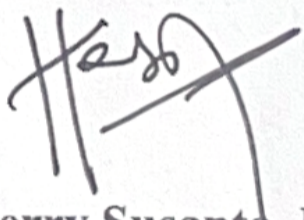
Jurusan : **Agronomi dan Hortikultura**

Fakultas : **Pertanian**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


Prof. Dr. Ir. Nanik Sriyani, M. Sc.
NIP 196201011986032001


Ir. Herry Susanto, M.P.
NIP 196301151987031001

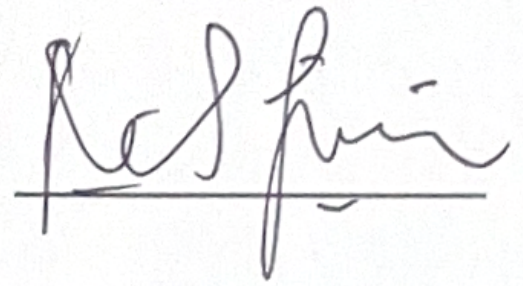
2. Ketua Jurusan Agronomi dan Hortikultura


Prof. Ir. Maria Viva Rini, M.Agr, Sc., Ph.D.
NIP 196603041990122001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

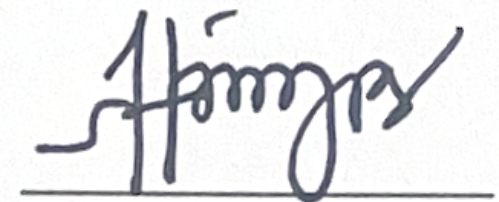
Ketua : **Prof. Dr. Ir. Nanik Sriyani, M. Sc.**



Sekretaris : **Ir. Herry Susanto, M.P.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Hidayat Pujisiswanto, SP, MP.**



Dekan, Fakultas Pertanian


Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 26 Mei 2026

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:
“UJI RESISTENSI GULMA *Asystasia gangetica*, *Eleusine indica* DAN *Praxelis clematidea* TERHADAP HERBISIDA IPA GLIFOSAT PADA PERKEBUNAN KELAPA SAWIT TANAMAN MENGHASILKAN (TM) LAMPUNG SELATAN” merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung. Jika skripsi ini di masa mendatang terbukti sebagai skripsi hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 26 Mei 2026

Penulis,




Helda Roudiatul Fitri
NPM 2114161032

8. Bayu Ananta Kusuma terima kasih selalu sabar dalam menemani, membantu, meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya, serta memberikan dukungan dan motivasi selama penelitian dan penyusunan skripsi.
9. Teman-teman seperjuangan Maria Okta, Destiana Veranti, Anandhita Nailah, Fitri Anantatia, Ni Luh Dewi, Okti Widayanti, Rahma Juliana yang selalu memberikan semangat dan kebersamai penulis selama masa studi.
10. Teman-teman penelitian gulma, Asri Irmawati, Abel Kurniawan, Zaenny Malicha, Amanda Cahya yang telah berjuang bersama, memberikan bantuan, saran, dan masukan selama penelitian dan penyusunan skripsi.
11. Bapak Suyono yang telah membantu dan memberikan masukan selama proses penelitian.

Semoga Allah SWT membalas seluruh kebaikan yang telah diberikan serta senantiasa melimpahkan rahmat, nikmat, dan perlindungan-Nya atas segala bantuan dan dukungan kepada penulis.

Bandar Lampung, 26 Mei 2026
Penulis



Helda Roudiatul Fitri

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Helda Roudiatul Fitri lahir pada tanggal 02 Desember 2002 di Gisting Atas, Kabupaten Tanggamus. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Rodiansyah dan Ibu Sri Handayani. Penulis memulai pendidikan di Taman Kanak-kanak (TK) pada tahun 2008 di TK Raudhatul Athfal Mathlaul Anwar dan diselesaikan pada tahun 2009. Kemudian melanjutkan pendidikan di SD Negeri 1 Gisting Atas dan diselesaikan pada tahun 2015. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan ke SMP Negeri 1 Gisting dan selesai pada tahun 2018, lalu melanjutkan pendidikan ke SMA Negeri 1 Sumberejo dan selesai pada tahun 2021.

Pada tahun 2021, penulis diterima sebagai Mahasiswi Jurusan Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN (Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri). Selama menjadi mahasiswi penulis aktif dalam kegiatan akademik dan non akademik. Penulis memiliki pengalaman menjadi Asisten Dosen pada mata kuliah Fisiologi Tumbuhan Semester Ganjil 2024 dan mata kuliah Pengelolaan Gulma Perkebunan Semester Genap 2025 Penulis juga aktif dalam organisasi HIMAGRHO sebagai anggota bidang Hubungan Masyarakat periode kepengurusan 2023 dan sebagai mentor bidang Hubungan Masyarakat periode kepengurusan 2024.

Penulis melaksanakan Praktik Umum di PT. Great Giant Pineapple PG 4 pada bulan Juli hingga Agustus 2024 dan melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada tahun 2025 di Desa Reno Basuki, Kecamatan Rumbia, Kabupaten Lampung Tengah.

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrohim

Dengan rasa syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat-Nya.

Penulis mempersembahkan karya ini untuk:

Kedua Orang Tua Tersayang

Ayah Rodiansyah dan Ibu Sri Handayani terimakasih atas segala pengorbanan, ketulusan dan kesabaran yang tak pernah terhitung nilainya. Senantiasa mendoakan tanpa henti, memberikan segala sesuatu yang terbaik, mengusahakan dengan segenap kemampuan, serta memberikan dukungan baik secara moral maupun finansial, demi satu harapan sederhana melihat Penulis memiliki masa depan yang baik.

Adik Penulis

Salsa Billa Turohma dan Irfan Wafi atas dukungan, doa, dan semangat yang selalu diberikan menjadi sumber penguat di saat lelah, serta menjadi alasan bagi penulis untuk selalu berjuang dan tidak menyerah.

Keluarga besar penulis yang selalu memberikan dukungan serta motivasi.

Ibu dan Bapak dosen Jurusan Agronomi yang telah memberikan ilmu serta arahan hingga terselesaikannya skripsi ini.

Sahabat seperjuangan penulis yang selalu membantu dan memberikan semangat kepada penulis.

Almamater tercinta

Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.
Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.”
(Q.S. Al-Insyirah: 5-6)

“Barang siapa menempuh jalan untuk mencari ilmu, Allah akan mudahkan baginya jalan menuju surga.”
(HR. Bukhari dan Muslim)

“Melamban bukanlah hal yang tabu, karena ini hanya sementara bukan ujung dari rencana, jalanmu kan sepanjang niatmu”
(Perunggu)

“Hadapi semuanya langsung di muka, apapun yang terjadi tidak apa.”
(Baskara Putra - Hindia)

SANWACANA

Alhamdulillah, puji dan syukur kehadirat Allah SWT berkat rahmat serta hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi yang berjudul **“Uji Resistensi Gulma *Asystasia gangetica*, *Eleusine indica* dan *Praxelis clematidea* Terhadap Herbisida IPA Glifosat pada Perkebunan Kelapa Sawit Tanaman Menghasilkan (TM) Lampung Selatan”** Penulis menyadari bahwa sulit untuk menyelesaikan skripsi ini tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Nanik Sriyani, M. Sc., selaku dosen pembimbing utama sekaligus Pembimbing Akademik atas bantuan, arahan, motivasi, dukungan, kritik dan saran kepada Penulis selama perkuliahan terutama dalam penyusunan skripsi.
3. Bapak Ir. Herry Susanto, M.P., selaku pembimbing kedua atas ilmu, saran, nasehat dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi.
4. Bapak Dr. Hidayat Pujisiswanto S.P., M.P., selaku dosen penguji atas masukan, saran, kritik, dan nasehat yang diberikan selama penulisan skripsi.
5. Ibu Prof. Ir. Maria Viva Rini, M.Agr.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
6. Sahabat penulis sedari masa sekolah Adzkiyah Izzatussholihah, Laura Febya, Mulfi Dwi Sausan, Riska Reza terima kasih telah menjadi tempat berbagi cerita, keluh kesah, dan tawa di tengah proses panjang penyusunan skripsi ini.
7. Sahabat seperjuangan Vita Catur Berliana, Egi Natalia, Sandra Gusmia, Syifa Karlin, Nadhila Annisa yang telah memberikan dukungan, bantuan, saran, dan kebersamaan selama masa studi dan penyusunan skripsi.

8. Bayu Ananta Kusuma terima kasih selalu sabar dalam menemani, membantu, meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya, serta memberikan dukungan dan motivasi selama penelitian dan penyusunan skripsi.
9. Teman-teman seperjuangan Maria Okta, Destiana Veranti, Anandhita Nailah, Fitri Anantatia, Ni Luh Dewi, Okti Widayanti, Rahma Juliana yang selalu memberikan semangat dan kebersamaan penulis selama masa studi.
10. Teman-teman penelitian gulma, Asri Irmawati, Abel Kurniawan, Zaenny Malicha, Amanda Cahya yang telah berjuang bersama, memberikan bantuan, saran, dan masukan selama penelitian dan penyusunan skripsi.
11. Bapak Suyono yang telah membantu dan memberikan masukan selama proses penelitian.

Semoga Allah SWT membalas seluruh kebaikan yang telah diberikan serta senantiasa melimpahkan rahmat, nikmat, dan perlindungan-Nya atas segala bantuan dan dukungan kepada penulis.

Bandar Lampung, 26 Mei 2026
Penulis

Helda Roudiatul Fitri

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Landasan Teori	4
1.5 Kerangka Pemikiran	5
1.6 Hipotesis	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Tanaman Kelapa Sawit.....	7
2.2 Gulma	9
2.2.1 <i>Asystasia gangetica</i>	10
2.2.2 <i>Eleusine indica</i>	11
2.2.3 <i>Praxelis clematidea</i>	12
2.3 Herbisida Isopropilamina Glifosat	14
2.4 Resistensi Gulma	16
2.4.1 Pengertian Resistensi	16
2.4.2 Sejarah Resistensi	17
2.4.3 Mekanisme Resistensi	18
2.4.4 Kasus Resistensi Gulma Terhadap Glifosat	19

III. BAHAN DAN METODE	21
3.1 Waktu dan Tempat	21
3.2 Alat dan Bahan	21
3.3 Rancangan Percobaan	21
3.4 Pelaksanaan Penelitian	24
3.4.1 Survei Lapang.....	24
3.4.2 Pengambilan, Penanaman dan Pemeliharaan Sampel Gulma.....	26
3.4.3 Uji Tahap I (Uji Screening)	26
3.4.4 Uji Tahap II.....	26
3.4.5 Aplikasi Herbisida IPA Glifosat	27
3.5 Variabel Pengamatan.....	28
3.5.1 Persen Keracunan	28
3.5.2 Bobot Kering Gulma.....	29
3.6 Analisis Data	29
3.6.1 Kecepatan Mematikan (LT ₅₀).....	29
3.6.2 Dosis Efektif 50% (ED ₅₀)	30
3.6.3 Nisbah Resistensi (NR).....	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Gulma <i>Asystasia gangetica</i>	31
4.1.1 Persen Keracunan Gulma <i>Asystasia gangetica</i> akibat IPA Glifosat	31
4.1.2 Bobot Kering dan Persen Kerusakan <i>Asystasia gangetica</i> akibat IPA Glifosat.....	35
4.1.3 Nilai LT ₅₀ <i>Asystasia gangetica</i> akibat IPA Glifosat.....	37
4.1.4 Resistensi <i>Asystasia gangetica</i> terhadap IPA Glifosat.....	38
4.2 Gulma <i>Eleusine indica</i>	39
4.2.1 Persen Keracunan Gulma <i>Eleusine indica</i> akibat IPA Glifosat....	39
4.2.2 Bobot Kering dan Persen Kerusakan <i>Eleusine indica</i> akibat IPA Glifosat	42
4.2.3 Nilai LT ₅₀ <i>Eleusine indica</i> akibat IPA Glifosat.....	44
4.2.4 Resistensi <i>Eleusine indica</i> terhadap IPA Glifosat	46

4.3 Gulma <i>Praxelis clematidea</i>	47
4.3.1 Persen Keracunan <i>Praxelis clematidea</i> akibat IPA Glifosat	47
4.3.2 Bobot Kering dan Persen Kerusakan <i>Praxelis clematidea</i> akibat IPA Glifosat.....	50
4.3.3 Nilai LT ₅₀ <i>Praxelis clematidea</i> akibat IPA Glifosat.....	52
4.3.4 Resistensi <i>Praxelis clematidea</i> terhadap IPA Glifosat	54
V. KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. FAO Pedoman penilaian fitotoksisitas (FAO/AP/027)	28
2. Nilai LT_{50} <i>A. gangetica</i> terhadap herbisida IPA Glifosat	37
3. Nilai ED_{50} Gulma <i>A. gangetica</i>	38
4. Nilai Nisbah Resistensi <i>A. gangetica</i> terhadap IPA Glifosat.....	38
5. Nilai LT_{50} <i>E. indica</i> terhadap herbisida IPA Glifosat.....	45
6. Nilai ED_{50} Gulma <i>E. indica</i>	46
7. Nilai ED_{50} dan NR <i>E. indica</i> terhadap IPA Glifosat	46
8. Nilai LT_{50} <i>P. clematidea</i> terhadap IPA Glifosat.....	53
9. Nilai ED_{50} Gulma <i>P. clematidea</i>	54
10. Nisbah Resistensi <i>P. clematidea</i> terhadap IPA Glifosat.....	54
11. Rata-rata persen keracunan gulma <i>A. gangetica</i>	63
12. Probit <i>A. gangetica</i>	63
13. Rata-rata persen keracunan gulma <i>E. indica</i>	64
14. Probit <i>E. indica</i>	64
15. Rata-rata persen keracunan gulma <i>P. clematidea</i>	65
16. Probit <i>P. clematidea</i>	65
17. Rata-rata persen keracunan gulma <i>A. gangetica</i>	66
18. Persen kerusakan gulma <i>A. gangetica</i>	66
19. Probit gulma <i>A. gangetica</i>	67
20. Bobot kering gulma <i>E. indica</i>	67
21. Persen kerusakan gulma <i>E. indica</i>	68
22. Probit gulma <i>E. indica</i>	68
23. Bobot kering gulma <i>P. clematidea</i>	69
24. Persen kerusakan gulma <i>P. clematidea</i>	69
25. Probit gulma <i>P. clematidea</i>	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Gulma <i>Asystasia gangetica</i>	11
2. Gulma <i>Eleusine indica</i>	12
3. Gulma <i>Praxelis clematidea</i>	13
4. Struktur kimia Isopropilamina Glifosat (Valavanidis, 2018)	15
5. Tata letak percobaan Uji Tahap I gulma <i>Asystasia gangetica</i>	22
6. Tata letak percobaan Uji Tahap I gulma <i>Eleusine indica</i>	22
7. Tata letak percobaan Uji Tahap I gulma <i>Praxelis clematidea</i>	22
8. Tata letak percobaan Uji Resistensi gulma <i>Asystasia gangetica</i> terhadap glifosat	23
9. Tata letak percobaan Uji Resistensi <i>Eleusine indica</i> terhadap glifosat ...	24
10. Tata letak percobaan Uji Resistensi gulma <i>Praxelis clematidea</i> terhadap glifosat	24
11. Lokasi survei dan pengambilan gulma terpar herbisida glifosat (5°15'60.0"S 105°13'53.1"E)	25
12. Lokasi survei dan pengambilan gulma tidak terpar herbisida glifosat (5°15'46.7"S 105°14'30.4"E)	25
13. Lahan Kelapa Sawit	25
14. Pengovenan dan Penimbangan Gulma	29
15. Respon <i>A. gangetica</i> Terpapar dan Tidak Terpapar Terhadap IPA glifosat pada 20 Hari Setelah Aplikasi (HSA)	31
16. Nilai persen keracunan <i>A. gangetica</i> akibat herbisida IPA glifosat	34
17. Bobot Kering Gulma <i>A. gangetica</i> Terpapar dan Tidak Terpapar Akibat IPA Glifosat.....	35
18. Nilai Probit Persen Kerusakan Gulma <i>A. gangetica</i> Terpapar dan Tidak Terpapar Akibat IPA Glifosat	36

19. Respon <i>E. indica</i> Terpapar dan Tidak Terpapar Terhadap IPA Glifosat pada 20 HSA	39
20. Nilai Persen Keracunan <i>E. indica</i> akibat Aplikasi Herbisida IPA Glifosat	41
21. Bobot Kering Gulma <i>E. indica</i> Terpapar dan Tidak Terpapar Akibat IPA Glifosat	42
22. Nilai Probit Persen Kerusakan Gulma <i>E. indica</i> Terpapar dan Tidak Terpapar Akibat IPA Glifosat	43
23. Respon <i>P. clematidea</i> Terpapar dan Tidak Terpapar Terhadap IPA Glifosat pada 20 HSA	48
24. Nilai Persen Keracunan <i>P. clematidea</i> akibat Aplikasi Herbisida IPA Glifosat.....	49
25. Bobot Kering Gulma <i>P. clematidea</i> Terpapar dan Tidak Terpapar Akibat IPA Glifosat	50
26. Nilai Probit Persen Kerusakan Gulma <i>P. clematidea</i> Terpapar dan Tidak Terpapar Akibat IPA Glifosat	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data variabel pengamatan.....	63
2. Dokumentasi pengamatan.....	71

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelapa sawit sebagai komoditas unggulan subsektor perkebunan memiliki peran penting dalam mendukung pembangunan ekonomi tingkat dunia. Perekonomian Indonesia sebagian besar ditanggung oleh sektor perkebunan dan industri kelapa sawit. Perkebunan kelapa sawit berperan penting dalam perekonomian Indonesia dengan menyediakan lebih dari 41% lapangan kerja dan menjadi sumber mata pencaharian bagi masyarakat pedesaan (Soegiarto, 2017).

Perkebunan kelapa sawit Indonesia ialah perkebunan terbesar di dunia dengan luas 16,8 juta hektar. Pada tahun 2024 luas areal perkebunan kelapa sawit provinsi Lampung seluas 256.437 hektar dengan total produksi 375.239 ton. Pada tahun 2025 luas areal mencapai 256.437 hektar dengan total produksi 390.057 ton. Pada 2026 luas perkebunan kelapa sawit provinsi Lampung yaitu seluas 256.437 hektar dengan jumlah produksi sebesar 432.545 ton (Ditjen Perkebunan, 2026).

Faktor yang menyebabkan menurunnya produktivitas kelapa sawit adalah keberadaan gulma di sekitar areal budidaya. Keberadaan gulma menjadi masalah karena pengendaliannya memerlukan biaya, tenaga, dan waktu yang berkelanjutan (Khasanah *et al.*, 2015). Gulma juga menyebabkan persaingan dengan tanaman budidaya dalam memperoleh air, nutrisi, cahaya matahari, serta ruang tumbuh sehingga dapat memperlambat pertumbuhan tanaman dan menurunkan produksi (Monica, 2021).

Berbagai metode pengendalian gulma telah diterapkan di perkebunan, termasuk metode preventif, manual/mekanis, kultur teknis, biologis, kimiawi, dan terpadu.

Metode yang paling umum digunakan adalah metode kimiawi dengan menggunakan herbisida, karena dianggap lebih praktis dan menguntungkan, terutama terlihat dari kebutuhan tenaga kerja yang lebih sedikit dan waktu pelaksanaan yang lebih cepat dibandingkan dengan metode lainnya (Barus, 2020). Glifosat termasuk herbisida yang mampu mengendalikan gulma berdaun lebar, rumput dan teki serta memiliki spektrum pengendalian yang luas. Herbisida glifosat banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia, sekitar 65% dari herbisida yang beredar di Indonesia merupakan herbisida glifosat (Anwar dan Suzanna, 2025).

Sejak diperkenalkan pada tahun 1974, glifosat telah mendominasi penggunaan herbisida secara global (Powles *et al.*, 2006). Di Indonesia, penggunaan glifosat juga mendominasi dengan proporsi sekitar 73% dari total bahan aktif herbisida, perkebunan kelapa sawit menjadi pengguna terbesar, hampir dua pertiga dari total pemakaian glifosat (Brookes, 2020). Penggunaan herbisida sejenis dalam jangka waktu yang lama dan tidak pernah diganti atau dirotasi dengan herbisida jenis lain dapat memicu terjadinya resistensi gulma terhadap herbisida, sehingga gulma mampu bertahan hidup dan berkembang meskipun dikendalikan dengan dosis yang umumnya dapat mengendalikan spesies tersebut (Aditiya, 2021).

Berdasarkan penelitian Tampubolon *et al.* (2018) populasi *Eleusine indica* di Kabupaten Batu Bara sudah resisten terhadap herbisida glifosat 720 g/ha akibat penggunaan glifosat yang sangat intens sehingga meningkat dari dosis 480 g/ha. Selain itu, penelitian Ramadhanu *et al.* (2018) menunjukkan bahwa pada dosis 1.080 g/ha masih terdapat banyak gulma yang mampu bertahan hidup, dimana dari 176 populasi gulma yang diuji sebanyak 64 populasi (36,3%) tergolong resisten, 94 populasi (53,4%) resisten sedang, dan hanya 18 populasi (10,2%) sensitif terhadap glifosat.

Resistensi gulma terhadap herbisida merupakan dampak negatif yang disebabkan oleh penggunaan herbisida. Resistensi gulma terjadi apabila gulma mampu bertahan terhadap aplikasi yang melebihi dosis anjuran. Apabila gulma sudah resisten maka respon gulma terhadap perlakuan herbisida menurun. Maka dari itu,

untuk mematikan gulma yang sudah resisten memerlukan dosis yang lebih tinggi, hal tersebut akan mengakibatkan biaya yang dikeluarkan akan bertambah dan akan terjadi pencemaran lingkungan.

Asystasia gangetica berasal dari wilayah tropis India, Malaysia, dan Afrika. Keberadaan *A. gangetica* di Lampung ditemukan pada tahun 2008 di Bukit Barisan Selatan (Tanjung *et al.*, 2023). Kemudian keberadaan *A. gangetica* diduga berkaitan dengan perkembangan perkebunan karet dan kelapa sawit, dan telah dilaporkan terdapat di perkebunan kelapa sawit PTPN VII Natar, Lampung Selatan sebelum tahun 2010 (Asbur *et al.*, 2016)

Eleusine indica diperkirakan telah lama terdapat di Sumatra, termasuk Lampung. Penyebarannya berkaitan dengan aktivitas pertanian intensif dan penggunaan herbisida yang telah berlangsung selama puluhan tahun. Gulma ini mudah menyebar melalui biji yang terbawa angin, air, maupun kegiatan manusia sehingga banyak ditemukan di lahan budidaya (Elfandari *et al.*, 2017).

Praxelis clematidea merupakan gulma invasif yang berasal dari Amerika Selatan. Spesies ini diduga masuk ke Asia Tenggara melalui biji yang terbawa pada tanaman impor. Di Indonesia pertama kali dilaporkan di Papua pada tahun 2001, kemudian ditemukan di Jawa pada 2017 dan selanjutnya menyebar ke berbagai daerah termasuk Lampung (Hariri *et al.*, 2024).

Berdasarkan survei yang dilakukan di Desa Muara Putih, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan, bahwa herbisida dengan bahan aktif glifosat telah digunakan oleh petani selama lebih dari 10 tahun, sedangkan di Indonesia herbisida glifosat telah dipakai lebih dari 30 tahun. Penggunaan herbisida tersebut umumnya dilakukan untuk mengendalikan berbagai jenis gulma yang tumbuh di lahan pertanian maupun perkebunan. Pemakaian herbisida ini biasanya dilakukan secara berulang pada setiap musim tanam atau ketika gulma mulai mendominasi lahan. Dalam jangka waktu yang panjang, penggunaan glifosat secara terus-menerus dapat memberikan tekanan seleksi terhadap populasi gulma di lapangan. Kondisi tersebut memungkinkan sebagian gulma yang mampu bertahan terhadap aplikasi herbisida untuk tetap tumbuh dan berkembang. Penelitian mengenai

resistensi gulma terhadap herbisida glifosat sangat penting dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang gulma yang sudah mengalami resistensi sehingga dapat dilakukan tindakan pencegahan serta pengelolaan gulma secara tepat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka dapat disusun perumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapakah waktu mematikan 50% (LT_{50}) dan Dosis Efektif (ED_{50}) gulma *Asystasia gangetica*, *Eleusine indica* dan *Praxelis clematidea* di perkebunan kelapa sawit terhadap herbisida glifosat?
2. Apakah terdapat resistensi gulma *Asystasia gangetica*, *Eleusine indica* dan *Praxelis clematidea* di perkebunan kelapa sawit terhadap glifosat?

1.3 Tujuan

Berdasarkan identifikasi dan perumusan masalah maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui waktu mematikan 50% (LT_{50}) dan Dosis Efektif (ED_{50}) gulma *Asystasia gangetica*, *Eleusine indica* dan *Praxelis clematidea* di perkebunan kelapa sawit terhadap herbisida glifosat.
2. Mengetahui apakah terdapat resistensi gulma *Asystasia gangetica*, *Eleusine indica* dan *Praxelis clematidea* di perkebunan kelapa sawit terhadap glifosat.

1.4 Landasan Teori

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan suatu komoditas perkebunan utama di Indonesia, dengan produksi *Crude Palm Oil* (CPO) yang mencapai 47,75 juta ton dari luas lahan 16,83 juta hektar pada tahun 2026 (Ditjen Perkebunan, 2026). Tingginya produksi ini tidak terlepas dari pengelolaan tanaman yang baik, yang mencakup kegiatan pembibitan, penanaman, pemupukan, pemanenan, serta pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT), termasuk hama, penyakit, dan gulma. Keberadaan gulma di perkebunan kelapa sawit dapat menurunkan

produksi sampai 20%. Selain itu, gulma dapat mengganggu kelancaran operasional, seperti menyulitkan proses pemanenan dan pengambilan brondolan, serta mengurangi efektivitas pemupukan (Prasetyo dan Zaman, 2016).

Cara pengendalian gulma di lahan yang cukup luas di perkebunan kelapa sawit adalah pengendalian kimiawi menggunakan herbisida. Herbisida yang umum digunakan di piringan kelapa sawit adalah herbisida dengan bahan aktif glifosat. Glifosat adalah herbisida non-selektif dengan spektrum pengendalian yang luas, namun apabila gulma-gulma saat dilakukan penyemprotan berada dalam fase dorman akan menunjukkan resistensi terhadap glifosat. Efektivitas penggunaannya sangat bergantung pada dosis yang diberikan. Dosis yang tepat dapat mengendalikan gulma yang menjadi target, tetapi jika dosisnya terlalu tinggi dapat merusak tanaman budidaya (Nurjannah, 2003).

Resistensi herbisida adalah kemampuan suatu individu spesies yang diwariskan untuk bertahan hidup dan bereproduksi setelah terpapar dosis herbisida yang biasanya mematikan spesies tersebut. Gulma yang resisten terhadap herbisida muncul sebagai respon terhadap tekanan seleksi dari herbisida. Herbisida menyeleksi gulma dengan resistensi genetik alami, gulma tersebut mampu bertahan hidup dan bereproduksi apabila seleksi berlangsung selama beberapa generasi, populasi biotipe gulma resisten akan meningkat dan tidak dapat dikendalikan oleh herbisida lagi (Vencill *et al.*, 2012).

1.5 Kerangka Pemikiran

Kelapa sawit sebagai komoditas unggulan subsektor perkebunan memiliki peran strategis dalam mendukung pembangunan ekonomi baik di tingkat nasional maupun global. Meningkatnya permintaan terhadap minyak kelapa sawit (CPO) telah mendorong perluasan lahan perkebunan di Indonesia, yang kini tersebar di 26 provinsi. Investasi yang signifikan dan tenaga kerja yang banyak menjadikan kelapa sawit sebagai komoditas andalan ekspor yang dapat meningkatkan pendapatan petani.

Namun, produktivitas kelapa sawit sangat dipengaruhi oleh pengelolaan tanaman yang tepat, termasuk pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) seperti gulma. Keberadaan gulma di sekitar areal budidaya menjadi salah satu faktor penyebab menurunnya produktivitas. Gulma bersaing dengan tanaman budidaya dalam memperebutkan sumber daya penting seperti air, nutrisi, dan cahaya matahari, yang dapat memperlambat pertumbuhan tanaman. Selain itu, gulma juga berpotensi menjadi inang bagi hama dan patogen, menambah kerugian yang dialami oleh petani.

Pengendalian gulma dapat dilakukan melalui metode preventif, manual/mekanis, kultur teknis, biologis, kimiawi, dan terpadu, namun penggunaan herbisida seperti glifosat menjadi yang paling umum karena keefektifannya. Penggunaan herbisida secara berulang dalam jangka panjang dapat menyebabkan resistensi gulma, yaitu gulma mampu bertahan pada dosis yang dianjurkan sehingga memerlukan dosis lebih tinggi yang berpotensi meningkatkan biaya dan mencemari lingkungan. Oleh karena itu, penelitian mengenai resistensi gulma terhadap herbisida penting dilakukan untuk mengidentifikasi gulma resisten dan mengembangkan strategi pengelolaan gulma yang lebih efektif sehingga produktivitas kelapa sawit dapat ditingkatkan.

1.6 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah dikemukakan, maka untuk menjawab rumusan masalah diajukan hipotesis sebagai berikut :

1. Nilai waktu mematikan 50% (LT_{50}) dan Dosis Efektif (ED_{50}) gulma *Asystasia gangetica*, *Eleusine indica* dan *Praxelis clematidea* yang terpapar lebih besar daripada gulma tidak terpapar herbisida.
2. Terdapat resistensi gulma *Asystasia gangetica*, *Eleusine indica* dan *Praxelis clematidea* terhadap herbisida glifosat pada gulma yang terpapar glifosat.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kelapa Sawit

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan komoditas perkebunan yang berasal dari Benua Afrika yang banyak dijumpai di hutan hujan seperti Negara Kamerun, Pantai Gading, Ghana, Liberia dll. Kelapa sawit mulai masuk di Indonesia pada tahun 1848 oleh Belanda. Uji coba penanaman kelapa sawit pertama kali di Indonesia dilakukan di Banyumas, Jawa tengah dengan luas 5.6 hektar dan Karesidenan Palembang, Sumatera Selatan dengan luas 2,02 hektare. Pada tahun 1911 kelapa sawit mulai dibudidayakan secara komersil dengan membuat perkebunan di Sumatera Utara, Lampung dan Aceh (Lubis, 2011).

Menurut Sastrosayono (2003) kelapa sawit diklasifikasikan sebagai berikut :

Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledonae
Ordo	: Palmales
Famili	: Palmaceae
Genus	: <i>Elaeis</i>
Spesies	: <i>Elaeis guineensis</i>

Varietas kelapa sawit dibedakan berdasarkan ketebalan tempurung dan daging buahnya. Jenis-jenis varietas kelapa sawit tersebut adalah Dura, Psifera, Tenera dan Macro Carya. Ketebalan daging buah kelapa sawit berpengaruh pada jumlah rendemen minyak yang terkandung didalamnya. Rendemen tertinggi yaitu 22-24% yang dimiliki oleh kelapa sawit varietas Tenera, sedangkan rendemen yang terkandung dalam varietas Dura hanya mencapai 16-18% (Fauzi *et al.*, 2012).

Varietas kelapa sawit juga dapat dibedakan berdasarkan warna kulit buahnya yang dibedakan menjadi tiga jenis yaitu *Nigrescens* dengan warna buah mudanya yaitu ungu kehitaman sedangkan warna buah masakannya jingga kehitam-hitaman, *Virescens* dengan warna buah muda hijau dengan warna buah masak jingga kemerahan tetapi ujungnya tetap hijau, sedangkan varietas *Albescens* warna buah mudanya keputih-putihan dan warna buah masakannya kekuning-kuningan dan ujungnya ungu kehitaman (Fauzi *et al.*, 2012).

Kelapa sawit memiliki daun menyerupai daun tanaman kelapa, yaitu dengan susunan daun majemuk, bersirip dengan jumlah genap, dan bertulang sejajar. Jumlah pelepah, panjang pelepah dan jumlah anak daun tergantung pada umur dari tanaman. Tanaman yang berumur tua akan memiliki jumlah pelepah dan anak daun yang lebih banyak dan pelepahnya akan lebih panjang dibandingkan tanaman muda. Daun kelapa sawit diberi nomor dengan urutan teratur. Daun termuda yang telah sepenuhnya terbuka disebut daun nomor satu, sedangkan daun di atasnya yang masih terbungkus seludang dinamakan daun nomor nol. Penomoran daun tersebut untuk mempermudah menentukan daun yang akan diambil jika akan dilakukan analisis (Fauzi *et al.*, 2012).

Batang kelapa sawit berbentuk silinder berdiameter sekitar 20-50 cm dengan tinggi yang bertambah 45-60 cm per tahun tergantung dari varietas yang ditanam. Batang memiliki fungsi utama yaitu sebagai struktur yang mendukung daun, bunga dan buah, sistem yang mengangkut air dan hara mineral dari akar ke atas serta hasil fotosintesis dari daun kebawah. Umur tanaman kelapa sawit dapat dipengaruhi oleh penambahan tinggi batang per tahunnya, semakin rendah pertambahan tingginya semakin panjang umur dari tanaman tersebut (Pahan, 2012).

Kelapa sawit memiliki sistem perakaran serabut yang terdiri akar primer, sekunder, tersier, dan kuartener. Akar primer merupakan akar yang keluar dari pangkal batang dan menyebar secara horizontal dan menusuk kebawah tanah (Pahan, 2012). Akar yang paling dekat dengan permukaan tanah yaitu akar tersier dan kuartener, kedua akar tersebut memiliki bulu-bulu halus yang dilindungi tudung

akar, bulu tersebut paling efektif dalam penyerapan. Pertumbuhan dan percabangan akar terangsang bila hara cukup besar terutama unsur fosfor dan nitrogen yang terkandung (Fauzi *et al.*, 2012).

Kelapa sawit dapat tumbuh dengan baik dengan curah hujan diatas 2.000 mm per tahunnya, curah hujan tersebut dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produksi kelapa sawit. Kelapa sawit merupakan tanaman tipe heliofil atau cenderung menyukai matahari. Penyinaran juga sangat berpengaruh karena tanaman yang ternaungi akan terhambat pertumbuhannya yang disebabkan oleh kurangnya hasil asimilasi (Sastrosayono, 2003).

2.2 Gulma

Gulma merupakan tumbuhan yang keberadaannya tidak diinginkan oleh manusia karena dapat merugikan manusia secara langsung ataupun tidak langsung. Secara tidak langsung gulma dapat menurunkan nilai estetika dan secara langsung gulma yang berduri dan beracun dapat menyebabkan luka atau gatal-gatal pada manusia. Dalam sektor pertanian kehadiran gulma dapat menurunkan produksi, kompetisi dengan tanaman utama, inang dari suatu hama, serta senyawa *alelopati* yang berbahaya untuk tanaman (Widaryanto dan Zaini, 2021)

Berdasarkan siklus hidupnya gulma dibagi menjadi tiga jenis yaitu *annual weed* (gulma semusim), *perennial* (gulma tahunan) dan *biennial weed* (gulma dua musim). Gulma semusim atau *annual weed* memiliki siklus hidup tidak sampai satu tahun, gulma dua musim atau *biennial weed* adalah gulma yang tumbuh tidak lebih dari dua tahun, sedangkan gulma tahunan atau *perennial* mampu melangsungkan hidupnya hingga lebih dari dua tahun. Berdasarkan morfologi gulma dibedakan menjadi tiga yaitu *grasses* (rumput-rumputan), *sedges* (teki-teki) dan *broadleaf* (gulma berdaun lebar) (Widaryanto dan Zaini, 2021).

Gulma dominan golongan daun lebar yang ditemukan pada lahan kelapa sawit yang berlokasi di Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan adalah *Asystasia gangetica*, *Borreria alata*, *Chromolaena odorata*, *Cleome ruidosperma*, *Colopogonium mucunoides*, *Comelina diffusa*, *Croton hirtus*

Hedyotis diffusa, *Spigelia anthelmia*, *Mimosa invisa*, *Oxallis barrelieri*, *Peperomia pellucida*, *Phyllanthus tenellus* dan *Praxelis clematidea* (Pujisiswanto, 2022). Sedangkan menurut Rizal (2022) gulma dominan di perkebunan kelapa sawit yaitu *Ageratum conizoides*, *Borreria latifolia*, *Borreria laevis*, *Synedrela nodiflora*, *Eleusine indica*, *Euphorbia hirta*, dan *Phyllanthus niruri*.

Beberapa jenis herbisida yang umum digunakan untuk pengendalian gulma pada perkebunan kelapa sawit meliputi glifosat, glufosinat, paraquat, saflufenacil, diuron, oksifluorfen, sulfentrazon, triklopir, dan metil metsulfuron (Sembodo, 2010).

2.2.1 *Asystasia gangetica*

Gulma *Asystasia gangetica* (Gambar 1.) merupakan gulma yang tumbuh menjalar dan bercabang, memiliki batang dengan bentuk segi empat dengan panjang hingga 2 m. Daunnya saling berlawanan dan tidak memiliki stipula. Panjang tangkai daunnya sekitar 0,5 cm – 6 cm dengan daun yang tidak berbentuk bulat telur dengan bagian ujung yang runcing dan panjang sekitar 4 cm – 9 cm serta lebar 2 cm – 5 cm. *A. gangetica* memiliki tipe bunga yang majemuk, bunganya berwarna putih atau putih dengan bintik keunguan (Grubben dan Denton, 2004).

Klasifikasi gulma *Asystasia gangetica* menurut Departemen Pertanian AS (USDA) (2025) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
 Sub kingdom : Tracheobionta
 Super divisi : Spermatophyta
 Divisi : Magnoliophyta
 Kelas : Magnoliopsida
 Sub Kelas : Asteridae
 Ordo : Scrophulariales
 Famili : Acanthaceae
 Genus : *Asystasia*
 Spesies : *Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson



Gambar 1. Gulma *Asystasia gangetica* (a) Kondisi di lapang; (b) gulma dewasa; (c) gulma muda (juvenile); (d) infloresen bunga (Sriyani *et al.*, 2023).

A. gangetica tumbuh dengan baik di daerah yang lembap dengan drainase yang baik dan sinar matahari penuh (Sriyani *et al.*, 2023). *A. Gangetica* termasuk gulma yang sulit dikendalikan herbisida karena karakteristik pertumbuhannya sebagai gulma tahunan yang tumbuh tegak dan merayap membentuk belukar (Asbur, 2016).

2.2.2 *Eleusine indica*

Gulma *Eleusine indica* (Gambar 2.) memiliki sistem perakaran serabut. Batangnya tegak hingga 50 cm dan bagian pangkalnya membentuk roset. Daunnya berbentuk pita dengan bagian lidah daun terdapat rambut halus. Memiliki bunga dengan bentuk bulir yang terdiri dari 2 – 12 cabang yang tersusun menjari (Ulluputy, 2014). Gulma *E. indica* dapat tumbuh di tempat yang cerah, sedikit teduh, dan tidak terlalu kering, mampu beradaptasi di ketinggian ekologi yang luas, misalnya dari daerah pantai hingga ketinggian 2000 m dpl. (Sriyani *et al.*, 2023). *E. indica* tergolong gulma agresif karena pertumbuhannya yang cepat dan produksi bijinya yang berlimpah, gulma ini dapat tumbuh hingga satu meter dan menyebar melalui bijinya (Uva *et al.*, 1997).

Klasifikasi gulma *Eleusine indica* menurut Departemen Pertanian AS (USDA) (2025) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
 Sub kingdom : Tracheobionta
 Super divisi : Spermatophyta
 Divisi : Magnoliophyta
 Kelas : Liliopsida
 Sub Kelas : Commelinidae
 Ordo : Cyperales
 Famili : Poaceae
 Genus : *Eleusine*
 Spesies : *Eleusine indica* (L.) Gaertn.



Gambar 2. Gulma *Eleusine indica* (a) kondisi di lapang; (b) gulma dewasa; (c) gulma muda; (d) infloresen bunga (Sriyani *et al.*, 2023).

2.2.3 *Praxelis clematidea*

Gulma *Praxelis clematidea* (Gambar 3.) memiliki sistem perakaran serabut. Batangnya tegak lurus, dengan panjang hingga 1 m, diameter batang 0,1 cm – 0,9 cm. Daunnya berbentuk hati dengan panjang 2,5 cm – 6 cm, lebar 1 cm – 4 cm dan pada bagian pinggir bergerigi. Memiliki bunga majemuk berwarna ungu yang tumbuh pada pucuk gulma (Tjitrosoedirdjo *et al.*, 1984). Gulma ini secara morfologi mirip dengan *Ageratum conyzoides*, *A. houstonianum*, *Chromolaena odorata*, dan *Fleischmannia incarnata*. Gulma ini tahan terhadap sinar matahari

penuh dan tidak dapat tumbuh dengan baik di tempat yang ternaungi penuh (Sriyani *et al.*, 2023).

Klasifikasi gulma *Praxelis clematidea* menurut Harpini (2017) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Ordo : Asterales
Famili : Asteraceae
Sub Famili : Asteroideae
Genus : *Praxelis*
Spesies : *Praxelis clematidea*



Gambar 3. Gulma *Praxelis clematidea* (a) kondisi di lapang; (b) gulma dewasa; (c) gulma muda; (d) bunga (inflorescence) (Sriyani *et al.*, 2023).

P. clematidea adalah gulma invasif yang dapat tumbuh dengan cepat dan menghasilkan banyak bunga serta biji dalam satu siklus hidup. Biji-bijinya yang kecil, bersama dengan *pappus*, memudahkan penyebaran melalui angin, hewan, dan alat pertanian. Gulma ini sulit dikendalikan karena memiliki batang bawah yang kuat dan masa tumbuh serta berbunga yang panjang, sehingga bijinya tidak mengalami dormansi. (Intanon *et al.*, 2020).

2.3 Herbisida Isopropilamina Glifosat

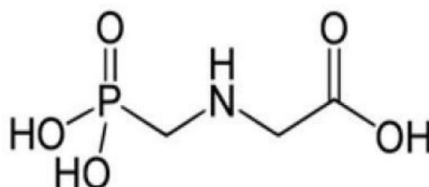
Glifosat merupakan suatu herbisida yang paling penting dan sering digunakan di seluruh dunia. Herbisida ini sangat serbaguna dan memiliki spektrum luas dalam mengendalikan gulma semusim maupun tahunan. Selain itu, glifosat memiliki tingkat toksisitas yang rendah terhadap mamalia dan tidak bereaksi di dalam tanah, menjadikannya pilihan yang menarik untuk banyak pengguna. Sejak diperkenalkan pada tahun 1974, glifosat telah mendominasi penggunaan herbisida secara global. Dalam sektor pertanian, glifosat digunakan untuk mengendalikan gulma di lahan budidaya tanaman, lahan tumpang sari, serta di sekitar pepohonan dan tanaman anggur. Sementara itu, pada sektor non-pertanian, glifosat juga dimanfaatkan untuk mengendalikan gulma di tepi jalan, saluran irigasi, area rekreasi, dan untuk mengatasi gulma berkayu. Penggunaan yang luas ini mencerminkan efektivitas dan fleksibilitas glifosat dalam pengendalian gulma (Powles *et al.*, 2006).

Di Indonesia, penggunaan glifosat mendominasi dengan proporsi sekitar 73% dari keseluruhan bahan aktif herbisida yang dipakai. Perkebunan kelapa sawit menjadi pengguna terbesar, hampir dua pertiga dari total pemakaian glifosat. Pada sektor ini, glifosat dimanfaatkan untuk persiapan lahan sekaligus pengendalian gulma di sela tanaman selama masa pertumbuhan, dengan frekuensi penyemprotan yang dapat mencapai tiga kali dalam setahun. Setelah kelapa sawit, sektor yang cukup besar kontribusinya terhadap penggunaan glifosat adalah padi, jagung, area non-pertanian, dan karet, masing-masing sebesar 11%, 7%, 6%, dan 4% dari total penggunaan glifosat. Pada tanaman pangan seperti padi dan jagung, aplikasi glifosat relatif lebih terbatas dan umumnya dilakukan satu kali saat tahap persiapan lahan. Sebaliknya, pada tanaman karet serta area non-pertanian, penggunaannya cenderung lebih intensif, yakni sekitar dua hingga tiga kali dalam setahun, misalnya untuk membersihkan gulma di antara barisan tanaman karet (Brookes, 2020).

Glifosat adalah herbisida non-selektif, yang berarti glifosat dapat mengendalikan berbagai jenis gulma secara luas. Herbisida ini diserap melalui daun dan tidak berfungsi jika diaplikasikan langsung ke tanah. Proses translokasi glifosat

memungkinkan zat ini menyebar ke seluruh bagian tanaman, termasuk bagian yang berada di dalam tanah, karena glifosat merupakan herbisida sistemik (Togin, 2009).

Herbisida glifosat dapat mengalami degradasi oleh mikroorganisme tanah dan diuraikan menjadi karbon dioksida (CO₂), air, nitrat, dan fosfat yang tidak berbahaya tanah. Ketika diaplikasikan ke tanah, glifosat akan terikat kuat pada partikel tanah melalui ikatan fosfat sehingga menjadi tidak aktif. Ikatan tersebut menyebabkan glifosat tidak mobile di dalam tanah dan mengurangi kemungkinan terjadinya pencucian ke lapisan tanah yang lebih dalam (Rolando *et al.*, 2017).



Gambar 4. Struktur kimia Isopropilamina Glifosat (Valavanidis, 2018).

Rumus kimia glifosat adalah C₃H₈NO₅P, glifosat memiliki berat molekul sebesar 169,08 g/mol (Anggraeni *et al.*, 2023). Bahan aktif dalam herbisida glifosat adalah N-(phosphonomethyl) glycine, yang merupakan turunan dari asam amino glisin dan asam fosfonat. Glifosat biasanya digunakan sebagai herbisida purna tumbuh yang bersifat non-selektif, mampu mengendalikan berbagai jenis gulma, baik yang semusim maupun tahunan. Glifosat bekerja dengan menghambat enzim 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase (EPSPS) yang terdapat di jaringan kloroplas tanaman. Proses ini mengubah shikimate-3-phosphate (S-3-P) menjadi enolpyruvylshikimate-3-phosphate (EPSP), yang berkontribusi pada produksi asam amino seperti fenilalanin, tirosin, dan triptofan. S-3-P tidak dapat diubah menjadi EPSP karena ketidakstabilannya, sehingga dengan cepat diubah menjadi shikimat, yang merupakan bentuk yang lebih stabil dan dapat terakumulasi (Monaco *et al.*, 2002).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa herbisida glifosat memiliki efikasi yang tinggi dalam menekan pertumbuhan gulma pada berbagai sistem budidaya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian herbisida glifosat dengan dosis 1,08–2,16 kg ha⁻¹ efektif menekan persentase penutupan gulma serta menurunkan bobot kering gulma total, termasuk gulma berdaun lebar dan golongan rumput, hingga 12 minggu setelah aplikasi (MSA). Selain itu, penggunaan herbisida glifosat untuk pengendalian gulma tidak menimbulkan gejala keracunan pada tanaman kopi sampai 6 MSA (Sigalingging, 2014).

Herbisida isopropilamina glifosat pada kisaran dosis 796,5–1.593 g/ha terbukti efektif dalam mengendalikan gulma total dan gulma golongan rumput hingga 12 minggu setelah aplikasi (MSA), serta mampu menekan gulma teki sampai 4 MSA. Pada dosis 1.593 g/ha, herbisida ini juga efektif mengendalikan gulma daun lebar hingga 8 MSA. Selain itu, dosis 1.327,5–1.593 g/ha efektif mengendalikan gulma *Ottocloa nodosa* hingga 12 MSA dan *Commelina diffusa* sampai 4 MSA. Pada kisaran dosis 796,5–1.593 g/ha, herbisida ini juga mampu menekan *Cyperus brevifolius* hingga 4 MSA, sedangkan dosis 1.593 g/ha efektif mengendalikan *Asystasia gangetica* hingga 8 MSA (Pamungkas, 2018). Herbisida glifosat dengan dosis 1080–2160 g ha⁻¹ efektif menekan pertumbuhan gulma total pada lahan kelapa sawit belum menghasilkan (TBM) pada 4, 8, dan 12 minggu setelah aplikasi (MSA). Pada kisaran dosis tersebut, gulma golongan daun lebar dapat ditekan pada 4 dan 8 MSA, gulma rumput pada 12 MSA, serta gulma teki pada 4 MSA (Mukarromah, 2014).

2.4 Resistensi Gulma

2.4.1 Pengertian Resistensi

Resistensi gulma terhadap herbisida merupakan suatu kemampuan gulma untuk bertahan terhadap aplikasi herbisida yang melebihi dosis anjuran. Resistensi gulma terhadap herbisida dapat terjadi karena pengaplikasian herbisida dengan bahan aktif yang sama secara terus menerus serta menggunakan dosis yang berlebihan. Resistensi dapat terjadi setelah adanya proses seleksi yang

berlangsung selama banyak generasi. Resistensi adalah fenomena evolusi yang diakibatkan oleh seleksi pada gulma yang diaplikasikan herbisida secara terus menerus dengan menggunakan jenis yang sama (Jansen, 2014).

Resistensi gulma terhadap herbisida dapat dipengaruhi oleh dua faktor. Faktor pertama adalah munculnya biotipe resisten di antara populasi sensitif sehingga menyebabkan populasi resisten bertambah banyak. Faktor kedua adalah karena penerapan pola tanam monokultur di perkebunan, yang dapat menyebabkan penggunaan herbisida sejenis untuk mengendalikan gulma di areal budidaya dan untuk melindungi tanaman yang sama selama bertahun-tahun sehingga menyebabkan munculnya gulma resisten terhadap herbisida (Farel, 2014).

Resistensi herbisida dibedakan menjadi dua jenis yaitu Resistensi Silang (*Cross Resistance*) dan Resistensi Ganda (*Multiple Resistance*). Resistensi silang adalah resistensi yang terjadi ketika biotipe suatu gulma telah memperoleh resistensi dari lebih dari satu herbisida dengan bahan aktif yang berbeda tetapi sama mekanismenya. Resistensi ganda adalah resistensi yang terjadi terhadap herbisida yang berbahan aktif berbeda dan mekanismenya yang berbeda (Prostko dan Culpepper, 2005).

2.4.2 Sejarah Resistensi

Herbisida sintesis mulai digunakan secara luas pada pertengahan abad ke-20 sempat dianggap sebagai terobosan penting dalam pengendalian gulma karena mampu meningkatkan efisiensi dan mendukung peningkatan produksi pertanian. Namun, keyakinan tersebut perlahan berkurang setelah ditemukan populasi gulma yang tetap hidup meskipun telah diberi dosis herbisida sesuai anjuran, kondisi yang kemudian dikenal sebagai resistensi herbisida. Pemakaian herbisida yang berulang, terutama dengan satu cara kerja yang sama, menimbulkan tekanan seleksi sehingga gulma yang memiliki sifat tahan dapat bertahan dan berkembang biak (Gebrekidan, 2025).

Proses ini mendorong munculnya resistensi melalui dua jalur utama, yakni perubahan pada lokasi target (*Target Site Resistance/TSR*) akibat mutasi pada

protein sasaran, serta mekanisme di luar lokasi target (*Non Target Site Resistance*/NTSR) seperti peningkatan detoksifikasi, berkurangnya penyerapan atau perpindahan herbisida dalam tanaman, dan penyimpanan senyawa di dalam vakuola. Beberapa contoh yang sering dilaporkan antara lain *Amaranthus palmeri* yang tahan terhadap herbisida penghambat ALS, *Lolium rigidum* yang resisten terhadap berbagai mode aksi termasuk glifosat. Perkembangan tersebut menunjukkan bahwa resistensi tidak lagi bersifat lokal, melainkan telah menjadi permasalahan global mendorong untuk menggunakan pengendalian gulma ke arah sistem yang lebih terpadu dan berkelanjutan (Gebrekidan, 2025).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Manik (2019) menyatakan, pemakaian herbisida glifosat secara terus menerus selama kurang lebih 26 tahun di lapang sebanyak 6 kali penyemprotan dalam setahun di perkebunan kelapa sawit menyebabkan terjadinya resistensi pada gulma. Pada penelitian yang dilakukan, herbisida bahan aktif glifosat dengan dosis 3 kg/ha merupakan dosis yang paling efektif menyebabkan kematian gulma tersebut. Hal tersebut menunjukkan bahwa gulma *Eleusine indica* telah mengalami tingkat resistensi yang tinggi.

2.4.3 Mekanisme Resistensi

Mekanisme resistensi herbisida dibagi menjadi dua kategori yaitu mekanisme TSR (*Target Site Resistance*) dan mekanisme NTSR (*Non-Target Site Resistance*). Mekanisme NTSR melibatkan pengurangan penyerapan dan pergerakan herbisida, serta peningkatan kemampuan gulma untuk memetabolisme herbisida menjadi senyawa yang kurang beracun. Dengan demikian, gulma yang memiliki mekanisme ini dapat lebih efektif dalam menghadapi stres akibat aplikasi herbisida. Hal ini memungkinkan tumbuhan untuk beradaptasi dan tetap tumbuh dengan baik meskipun terpapar herbisida. Di sisi lain, mekanisme TSR mengubah urutan asam amino atau tingkat ekspresi enzim target, sehingga mengurangi kemampuan herbisida untuk menghambat enzim tersebut. Akibatnya, dibutuhkan konsentrasi herbisida yang lebih tinggi untuk mencapai tingkat penghambatan yang efektif. Mekanisme ini memungkinkan gulma untuk bertahan meskipun terpapar herbisida, yang dapat mengarah pada penggunaan dosis yang lebih besar

dan berpotensi meningkatkan risiko terhadap kesehatan lingkungan (Gaines *et al.*, 2020).

Menurut Buhler (2002) spesies tumbuhan yang resisten memiliki karakteristik khusus yang membedakannya dari spesies yang rentan terhadap herbisida.

Terdapat empat mekanisme utama resistensi terhadap herbisida, yaitu:

1. Perubahan *Target Site*

Herbisida biasanya memiliki target aksi tertentu yang mengganggu fungsi spesifik dalam tumbuhan. Ketika target tersebut berubah, herbisida tidak dapat lagi terikat dengan efektif, sehingga tidak memberikan efek fitotoksik.

2. Peningkatan Metabolisme

Metabolisme pada tanaman berfungsi untuk menghilangkan senyawa asing seperti herbisida. Gulma yang resisten dapat dengan cepat menonaktifkan herbisida berbahaya sebelum senyawa tersebut mencapai lokasi target di dalam tanaman

3. *Kompertemensasi* atau Pencegahan

Beberapa tumbuhan mampu mengontrol pergerakan senyawa asing yang dapat menyebabkan dampak negatif. Dalam hal ini, herbisida dapat dinonaktifkan melalui proses pengikatan.

4. Over-ekspresi Protein Target

Ketika protein target dalam tanaman diproduksi dalam jumlah yang tinggi, efek dari herbisida menjadi kurang signifikan atau bahkan tidak berdampak pada tumbuhan.

2.4.4 Kasus Resistensi Gulma Terhadap Glifosat

Keberadaan *Eleusine indica* yang resisten terhadap glifosat di perkebunan kelapa sawit telah dilaporkan, dengan kejadian pertama kali tercatat di pembibitan kelapa sawit Malaysia pada tahun 2009, diikuti oleh laporan di Indonesia pada tahun 2012. Populasi *E. indica* di Kabupaten Batu Bara telah menunjukkan tingkat resistensi glifosat sebesar 63,33%. Populasi *E. indica* dengan tingkat resistensi moderat ini dikhawatirkan dapat mengalami evolusi lebih lanjut, berpotensi menjadi semakin resisten terhadap herbisida glifosat. Oleh karena itu, diperlukan strategi pengelolaan untuk *E. indica* yang resisten, seperti rotasi mode aksi

herbisida, perubahan mode aksi saat rotasi tanaman, atau kombinasi herbisida dengan mode aksi yang berbeda, agar produksi dan kualitas kelapa sawit tetap optimal (Tampubolon *et al.*, 2018).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Tampubolon *et al.* (2018) populasi *E. indica* di Langkat sudah resisten terhadap herbisida glifosat 720 g b.a/ha. Hal tersebut dikarenakan penggunaan herbisida glifosat yang sangat intens sehingga mengalami perkembangan resistensi dari dosis 480 g b.a/ha. Rendahnya translokasi glifosat pada tajuk gulma menyebabkan bahan aktif herbisida tidak efektif. Berdasarkan pengamatan visual yang dilakukan gulma tersebut hanya menguning pada beberapa hari setelah itu tumbuh kembali, memiliki anakan dan menghasilkan biji. Pada tahun 2017 oleh Elfandri telah dilakukan penelitian terhadap gulma *Asystasia gangetica*, *Axonopus compressus*, *Cyperus kyllingia* dan *Eleusine indica* di perkebunan kelapa sawit Lampung Selatan. Dari hasil penelitian tersebut diperoleh bahwa gulma *Asystasia gangetica*, *Cyperus kyllingia* dan *Eleusine indica* mengalami resistensi rendah.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Yulivi (2014) menunjukkan bahwa biotipe *E. indica* yang diuji memiliki tingkat ketahanan terhadap parakuat. Hal ini terlihat dari masih adanya tanaman gulma yang mampu bertahan hidup setelah aplikasi parakuat pada beberapa tingkat dosis. Pada dosis 400 g bahan aktif/ha, gulma masih menunjukkan tingkat kelangsungan hidup sekitar 11,67%, yang menandakan bahwa populasi tersebut telah mengalami resistensi terhadap parakuat.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Ramadhanu *et al.* (2018) menunjukkan bahwa pada dosis 1080 g/ha, yang seharusnya mampu mengendalikan gulma secara efektif, masih terdapat banyak gulma yang mampu bertahan hidup. Dari 176 populasi gulma yang diuji, sebanyak 64 populasi (36,3%) tergolong resisten, 94 populasi (53,4%) tergolong resisten sedang, dan hanya 18 populasi (10,2%) yang sensitif terhadap glifosat. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar populasi gulma sudah tidak dapat dikendalikan dengan baik meskipun menggunakan dosis tinggi herbisida.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan dari bulan Agustus sampai November 2025 di Laboratorium Ilmu Gulma Fakultas Pertanian Universitas Lampung dan Rumah Kaca Global Madani Kecamatan Rajabasa, Kota Bandar Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk penelitian adalah *knapsack sprayer*, berosel merah, timbangan, gelas ukur, ember, gembor, nampan plastik, gelas plastik, baki, alat tulis, oven, dan kamera.

Bahan yang digunakan pada penelitian adalah herbisida glifosat 240 SL (Sidalaris 240 SL), air, tanah, pupuk kompos, bibit gulma *Asystasia gangetica*, *Praxelis clematidea*, dan *Eleusine indica* diambil dari perkebunan kelapa sawit Natar, Lampung Selatan yang telah menggunakan herbisida glifosat. Sebagai pembanding digunakan bibit gulma *Asystasia gangetica*, *Praxelis clematidea* dan *Eleusine indica* yang belum terpapar glifosat di lahan yang tidak pernah terpapar herbisida glifosat tetapi masih di sekitaran perkebunan kelapa sawit Natar.

3.3 Rancangan Percobaan

Penelitian dilakukan dengan dua tahap yaitu tahap I adalah uji screening resistensi gulma *Asystasia gangetica*, *Praxelis clematidea* dan *Eleusine indica*. Apabila pada uji tahap I positif maka dilakukan uji tahap II yaitu uji level atau tingkat resistensi. Penelitian dilakukan secara terpisah pada setiap spesies gulma *Asystasia gangetica*, *Praxelis clematidea*, dan *Eleusine indica*.

Pada uji tahap I Rancangan percobaan yang digunakan yaitu rancangan acak kelompok (RAK) faktorial dengan 3 ulangan, faktor pertama adalah asal gulma dan faktor kedua adalah tingkatan dosis bahan aktif herbisida. Dosis yang digunakan yaitu 0 g/ha (kontrol); 480 (x) dan 960 (2 x), dengan x merupakan dosis anjuran. Tata letak percobaan dapat dilihat pada Gambar 5 sampai dengan 7.

Ulangan 1

A2D0	A1D2	A2D2
A1D0	A1D1	A2D1

Ulangan 2

A2D1	A2D2	A1D1
A2D0	A1D2	A1D0

Ulangan 3

A2D2	A1D2	A2D0
A1D0	A2D1	A1D1

Gambar 5. Tata letak percobaan Uji Tahap I gulma *Asystasia gangetica*.

Ulangan 1

A2D2	A1D0	A2D0
A1D2	A1D1	A2D1

Ulangan 2

A1D2	A1D1	A2D0
A2D1	A2D2	A1D0

Ulangan 3

A2D2	A2D1	A1D0
A1D2	A1D1	A2D0

Gambar 6. Tata letak percobaan Uji Tahap I gulma *Eleusine indica*.

Ulangan 1

A1D0	A2D2	A1D2
A2D1	A2D0	A1D1

Ulangan 2

A1D2	A1D1	A2D1
A1D0	A2D0	A2D2

Ulangan 3

A2D2	A1D1	A2D1
A1D2	A1D0	A2D0

Gambar 7. Tata letak percobaan Uji Tahap I gulma *Praxelis clematidea*.

Keterangan : A1= gulma terpapar glifosat, A2= gulma tidak terpapar glifosat
D0 = 0 g/ha, D1 = 480 g/ha, D2 = 960 g/ha.

Pada uji tahap II rancangan percobaan yang digunakan yaitu rancangan acak kelompok (RAK) faktorial dengan 4 ulangan. Setiap satuan percobaan terdiri dari satu gulma pada satu pot yang berdiameter 10 cm. Faktor pertama adalah asal gulma, yaitu gulma terpapar glifosat dan gulma yang tidak terpapar glifosat. Faktor kedua adalah tingkatan dosis bahan aktif herbisida glifosat yang ditentukan berdasarkan dosis anjuran (x) yang terdiri dari 8 taraf, yaitu 0 g/ha (kontrol); 60 g/ha (1/8x); 120 g/ha (1/4x); 240 g/ha (1/2x); 480 g/ha (x); 960 g/ha (2x); 1.920 g/ha (4x); 3.840 g/ha (8x). Penelitian dilakukan secara terpisah pada ketiga gulma yang digunakan. Tata letak percobaan dapat dilihat pada Gambar 8 sampai dengan 10.

Ulangan 1

A2D3	A2D1	A2D4	A1D1	A1D3	A1D4	A1D7	A2D5
A2D2	A2D7	A2D0	A1D5	A1D2	A2D6	A1D6	A1D0

Ulangan 2

A2D2	A1D1	A1D3	A1D7	A1D0	A2D4	A2D5	A2D6
A1D4	A1D5	A2D7	A2D3	A2D0	A1D6	A1D2	A2D1

Ulangan 3

A1D5	A2D2	A2D5	A2D0	A1D0	A1D6	A2D6	A1D7
A2D1	A1D3	A1D2	A1D1	A1D4	A2D4	A2D3	A2D7

Ulangan 4

A2D4	A2D1	A2D3	A2D6	A1D1	A2D2	A2D0	A1D7
A1D3	A1D0	A1D4	A1D2	A2D5	A1D6	A2D7	A1D5

Gambar 8. Tata letak percobaan Uji Resistensi gulma *Asystasia gangetica* terhadap glifosat.

Keterangan : A1 = Gulma terpapar glifosat, A2 = Gulma tidak terpapar glifosat
 D0 = 0 g/ha, D1 = 60 g/ha, D2 = 120 g/ha, D3 = 240 g/ha, D4 = 480 g/ha, D5 = 950 g/ha, D6 = 1.920 g/ha, D7 = 3.840 g/ha.

Ulangan 1							
A2D2	A1D2	A2D6	A1D7	A2D1	A1D3	A2D0	A2D5
A1D5	A2D3	A1D1	A1D0	A1D4	A2D4	A2D7	A1D6

Ulangan 2							
A2D3	A2D1	A1D4	A1D7	A2D4	A1D3	A2D5	A1D6
A1D2	A2D6	A2D7	A1D5	A1D1	A2D0	A2D2	A1D0

Ulangan 3							
A1D5	A1D2	A2D3	A1D4	A1D7	A2D0	A2D1	A1D3
A2D4	A2D6	A2D2	A2D5	A1D0	A1D1	A2D7	A1D6

Ulangan 4							
A1D5	A2D0	A1D2	A1D7	A2D4	A2D1	A1D6	A2D7
A1D3	A2D2	A2D3	A1D1	A1D0	A1D4	A2D5	A2D6

Gambar 9. Tata letak percobaan Uji Resistensi gulma *Eleusine indica* terhadap glifosat.

Ulangan 1							
A1D0	A1D1	A2D2	A2D1	A1D2	A2D4	A2D0	A2D5
A2D6	A2D3	A1D5	A1D4	A2D7	A1D7	A1D3	A1D6

Ulangan 2							
A1D2	A2D4	A2D0	A1D0	A1D5	A2D6	A1D6	A2D7
A1D3	A2D5	A2D1	A2D3	A1D4	A2D2	A1D7	A1D1

Ulangan 3							
A1D7	A1D4	A1D1	A2D1	A2D5	A1D0	A2D0	A2D4
A2D3	A1D5	A2D2	A1D2	A2D7	A1D6	A2D6	A1D3

Ulangan 4							
A1D3	A1D7	A2D4	A2D6	A1D2	A2D5	A1D1	A1D6
A2D0	A2D3	A1D0	A1D5	A2D2	A2D1	A2D7	A1D4

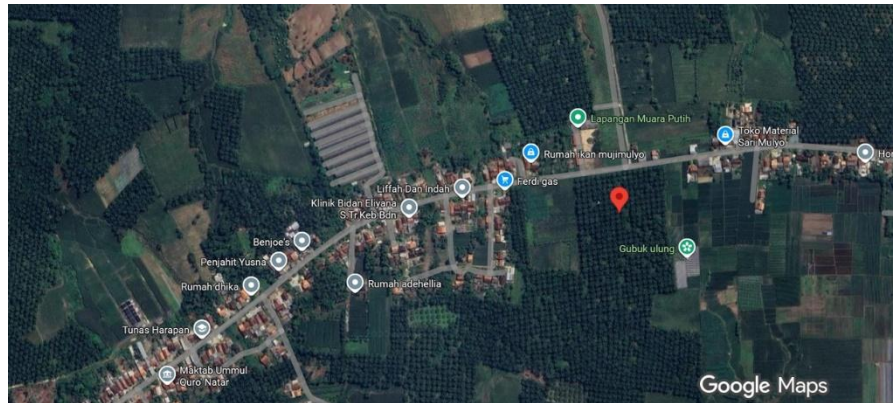
Gambar 10. Tata letak percobaan Uji Resistensi gulma *Praxelis clematidea* terhadap glifosat.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

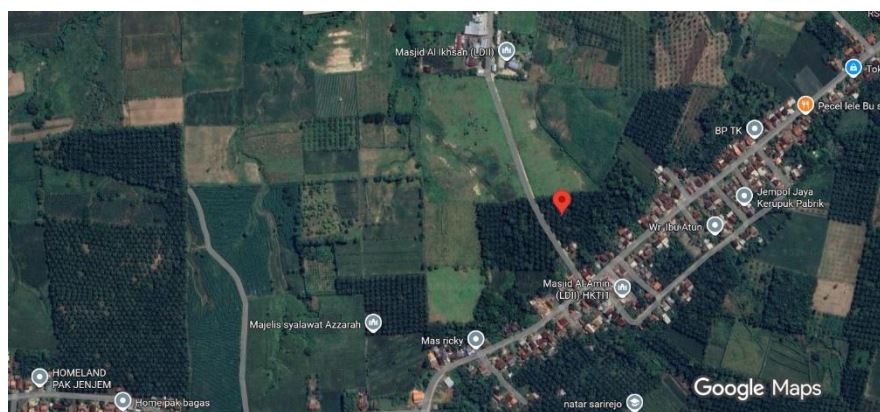
3.4.1 Survei Lapang

Survei lapang dilakukan bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi gulma yang terdapat di lapangan dan mengambil gulma terpapar herbisida glifosat di areal

perkebunan kelapa sawit Lampung Selatan dan untuk pembandingan dilakukan survei Lapang di Lampung Selatan yang belum pernah terpapar herbisida glifosat (Gambar 11-13.).



Gambar 11. Lokasi survei dan pengambilan gulma terapar herbisida glifosat ($5^{\circ}15'60.0''S$ $105^{\circ}13'53.1''E$).



Gambar 12. Lokasi survei dan pengambilan gulma tidak terapar herbisida glifosat ($5^{\circ}15'46.7''S$ $105^{\circ}14'30.4''E$).



Gambar 13. Lahan Kelapa Sawit.

3.4.2 Pengambilan, Penanaman, dan Pemeliharaan Sampel Gulma

Pengambilan sampel gulma dilakukan pada lokasi yang sudah disurvei sebelumnya. Gulma yang diambil berupa bibit gulma yang sehat dan segar. Pengambilan sampel gulma dilakukan secara hati-hati dengan mencabut gulma beserta akarnya secara perlahan - lahan agar sampel gulma tidak rusak, setelah itu gulma yang sudah di ambil dimasukkan kedalam ember dan diberi air untuk menghindari stress pada gulma. Sampel gulma yang telah diambil dipindah tanamkan pada pot plastik berdiameter 10 cm. Setiap pot ditanam 1 bibit gulma. Pemeliharaan dengan dilakukan penyiraman secara rutin sore hari sesuai kebutuhan. Kemudian dilakukan juga penyiangan gulma lain yang tumbuh untuk menjaga kemurnian gulma spesies yang akan diuji.

3.4.3 Uji Tahap I (Uji Screening)

Uji tahap I atau uji screening dilakukan untuk melihat respon gulma terhadap herbisida glifosat. Uji screening dilakukan dengan cara memilih gulma yang siap untuk diaplikasikan kemudian dikelompokkan berdasarkan keseragamannya dan diberi label perlakuan. Kemudian diaplikasikan herbisida glifosat dengan beberapa taraf dosis anjuran (x) yaitu 0 g/ha (kontrol); 480 (x); 960 (2 x). Pengujian dilakukan sebanyak 3 ulangan untuk setiap jenis gulma. Setelah pengaplikasian, gulma dipindahkan kedalam rumah kaca sesuai dengan tata letak yang telah ditentukan.

3.4.4. Uji Tahap II

Uji tahap II dilakukan untuk melihat tingkat atau level resistensi gulma. Pada uji tahap II gulma diuji menggunakan berbagai taraf dosis glifosat, mulai dari dosis terendah hingga dosis tertinggi. Uji tahap II dilakukan sama dengan uji tahap I dengan cara memilih gulma yang siap untuk diaplikasikan kemudian dikelompokkan berdasarkan keseragamannya dan diberi label perlakuan. Herbisida glifosat diaplikasikan dengan beberapa taraf dosis anjuran (x) yaitu 0 g/ha (kontrol); 60 g/ha (1/8x); 120 g/ha (1/4x); 240 g/ha (1/2x); 480 g/ha (x); 960

g/ha (2x); 1.920 g/ha (4x); 3.840 g/ha (8x), dengan x adalah dosis anjuran. Pengujian dilakukan sebanyak 4 ulangan untuk setiap jenis gulma. Setelah pengaplikasian dipindahkan kedalam rumah kaca sesuai dengan tata letak yang telah ditentukan.

3.4.5 Aplikasi Herbisida IPA Glifosat

Sebelum pengaplikasian herbisida, dilakukan kalibrasi *sprayer* terlebih dahulu. Kalibrasi dilakukan agar setiap satuan percobaan mendapatkan jumlah herbisida yang sama sesuai dengan perlakuan yang diinginkan. Nosel yang digunakan berwarna merah dengan lebar area semprot 2 m. Metode yang digunakan untuk kalibrasi adalah metode luas untuk menentukan volume semprot pada lahan $2 \text{ m} \times 5 \text{ m} = 10 \text{ m}^2$. Perhitungan kalibrasi yang digunakan adalah :

$$\begin{aligned} \text{Air terpakai (X)} &= 1 \text{ liter} - \text{Air Sisa} \\ &= 1 \text{ liter} - 0,6 \text{ liter} \\ &= 0,4 \text{ liter} \end{aligned}$$

Tangki *sprayer* terlebih dahulu diisi dengan air bersih. Penyemprotan dilakukan dengan langkah yang biasa digunakan di lapangan, dengan kecepatan berjalan yang konsisten hingga seluruh area seluas 10 m^2 tersemprot. Setelah itu, jumlah air yang terpakai dicatat. Data tersebut kemudian digunakan untuk menghitung kebutuhan volume semprot dalam satuan liter per hektar (L ha^{-1}). Perhitungan volume semprot yang digunakan adalah :

$$\begin{aligned} \text{Volume semprot} &= 10.000 \text{ m}^2 / \text{Petak percobaan} \times \text{Air terpakai} \\ &= 10.000 \text{ m}^2 / 10 \text{ m}^2 \times 0,4 \text{ liter} \\ &= 400 \text{ l/Ha} \end{aligned}$$

Setelah itu, dilakukan perhitungan konsentrasi larutan semprot. Konsentrasi adalah jumlah herbisida, baik dalam bentuk bahan aktif maupun formulasi, yang dicampurkan ke dalam volume air tertentu sehingga membentuk larutan siap aplikasi. Besarnya konsentrasi biasanya dinyatakan dalam satuan mililiter per liter (ml/L) atau gram per liter (g/L) air, dan menunjukkan tingkat kepekatan larutan yang akan disemprotkan. Perhitungan konsentrasi larutan semprot yang digunakan adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Konsentrasi larutan semprot} &= \text{Dosis anjuran} / \text{Volume semprot} \\
 &= \frac{2 \text{ l/Ha}}{400 \text{ l/Ha}} \\
 &= 0,005 \text{ L glifosat/ L Air} \\
 &= 5 \text{ ml Sidalaris/ L Air}
 \end{aligned}$$

Herbisida dicampur dengan cara menuangkan herbisida glifosat sesuai hasil perhitungan ke gelas ukur yang telah berisi 1 liter air bersih, setelah itu diaduk hingga homogen agar larutan herbisida tercampur rata lalu dimasukkan ke sprayer. Aplikasi herbisida dilakukan pada pagi hari. Herbisida glifosat diaplikasikan dari dosis terendah hingga dosis tertinggi.

3.5 Variabel Pengamatan

3.5.1 Persen Keracunan

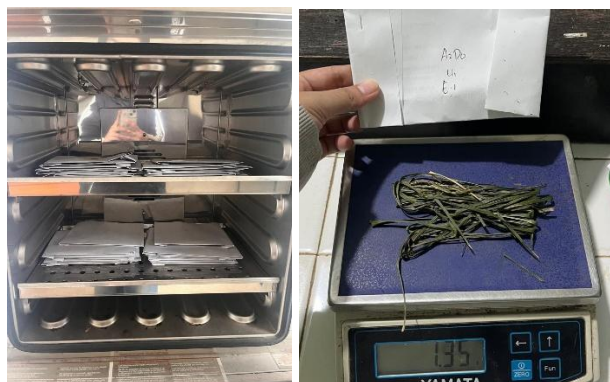
Pengamatan persen keracunan dilakukan dengan cara mengamati secara visual gejala yang ditimbulkan akibat aplikasi herbisida yaitu, perubahan warna daun, bentuk daun, pertumbuhan tidak normal, dan gulma yang mengering hingga mati. Persen keracunan ditentukan dengan cara membandingkan gulma yang diberi perlakuan dengan gulma kontrol atau tanpa perlakuan. Pengamatan dilakukan setiap 2 hari sekali mulai dari 2 hari setelah aplikasi (HSA) sampai dengan 20 HSA. Tingkat keracunan pada gulma akibat herbisida dinilai menggunakan nilai skoring visual yang terstandarisasi, yang mengacu pada Pedoman penilaian fitotoksisitas (FAO/AP/027) (Tabel 1.):

Tabel 1. Pedoman penilaian fitotoksisitas (FAO/AP/027):

FAO Guidelines for Phytotoxicity Assessment (FAO/AP/027)	
SCALE	% Crop Injury
1	0-10%
2	11-20%
3	21-30%
4	31-40%
5	41-50%
6	51-60%
7	61-70%
8	71-80%
9	81-90%
10	91-100%

3.5.2 Bobot Kering Gulma

Pengamatan bobot kering gulma dilakukan setelah pengamatan persen keracunan gulma selesai. Pada 20 HSA pemanenan dilakukan dengan cara memotong pangkal batang gulma, dipanen bagian yang masih hidup saja sedangkan bagian yang sudah mati dibuang. Gulma yang telah dipanen dimasukkan kedalam amplop kertas dan diberi label sesuai dengan perlakuan yang diberikan. Setelah itu, gulma dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 80°C selama 48 jam. Kemudian gulma ditimbang dan dicatat bobot sesuai dengan perlakuan (Gambar 14.).



Gambar 14. Pengovenan dan Penimbangan Gulma.

3.6 Analisis Data

3.6.1 Kecepatan mematikan (LT_{50})

Kecepatan glifosat dalam mematikan gulma dianalisis melalui data persen kematian. Dengan menggunakan analisis probit, ditentukan nilai *Lethal Time* (LT_{50}) yaitu waktu yang dibutuhkan untuk mematikan 50% gulma yang diuji. Nilai LT_{50} memberikan informasi tentang durasi waktu yang diperlukan glifosat untuk mencapai tingkat kematian. Nilai LT_{50} diperoleh dari persen kerusakan yang dikonversi kedalam probit. Dari probit (y) dan log dosis (x) kemudian diperoleh persamaan regresi linier sederhana $Y = a + bX$. Setelah nilai x diperoleh maka nilai LT_{50} dapat diketahui dengan anti log x (Guntoro dan Fitri, 2013)

3.6.2 Dosis Efektif 50%(ED₅₀)

ED₅₀ adalah nilai yang menunjukkan efektivitas dosis herbisida dalam mematikan gulma 50%. Data bobot kering gulma yang diperoleh kemudian dikonversi menjadi persen kerusakan dengan membandingkan bobot kering dari perlakuan herbisida dengan kontrol menggunakan rumus berikut (Guntoro dan Fitri, 2013) :

$$\text{Persen kerusakan (\%)} = (1-(P/K)) \times 100\%$$

Keterangan :

P = nilai bobot kering gulma dengan perlakuan herbisida

K = nilai bobot kering gulma kontrol

Persen kerusakan diubah menjadi nilai probit dengan menggunakan tabel probit. Dosis yang diuji kemudian dinyatakan dalam bentuk log, dari nilai probit persen kerusakan (Y) dan log dosis (X), dibuat persamaan regresi sederhana $Y = aX + b$. Dari persamaan, nilai X dicari untuk Y = 5, karena ED₅₀ merupakan nilai yang diinginkan (di mana probit untuk 50% adalah 5). Nilai X selanjutnya diubah menjadi bentuk anti log untuk mendapatkan nilai ED₅₀ pada gulma (Guntoro dan Fitri, 2013).

3.6.3 Nisbah Resistensi (NR)

Nisbah resistensi adalah perbandingan antara ED₅₀ dari populasi gulma yang terpapar glifosat dengan nilai ED₅₀ dari populasi gulma yang tidak terpapar glifosat. Berdasarkan data yang diperoleh dari nisbah resistensi dapat digolongkan tingkat resistensi gulma spesies yang diuji. Menurut Ahmad-Hamdani *et al* (2012), gulma resisten tinggi apabila NR >12, resistensi sedang apabila NR >6-12, resistensi rendah apabila NR 2-6 dan sensitif apabila NR <2

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Gulma yang terpapar IPA glifosat memerlukan waktu lebih lama untuk mematikan sebanyak 50% dengan nilai LT_{50} (*Median Lethal Time*) pada dosis rekomendasi 480 g/ha gulma *A. gangetica*, *E. indica* dan *P. clematidea* terpapar berturut-turut 3.562,24; 9,60; dan 36,78 hari, sedangkan gulma yang tidak terpapar berturut-turut 79,66; 3,46; dan 6,50 hari. Pada dosis 3.840 g/ha berturut-turut 13,66; 2,56; dan 1,48 hari, sedangkan gulma yang tidak terpapar dosis 3.840 g/ha berturut-turut 9,36; 2,07; dan 1,29 hari.
2. Gulma *A. gangetica*, *E. indica* dan *P. clematidea* terpapar IPA glifosat memerlukan dosis yang lebih tinggi untuk mematikan gulma 50% dengan nilai ED_{50} (*Median Effective Dose*) berturut-turut 518,96; 109,14; dan 132,45 g/ha, sedangkan gulma yang tidak terpapar berturut-turut 264,54; 78,25; dan 88,45 g/ha.
3. Gulma *A. gangetica*, *E. indica* dan *P. clematidea* terpapar masih tergolong sensitif terhadap herbisida IPA glifosat dengan nilai Nisbah Resistensi (NR) masing-masing 1,96; 1,38; dan 1,50.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian belum terjadi resistensi gulma *A. gangetica*, *E. indica* dan *P. clematidea* terhadap herbisida IPA glifosat. Namun demikian sudah terlihat adanya kelambatan respon gulma terhadap herbisida IPA glifosat dengan LT_{50} yang lebih lama dan ED_{50} yang lebih tinggi dari gulma tidak terpapar IPA glifosat, maka dari itu agar tidak berkembang menjadi resistensi disarankan agar tidak

menggunakan herbisida IPA glifosat secara terus menerus dengan merotasi herbisida yang mekanisme kerjanya berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditiya, D.R. 2021. Herbisida: risiko terhadap lingkungan dan efek menguntungkan. *Saintekno: Jurnal Sains dan Teknologi*. 19(1): 6-10.
- Ahmad-Hamdani, M.S., Owen, M.J., Yu Qin., dan Powles, S.B. 2012. ACCase-inhibiting herbicide-resistance *Avena* spp. populations from the Western Australian Grain Belt. *Weed Technology*. 26: 130-136.
- Anggraeni, T., Samosir H.R., Siahaan P.T., dan Sandro, A. 2023. Pestisida glifosat (n-phosphonomethyl-glycine) pada perkebunan kelapa sawit dan lingkungan menggunakan alat pendekatan PRISMA. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*. 1(9): 489-494.
- Anwar, R., dan Suzanna, E. 2025. *Pengendalian Gulma: Pengembangan Herbisida Formulasi yang Efektif dan Ramah Lingkungan*. Deepublish. Yogyakarta. 124 hlm.
- Asbur, Y. 2016. *Peran Asystasia gangetica (L.) T. Anderson dalam Konservasi Tanah dan Neraca Hara di Perkebunan Kelapa Sawit Menghasilkan*. Disertasi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 117 hlm.
- Asbur, Y., Yahya, S., Murtiaksono, K., Sudradjat., dan Sutarta, E.S. 2016. The roles of *Asystasia gangetica (L.) T. Anderson* and ridge terrace in reducing soil erosion and nutrient losses in oil palm plantation in South Lampung, Indonesia. *Journal of Tropical Crop Science*. 3(2): 49-56.
- Barus, E. 2020. *Masalah dan Pengendalian Gulma di Perkebunan*. Emanuel Barus Publisher. 91 hlm.
- Buhler, W. 2002. *Incidence and History of Herbicide Resistance (WSSA)*. Pesticide Environmental Stewardship. Promoting Proper Pesticide Use and Handling. Center for Integrated Pest Management.
- Brookes, G. 2020. Glyphosate use in Asia and implications of possible restrictions on its use. *AgBioForum*. 22(1): 37-48.
- Darmawan, A., Sarbino, S., dan Hendarti, I. 2021. Efektivitas berbagai dosis herbisida campuran atrazin dan mesotrion untuk mengendalikan gulma di lapangan. *Jurnal Sains Pertanian Equator*. 10(4): 1-7.

- Departemen Pertanian AS (USDA). <https://plants.usda.gov/classification/48800>. Diakses pada 29 April 2025 pukul 19.05 WIB
- Direktur Jenderal Perkebunan. 2026. *Statistik Perkebunan 2024-2026 Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan, Departemen Pertanian. 1144 hlm
- Elfandari, H., Sriyani, N., dan Sembodo, D. R. J. 2017. Uji resistensi gulma *Asystasia gangetica*, *Axonopus compressus*, *Cyperus kyllingia* dan *Eleusine indica* asal perkebunan kelapa sawit Lampung Selatan terhadap herbisida glifosat. *Tesis*. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung
- Fauzi, Y., Widyastuti, Y.E., Satyawibawa, I., dan Paeru, R.H. 2012. *Kelapa Sawit*. Penebar Swadaya Grup. 236 hlm.
- Ferrel, J. K. 2014. The Use Paraquat for Weed Management in Oil Palm Planttation. Papper Presented in Technical Seminar Organised by CCM Bioscience Sdn Bhd on 5th August1995, Kuala Lumpur. 126 hlm.
- Firison, J., Wiryono, B. B., dan Ishak, A. 2019. Identifikasi jenis tumbuhan bawah pada tegakan kelapa sawit dan pemanfaatannya sebagai pakan ternak sapi potong. *Jurnal Littri*. 25(2): 59-68.
- Gaines, T. A., Duke, S. O., Morran, S., Rigon, C. A., Tranel, P. J., Küpper, A., dan Dayan, F. E. 2020. Mechanisms of evolved herbicide resistance. *Journal of Biological Chemistry*. 295(30): 10307-10330.
- Gebrekidan, H. H. 2025. Herbicide resistance in weeds: evolutionary mechanisms, global trends, and sustainable management strategies. *Journal of Agricultural Sciences and Engineering*. 7(2): 66-74.
- Guntoro, D. Fitri, dan T. Yuga. 2013. Aktivitas herbisida campuran bahan aktif cyhalofop-butyl dan penoxsulam terhadap beberapa jenis gulma padi sawah. IPB. Bogor. *Bul. Agrohorti*. 1(1):14-148.
- Harahap, W. U., Nurhajjah, N., dan Fadhillah, W. 2022. Identifikasi perubahan fenologi gulma akibat paparan herbisida glifosat dan parakuat dengan dosis yang berbeda. *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian*. 25(2): 116-121.
- Hariri, M. R., Irsyam, A. S. D., dan Lestari, R. W. 2024. *Praxelis* (Asteraceae: Eupatorieae), a newly naturalised genus for Kalimantan and Sumatra, Indonesia. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*. 9(4): 1-8.
- Harpini, B. 2017. *Deskripsi dan Visualisasi Jenis Asing Invasif (JAI) Invasive Alien Species (IAS) Kelompok Tumbuhan dan Organisme yang Berasosiasi dengan Tumbuhan*. Kementerian Pertanian. Jakarta. 155 hal

- Hirida, A., Susanto, H., Sugiatno, dan Pujisiswanto, H. 2025. Efficacy of glyphosate isopropylamine herbicide 525 g/l on weed control in immature oil palm plantations. *Jurnal Agrotek Tropika*. 13(3): 604-611.
- Intanon, S., Weingmoon, B., Mallory, S., and Carol A. 2020. Seed morphology and allelopathy of invasive *Praxelis clematidea*. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 48(1): 261-272.
- Ismawati, I., Sriyani, N., dan Pujisiswanto, H. 2017. Pengujian efektivitas herbisida berbahan aktif glifosat, mesotrion, s-metolaklor dan campuran ketiganya terhadap gulma teki. *Jurnal Agrotek Tropika*. 5(3): 181-187.
- Jansen, T. L. 2014. *Mekanisme Resistensi Gulma terhadap Herbisida*. Universitas Sriwijaya. Palembang. 7 hlm.
- Khasanah, N. H., Sriyani, N., dan Evizal, R. 2015. Efikasi herbisida metil metsulfuron terhadap gulma pada pertanaman kelapa sawit (*Elaeis guinensis* Jacq.) yang belum menghasilkan (TBM). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 15(1): 1-7.
- Kurniadie, D., Widiyanto, R., Umiyati, U., Widayat, D., Nasahi, C., dan Budiawan, A. 2023. Management of *Eleusine indica* (L.) Gaertn resistance to glyphosate herbicide in Indonesia. *Agronomy*. 13(6): 1649.
- Lubis, R. E., dan Widanarko, A. 2011. *Buku Pintar Kelapa Sawit*. AgroMedia. 296 hlm.
- Manik, S. E. 2019. Uji resistensi gulma *Eleusine indica* terhadap penggunaan herbisida berbahan aktif glyphosate. *Agriland: Jurnal Ilmu Pertanian*. 7(1): 33-38.
- Mawandha, H. G., Soejono, A. T., dan Alfani, F. 2018. Pengaruh dosis herbisida glifosat terhadap beberapa jenis gulma utama perkebunan kelapa sawit. *AGROISTA: Jurnal Agroteknologi*. 2(1): 83-92.
- Mohamed, M.S. dan Seman, I.A. 2012. Occurrence of common weeds in immature plantings of oil palm plantations in Malaysia. *The Planter, Kuala Lumpur*. 88(1037):537-547.
- Monaco, T.J., Weller, S.C., and Ashton, F. M. 2002. *Weed Science Principles and Practices*. 4th Edition. Jhon Wiley and Sons. Inc. New York. 685 hlm.
- Monica, A. 2021. Jenis-Jenis Gulma Di Perkebunan Kelapa Sawit Ptp Vi Pematang Sapat Unit Usaha Kebun Rimsa Kecamatan Rimbo Bujang Kabupaten Tebo Provinsi Jambi Sebagai Buku Ilmiah Populer. In *Seminar Nasional Biologi-Edukasi* 5 hlm.

- Mukarromah, L., Sembodo, D. R. J., dan Sugiarno, S. 2014. Efikasi herbisida glifosat terhadap gulma di lahan tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) belum menghasilkan. *Jurnal Agrotek Tropika*. 2(3): 369-374.
- Nurjannah, U. 2003. Pengaruh dosis herbisida glifosat dan 2, 4-D terhadap pergeseran gulma dan tanaman kedelai tanpa olah tanah. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. 5(1): 27-33.
- Pahan, I. 2012. *Panduan teknis budidaya kelapa sawit*. Penebar Swadaya Grup. Jakarta. 116 hlm.
- Pamungkas, H., Sembodo, D. R. J., Evizal, R., dan Pujisiswanto, H. 2018. Efikasi herbisida isopropilamina glifosat dalam mengendalikan gulma perkebunan karet (*Hevea brasiliensis*) belum menghasilkan. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 18(2): 101-109.
- Pujisiswanto, H., Herry Susanto, H., dan Sugiyanto, S. 2022. Efikasi herbisida amonium glufosinat untuk pengendalian gulma pada tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Menghasilkan. *Jurnal Agrotek Tropika*. 10(2): 301-307.
- Pujisiswanto, H., Sriyani, N., dan Maryani, E. 2017. Potensi alelopati buah lerak (*Sapindus rarak*) sebagai bioherbisida pratumbuh terhadap perkecambahan gulma *Asystasia gangetica* dan *Eleusine indica*. In *Pros. Konf. dan Semin. Nas. HIGI ke XX*:1-7.
- Powles, S.B. dan C. Preston. 2006. Evolved glyphosate resistance in plants: biochemical and genetic basis of resistance. *Weed Technology*. 20:282-289.
- Prasetyo, H., dan Zaman, S. 2016. Pengendalian gulma perkebunan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di perkebunan Padang Halaban, Sumatera Utara. *Buletin Agrohorti*. 4(1): 87-93.
- Prostko, E.P., and Culpepper, A. S. 2005. *Herbicide Resistant Weeds And Their Management*. Departement of Crop and soil Science. The University of Georgia Tifton.
- Rainiyati, R., Af'idzatuttama, A. I., Septariani, D. N., Hartono, R., Hamidi, I., Pulogu, S. I., dan Ginting, I. F. 2025. *Pengenalan Hama dan Penyakit Tanaman*. Yayasan Kita Menulis. 276 hlm.
- Rambe, S.P., Gunawan, T.R., Priwiratama, H., and Prasetyo, A.E. 2025. Effectiveness of glyphosate and metsulfuron-methyl herbicide mixtures for weed management in oil palm plantations. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 1494(1): 1-7.

- Ramadhanu, R., Purba, E., dan Ginting, J. 2018. Skrining populasi *Eleusine indica* resisten glifosat berasal dari lahan jagung di Provinsi Jawa Timur dan Jawa Tengah. *Jurnal Online Pertanian Tropik*. 5(2): 257-267.
- Rizal, A. 2022. Identifikasi gulma pada tanaman kelapa sawit menghasilkan setelah aplikasi kompos dan tandan kosong di PT Bangun Tata Lampung Asri (Sungai Budi Group). *Jurnal Pengelolaan Perkebunan (JPP)*. 2(1): 30-37.
- Rolando, C. A., Baillie, B. R., Thompson, D. G., dan Little, K. M. 2017. The risk associated with glyphosate-based herbicide use in Planted Forest. *Forest Journal*. 8(208): 1-25.
- Sastrosayono, I. S. 2003. *Budi Daya Kelapa Sawit*. AgroMedia. 64 hlm.
- Sembodo, D.R.J., 2010. *Gulma dan Pengelolaannya*. Graha Ilmu. Yogyakarta. 168 hlm.
- Sembodo, D. R. J., dan Wati, N. R. 2023. Uji campuran herbisida berbahan aktif diuron, hexazinon, dan diuron+ hexazinon terhadap beberapa jenis gulma. *Jurnal Agrotek Tropika*. 11(1): 143-149.
- Sigalingging, D. R., Sembodo, D. R. J., dan Sriyani, N. 2014. Efikasi herbisida glifosat untuk mengendalikan gulma pada pertanaman kopi (*Coffea canephora*) menghasilkan. *Jurnal Agrotek Tropika*. 2(2): 258-263.
- Soegiarto, E. 2017. Pengaruh sawit sebagai penggerak perekonomian indonesia terhadap pelestarian hutan. *LEGALITAS: Jurnal Ilmiah Ilmu Hukum*. 2(1): 81-89.
- Sriyani, N., Sembodo, D. R. J., Susanto, H., dan Pujisiswanto, H. 2023. *Gulma Darat : Buku Identifikasi Bergambar Gulma Darat di Indonesia*. Global Madani Press. Bandar Lampung. 152 hlm.
- Tampubolon, K., Purba, E., dan Hanafiah, D. S. 2018. Resistensi *Eleusine indica* terhadap glifosat pada perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Batu Bara. *Jurnal Agrotek Tropika*. 6(3): 133-139.
- Tampubolon, K. dan Purba, E., 2018. Konfirmasi resistensi *Eleusine indica* terhadap glifosat pada perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Langkat. *Jurnal Pertanian Tropik*. 5(2): 267-283.
- Tanjung, L. R., Nurainas, and Zulaspita, W. 2023. *Asystasia gangetica*, Beyond Its Widespread Distribution Recorded In Two Indonesian Herbaria Since 1863: A nuisance or a blessing. 24 hlm

- Tilloo, S.K., Pande, V.B., Rasala, T.M. dan Kale, V.V. 2012. *Asystasia gangetica* : review on multipotential application. *International Research Journal Of Pharmacy*. 3(4): 18-20.
- Tjitrosoedirdjo, S., Utomo, I.H., dan Wiroatmodjo, J. 1984. *Pengelolaan Gulma di Perkebunan*. BIOTROP-Gramedia, Jakarta. 225 hlm.
- Togin, C.D.S. 2009. *The Pesticides Manual Version 5.0 (fifteenth edition)*. British Crop Protection Council. 589 hal.
- Uluputty, R.M. 2014. Gulma utama pada tanaman terung di Desa Wanakarta Kecamatan Waeapo Kabupaten Buru. *Jurnal Agrologia*. 3(1):37-43.
- Uva, R. H., Neal, J. C., dan Ditomaso, J. M. 1997. *Weeds of the Northeast* Cornell University Press. Ithaca, New York 397 hlm.
- Valavanidis. 2018. *Glyphosate, the Most Widely Used Herbicide. Health and Safety Issues. Why Scientists Differ in Their Evaluation of Its Adverse Health Effects*. Department of Chemistry, National and Kapodistrian University of Athens, University Campus Zografou, Athens. Greece. 40 hlm.
- Vencill, W. K., Nichols, R. L., Webster, T. M., Soteris, J. K., Mallory-Smith, C., Burgos, N. R., dan McClelland, M. R. 2012. Herbicide resistance: toward an understanding of resistance development and the impact of herbicide-resistant crops. *Weed Science*. 60(1): 2-30.
- Widaryanto, E., dan Zaini, A. H. 2021. *Teknologi Pengendalian Gulma*. Universitas Brawijaya Press. 149 hlm.
- Widhayasa, B. 2023. Alelopati gulma: pelepasan alelokimia dan kerugiannya terhadap tanaman budidaya. *Jurnal AgroSainTa: Widyaiswara Mandiri Membangun Bangsa*. 7(1): 13-22.
- Yulivi, T.A. 2014. Dose response satu biotip *Eleusine indica* resisten-parakuat terhadap parakuat, glifosat, dan amonimum glufosinat. *Jurnal Online Agroteknologi*. 2(4): 1339- 1346.