

**EFIKASI HERBISIDA CAMPURAN (DICAMBA 60 g/l + ISOPROPIL  
AMINA GLIFOSAT 250 g/l) PADA PENGENDALIAN GULMA DI LAHAN  
KELAPA SAWIT TANAMAN MENGHASILKAN**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**MITA NURNILASARI**



**UNIVERSITAS LAMPUNG  
2024**

**EFIKASI HERBISIDA CAMPURAN (DICAMBA 60 g/l + ISOPROPIL  
AMINA GLIFOSAT 250 g/l) PADA PENGENDALIAN GULMA DI LAHAN  
KELAPA SAWIT TANAMAN MENGHASILKAN**

**Oleh**

**Mita Nurnilasari**

**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  
2024**

## **ABSTRAK**

### **EFIKASI HERBISIDA CAMPURAN (DICAMBA 60 g/l + ISOPROPIL AMINA GLIFOSAT 250 g/l) PADA PENGENDALIAN GULMA DI LAHAN KELAPA SAWIT TANAMAN MENGHASILKAN**

**Oleh:**

**MITA NURNILASARI**

Kelapa sawit merupakan komoditas perkebunan yang banyak dikembangkan di Indonesia. Pengendalian gulma di lahan kelapa sawit yang terus-menerus menggunakan herbisida berbahan aktif tunggal dapat menurunkan efektivitas pengendalian. Untuk mengatasi permasalahan ini, penggunaan campuran dua bahan aktif herbisida yang berbeda diharapkan dapat menjadi solusi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dosis herbisida berbahan aktif dicamba 60 g/l + isopropil amina glifosat 250 g/l yang efektif, mengetahui perubahan komposisi gulma, dan mengetahui fitotoksisitas pada tanaman kelapa sawit akibat aplikasi herbisida. Penelitian dilaksanakan di Muara Putih, Natar, Lampung Selatan dan di Laboratorium Ilmu Gulma Fakultas Pertanian Universitas Lampung, pada bulan Januari hingga April 2024. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 6 perlakuan yaitu, Dicamba 135 g/ha + IPA Glifosat 562,5 g/ha, Dicamba 180 g/ha + IPA Glifosat 750 g/ha, Dicamba 225 g/ha + IPA Glifosat 937,5 g/ha, Dicamba 270 g/ha + IPA Glifosat 1125 g/ha, penyiangan mekanis, dan kontrol (tanpa pengendalian). Uji homogenitas data dilakukan dengan uji Bartlett, uji aditivitas dengan uji Tukey, jika asumsi terpenuhi data dianalisis ragam dan perbedaan nilai tengah perlakuan diuji BNT taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran herbisida dosis dicamba 135 g/ha + IPA glifosat 562,5 g/ha, dicamba 180 g/ha + IPA glifosat 750 g/ha, dicamba 270 g/ha + IPA glifosat 937,5 g/ha, dan dicamba 135 g/ha + IPA glifosat 1125 g/ha efektif mengendalikan gulma total, rumput, dan gulma berdaun lebar hingga 12 MSA. Herbisida campuran dicamba + IPA glifosat semua dosis tidak menyebabkan perubahan komposisi gulma dan fitotoksisitas pada kelapa sawit TM.

Kata kunci: herbisida, gulma, kelapa sawit TM

## **ABSTRACT**

### **EFFICACY OF HERBICIDE MIXTURE (DICAMBA 60 g/L + ISOPROPYLAMINE GLYPHOSATE 250 g/L) FOR WEED CONTROL IN MATURE OIL PALM PLANTATIONS**

**By:**

**MITA NURNILASARI**

Oil palm is a widely cultivated plantation commodity in Indonesia. Continuous weed control in oil palm plantations using single-active-ingredient herbicides can reduce control effectiveness. To address this issue, using a mixture of two different active herbicide ingredients is expected to be a solution. This study aims to determine the effective dose of herbicides with active ingredients dicamba 60 g/L + isopropylamine glyphosate 250 g/L, evaluate changes in weed composition, and assess phytotoxicity effects on oil palm plants due to herbicide application. The research was conducted in Muara Putih, Natar, South Lampung, and at the Weed Science Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Lampung, from January to April 2024. The study employed a Randomized Complete Block Design (RCBD) with six treatments: Dicamba 135 g/ha + IPA Glyphosate 562.5 g/ha, Dicamba 180 g/ha + IPA Glyphosate 750 g/ha, Dicamba 225 g/ha + IPA Glyphosate 937.5 g/ha, Dicamba 270 g/ha + IPA Glyphosate 1125 g/ha, mechanical weeding, and control (no weed control). Data homogeneity was tested using Bartlett's test, and additivity was assessed using Tukey's test. If assumptions were met, data were analyzed using analysis of variance (ANOVA), and mean differences among treatments were tested using the Least Significant Difference (LSD) test at a 5% significance level. The results showed that herbicide mixtures at doses of Dicamba 135 g/ha + IPA Glyphosate 562.5 g/ha, Dicamba 180 g/ha + IPA Glyphosate 750 g/ha, Dicamba 225 g/ha + IPA Glyphosate 937.5 g/ha, and Dicamba 270 g/ha + IPA Glyphosate 1125 g/ha were effective in controlling total weeds, grasses, and broadleaf weeds for up to 12 WAA (Weeks After Application). The dicamba + IPA glyphosate herbicide mixture at all doses did not alter weed composition or cause phytotoxicity in mature oil palm trees.

**Keywords:** herbicide, weed, mature oil palm

Judul Skripsi : Efikasi Herbisida Campuran (Dicamba 60 g/l + Isopropil Amina Glifosat 250 g/l) Pada Pengendalian Gulma Di Lahan Kelapa Sawit Tanaman Menghasilkan

Nama Mahasiswa : Mita Nurnilasari

Nomor Pokok Mahasiswa : 2014161003

Jurusan : Agronomi dan Hortikultura

Fakultas : Pertanian



*Hidayat*  
Dr. Hidayat Pujisiswanto, S.P., M.P.  
NIP 197512172005011004

*M*  
Ir. Sugiarno, M.S.  
NIP 196002261986031004

2. Ketua Jurusan Agronomi dan Hortikultura

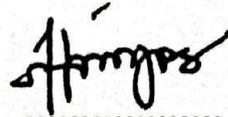
A large, stylized handwritten signature in black ink, belonging to Prof. Ir. Maria Viva Rini.

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

**MENGESAHAN**

**1. Tim Penguji**

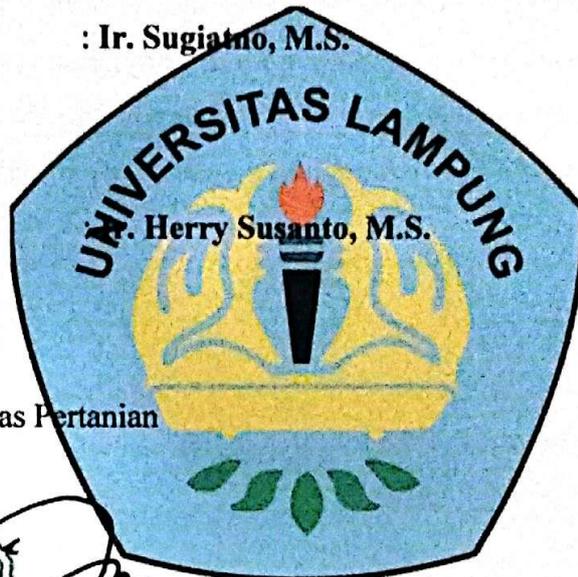
**Ketua : Dr. Hidayat Pujisiswanto, S.P., M.P.**

  
.....

**Sekretaris : Ir. Sugiarno, M.S.**

  
.....

**Anggota**



  
.....

**2. Dekan Fakultas Pertanian**



**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 16 Desember 2024**

## **SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“EFIKASI HERBISIDA CAMPURAN (DICAMBA 60 g/l + ISOPROPIL AMINA GLIFOSAT 250 g/l) PADA PENGENDALIAN GULMA DI LAHAN KELAPA SAWIT TANAMAN MENGHASILKAN”** merupakan asli karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan salinan atau dibuat orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 14 Januari 2024

Penulis



Mita Nurnilasari

NPM 2014161003

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Pringsewu, pada tanggal 05 Mei 2003 sebagai anak pertama dari pasangan bapak Daryono dan ibu Parini. Penulis menyelesaikan pendidikan di Taman Kanak-Kanak (TK) Nurul Iman, Pringsewu pada tahun 2009, Sekolah Dasar Negeri 3 Pringsewu pada tahun 2015, Sekolah Menengah Pertama Negeri 3 Pringsewu pada tahun 2018, Sekolah Menengah Atas Negeri 2 Pringsewu pada tahun 2020. Pada tahun 2020 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur masuk SNMPTN.

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam kegiatan akademik maupun non akademik. Penulis memiliki pengalaman menjadi asisten dosen pada praktikum mata kuliah Fisiologi Tumbuhan tahun 2021, Biologi tahun 2023, Pascapanen Tanaman Budidaya tahun 2023, dan Ilmu Teknik Pengendalian Gulma tahun 2024. Penulis juga aktif mengikuti organisasi Himpunan Mahasiswa Agronomi dan Hortikultura sebagai Anggota Bidang Penelitian dan Pengembangan pada periode 2022 dan sebagai Mentor Bidang Penelitian dan Pengembangan pada periode 2023.

Penulis memiliki pengalaman kegiatan di luar kampus seperti melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Serai, Kecamatan Krui Tengah, Kabupaten Pesisir Barat pada bulan Januari hingga Februari tahun 2023. Penulis juga memiliki pengalaman mengikuti program magang yang diselenggarakan oleh Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi yaitu program Magang Bersertifikat dan Studi Independen (MSIB) *Batch 4* di perusahaan bidang perkebunan kelapa sawit yaitu PT. Bumitama Gunajaya Agro. Selama magang

Di PT. Bumitama Gunajaya Agro penulis sebagai *Research and Development Agronomy Field Assistant* yang ditempatkan di Pundu, Kalimantan Tengah pada bulan Februari hingga Juni tahun 2023.

"Anda mungkin bisa menunda, tapi waktu tidak akan menunggu"  
(Benjamin Franklin)

"Tuntutlah ilmu, tapi tidak melupakan ibadah. Kerjakanlah ibadah  
tapi tidak boleh lupa pada ilmu"  
(Hassan Al Bashri)

"Setiap detik kehidupan adalah cerita"  
(Mita Nurnilasari)

*Bismillahirrahmanirrahim*

Tiada kata yang lebih indah selain mengucapkan syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat-Nya selama ini.

Dengan penuh rasa syukur dan ketulusan, penulis persembahkan karya ini kepada:

Kedua orang tua tercinta, Bapak Daryono dan Ibu Parini yang selalu memberikan doa, dukungan, dan nasihat kepada penulis selama ini.

Keluarga besar dan orang-orang terdekat penulis yang telah memberikan doa, dukungan, dan motivasi.

Ibu/Bapak dosen, sahabat, dan teman-teman seperjuangan penulis yang memberikan ilmu, bantuan, dukungan, dan semangat kepada penulis.

Almamater tercinta

Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

## SANWACANA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat, taufik, dan hidayah yang telah diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Efikasi Herbisida Campuran Bahan Aktif (Dicamba 60 g/l + Isopropil Amina Glifosat 250 g/l) pada Pengendalian Gulma di Lahan Kelapa Sawit Tanaman Menghasilkan”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian di Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Selama masa studi dan proses penulisan skripsi ini penulis banyak menerima bantuan, saran, dan arahan dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Hidayat Pujisiswanto, S.P., M.P., selaku Dosen Pembimbing Pertama yang telah banyak membantu, mengarahkan, memberikan waktu, ide, ilmu, saran, motivasi, dan nasehatnya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
3. Bapak Ir. Sugiarno, M.S., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah banyak membantu, mengarahkan, memberikan waktu, ide, ilmu, saran, motivasi, dan nasehatnya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
4. Bapak Ir. Herry Susanto, M.S., selaku Dosen Penguji yang telah banyak memberikan arahan, saran dan kritik yang membangun sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
5. Ibu Prof. Ir. Maria Viva Rini, M.Agr, Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Agronomi dan Hortikultura.

6. Ibu Dr. R. A. Diana Widyastuti, S.P., M.Si., selaku Sekretaris Jurusan Agronomi dan Hortikultura sekaligus dosen pembimbing Akademik.
7. Seluruh dosen Jurusan Agronomi dan Hortikultura yang telah memberikan ilmu dan nasehat selama masa studi di Universitas Lampung.
8. Tim penelitian, yaitu Anggi Amelia, Elisa Claudia C., Musa Al Khadim, Della Dwi Martina, Puan Salsabila, Rica Hani P., M. Agung Pratama P., Karina Dian N., Diah Fitriani, dan Aslamiah yang senantiasa membantu dalam kegiatan penelitian hingga dapat terselesaikan dengan baik.
9. Sahabat seperjuangan pengejar gelar Sarjana Pertanian, yaitu Tim Santuy Auto A (Desi Anggia Putri, Andika Dwi Saputra, Vernanda Saktilas, Tedy Prasetya), Miftahul Mukhoironi, Dela Puspita, Rizki Sahrani, Fiska Noviana, Bagekinita Br Brahmana, dan teman-teman yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang selalu membantu, memberikan dukungan, saran, dan nasehat kepada penulis.
10. Sahabat penulis, yaitu Diffa Salsabila, Surya Hilmy Ramadhan, Aditya Rendi, Bilqis Dwi Fitria, dan Raihana Nabila yang senantiasa memberikan motivasi, dukungan, dan waktu kepada penulis.

Semoga Allah SWT membalasa kebaikan dan selalu diberikan kelimpahan rahmat, nikmat, dan lindungan-Nya atas seluruh bantuan dan dukungan kepada penulis.

Bandar Lampung, 14 Januari 2024

Mita Nurnilasari

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Landasan Teori .....	3
1.5 Kerangka Pemikiran .....	5
1.6 Hipotesis .....	7
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>8</b>
2.1 Kelapa Sawit.....	8
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Kelapa Sawit .....	8
2.1.2 Syarat Tumbuh Kelapa Sawit .....	10
2.2 Pengendalian Gulma Di Kelapa Sawit .....	11
2.3 Herbisida .....	12
2.3.1 Isopropil Amina Glifosat .....	13
2.3.2 Dicamba .....	14
2.3.3 Pencampuran Herbisida .....	16
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>18</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	18
3.2 Alat dan Bahan .....	18
3.3 Metode.....	18
3.4 Pelaksanaan Penelitian .....	19
3.4.1 Pemilihan Lokasi .....	19
3.4.2 Penentuan Tata Letak Percobaan.....	20

3.4.3 Aplikasi Herbisida .....	20
3.4.4 Penyiangan Mekanis dan Kontrol .....	21
3.5 Variabel Pengamatan .....	21
3.5.1 Bobot Kering Gulma .....	21
3.5.2 Penekanan Herbisida terhadap Gulma .....	22
3.5.3 Summed Dominance Ratio (SDR) .....	22
3.5.5 Koefisien Komunitas (C) .....	23
3.6 Pengamatan Kelapa Sawit .....	24
3.6.1 Jumlah Contoh .....	24
3.6.2 Fitotoksisitas .....	24
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>26</b>
4.1 Hasil .....	26
4.1.1 Bobot Kering Gulma Total .....	26
4.1.2 Summed Dominance Rasio (SDR) .....	28
4.1.3 Efikasi Herbisida Campuran Dicamba Berbahan Aktif 60 g/l + IPA Glifosat 250 g/l terhadap Gulma Pergolongan .....	29
4.1.3.1 Efikasi Herbisida terhadap Gulma Golongan Rumput .....	30
4.1.3.2 Efikasi Herbisida terhadap Gulma Golongan Berdaun Lebar .....	32
4.1.4 Efikasi Herbisida Campuran Dicamba dan IPA Glifosat terhadap Gulma Dominan .....	34
4.1.4.1 Efikasi herbisida campuran dicamba dan IPA glifosat terhadap gulma <i>Asystasia gangetica</i> .....	34
4.1.4.2 Efikasi herbisida campuran dicamba dan IPA glifosat terhadap gulma <i>Synedrella nodiflora</i> .....	36
4.1.4.3 Efikasi herbisida campuran dicamba dan IPA glifosat terhadap gulma <i>Paspalum conjugatum</i> .....	38
4.1.4.4 Efikasi herbisida campuran berbahan aktif 60 g/l + IPA glifosat 250 g/l terhadap gulma <i>Axonopus compressus</i> .....	40
4.1.4.5 Efikasi herbisida campuran berbahan aktif dicamba 60 g/l + IPA glifosat 250 g/l terhadap gulma <i>Ottochloa nodosa</i> .....	42
4.1.6 Koefisien Komunitas (C) .....	44
4.1.7 Fitotoksisitas .....	46

4.2 Pembahasan .....	46
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>50</b>
5.1 Kesimpulan.....	50
5.2 Saran .....	50
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>51</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>56</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Dosis Perlakuan Percobaan.....	19
2. Pengaruh herbisida campuran berbahan aktif dicamba 60 g/l + IPA glifosat 250 g/l terhadap bobot kering gulma total .....	27
3. Nilai SDR dengan urutan dominansi pada perlakuan kontrol 4, 8, dan 12 MSA.....	29
4. Pengaruh herbisida campuran berbahan aktif dicamba 60 g/l + IPA glifosat 250 g/l terhadap bobot kering gulma golongan rumput.....	31
5. Pengaruh herbisida campuran berbahan aktif dicamba 60 g/l + IPA glifosat 250 g/l terhadap bobot kering gulma golongan berdaun lebar.....	33
6. Pengaruh herbisida campuran berbahan aktif dicamba 60 g/l + IPA glifosat 250 g/l terhadap bobot kering gulma <i>Asystasia gangetica</i> .....	35
7. Pengaruh herbisida campuran berbahan aktif dicamba 60 g/l + IPA glifosat 250 g/l terhadap bobot kering gulma <i>Synedrella nodiflora</i> .....	37
8. Pengaruh herbisida campuran berbahan aktif dicamba 60 g/l + IPA glifosat 250 g/l terhadap bobot kering gulma <i>Paspalum conjugatum</i> .....	39
9. Pengaruh herbisida campuran berbahan aktif dicamba 60 g/l + IPA glifosat 250 g/l terhadap bobot kering gulma <i>Axonopus compressus</i> .....	41
10. Pengaruh herbisida campuran berbahan aktif dicamba 60 g/l + IPA glifosat 250 g/l terhadap bobot kering gulma <i>Ottochloa nodosa</i> .....	43
11. Pengaruh herbisida terhadap komposisi gulma.....	45
12. Data bobot kering gulma total 4 MSA.....	60
13. Analisis ragam bobot kering gulma total 4 MSA .....	60
14. Data bobot kering gulma total 8 MSA.....	60

15. Analisis ragam bobot kering gulma total 8 MSA .....	60
16. Data bobot kering gulma total 12 MSA .....	61
17. Analisis ragam bobot kering gulma total 12 MSA .....	61
18. Data bobot kering gulma rumput 4 MSA .....	61
19. Analisis ragam bobot kering gulma rumput 4 MSA .....	61
20. Data bobot kering gulma rumput 8 MSA .....	62
21. Analisis ragam bobot kering gulma rumput 8 MSA .....	62
22. Data bobot kering gulma rumput 12 MSA .....	62
23. Analisis ragam bobot kering gulma rumput 12 MSA.....	62
24. Data bobot kering gulma berdaun lebar 4 MSA .....	63
25. Analisis ragam bobot kering gulma berdaun lebar 4 MSA.....	63
26. Data bobot kering gulma berdaun lebar 8 MSA .....	63
27. Analisis ragam bobot kering gulma berdaun lebar 8 MSA.....	64
28. Data bobot kering gulma berdaun lebar 12 MSA .....	64
29. Analisis ragam bobot kering gulma berdaun lebar 12 MSA.....	64

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Rumus Kimia Glifosat (FAO, 2000).....	13
2. Struktur kimia Dicamba (Edwards, 2006) .....	16
3. Tata Letak Percobaan.....	20
4. Denah Petak Perlakuan Untuk Pengambilan Contoh Gulma dan Pengamatan Fitotksisitas .....	22
5. Persen penekanan herbisida campuran berbahan aktif dicamba 60 g/l + IPA glifosat 250 g/l terhadap bobot kering gulma total .....	28
6. Persen penekanan herbisida campuran berbahan aktif dicamba 60 g/l + IPA glifosat 250 g/l terhadap bobot kering gulma golongan rumput.....	32
7. Persen penekanan herbisida campuran berbahan aktif dicamba 60 g/l + IPA glifosat 250 g/l terhadap bobot kering gulma golongan berdaun lebar.....	34
8. Persen penekanan herbisida campuran berbahan aktif dicamba 60 g/l + IPA glifosat 250 g/l terhadap bobot kering gulma <i>Asystasia gangetica</i> .....	36
9. Persen penekanan herbisida campuran berbahan aktif dicamba 60 g/l + IPA glifosat 250 g/l terhadap bobot kering gulma <i>Synedrella nodiflora</i> .....	38
10. Persen penekanan herbisida campuran berbahan aktif dicamba 60 g/l + IPA glifosat 250 g/l terhadap bobot kering gulma <i>Paspalum conjugatum</i> .....	40
11. Persen penekanan herbisida campuran berbahan aktif dicamba 60 g/l + IPA glifosat 250 g/l terhadap bobot kering gulma <i>Axonopus compressus</i> .....	42
12. Persen penekanan herbisida campuran berbahan aktif dicamba 60 g/l + IPA glifosat 250 g/l terhadap bobot kering gulma <i>Ottochloa nodosa</i> .....	44
13. Kondisi tanaman kelapa sawit pada 12 MSA (A) piringan dan (B) pelepah .	46

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang banyak dikembangkan di Indonesia. Menurut Direktorat jenderal perkebunan (2022), luas areal tanaman kelapa sawit selama 2 tahun terakhir mengalami peningkatan sebesar 366.352 ha dari 11.991.914 ha di tahun 2020 menjadi 12.358.266 ha pada tahun 2022. Produksi kelapa sawit dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan. Pada tahun 2020 produksi kelapa sawit mencapai 45.741.845 ton, meningkat menjadi 46.854.457 ton ditahun 2021 dan pada tahun 2022 meningkat menjadi 48.235.405 ton.

Peningkatan luas areal dan produksi kelapa sawit yang makin tinggi merupakan hal positif yang perlu dipertahankan dan ditingkatkan. Usaha yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan pemeliharaan kelapa sawit yang tepat. Salah satu pemeliharaan kelapa sawit pada periode tanaman menghasilkan (TM) adalah pengendalian gulma (Sarjono, 2017). Kehadiran gulma di perkebunan kelapa sawit sangat merugikan dari segi persaingan unsur hara, air, cahaya, ruang tumbuh, meningkatkan biaya produksi, menurunkan kuantitas dan kualitas tandan buah segar (TBS) (Pahan, 2008).

Pengendalian gulma merupakan salah satu kegiatan dalam pemeliharaan budidaya tanaman kelapa sawit. Pengendalian gulma harus dilakukan secara terencana dan terorganisir untuk pengendalian gulma yang efektif dan efisien (Rianti *et al.*, 2015). Secara umum pengendalian gulma diperkebunan dapat dilakukan dengan

5 cara yaitu secara mekanis, kultur teknis, hayati, kimiawi, dan terpadu. Pengendalian secara kimiawi diperkebunan umumnya lebih banyak digunakan karena dinilai lebih efektif untuk mengurangi populasi gulma dalam waktu yang relatif singkat dengan cakupan areal yang luas. Perkembangan teknologi yang terus meningkat membuat inovasi adanya pencampuran herbisida dengan bahan aktif yang berbeda. Pencampuran tersebut bertujuan untuk meningkatkan efektivitas pengendalian atau menekan pertumbuhan gulma dan mampu menekan penggunaan dosis herbisida yang lebih rendah dibandingkan dengan pengaplikasian secara terpisah (Zimdhal, 2007).

Pencampuran kedua bahan aktif herbisida harus sangat diperhatikan dengan cermat untuk memastikan bahwa campuran tersebut tidak bersifat antagonis. Apabila dalam pengendalian gulma efektivitas daya racun campuran tidak sesuai dengan yang diharapkan atau menurun maka campuran tersebut bersifat antagonis. Sebaliknya, pencampuran kedua bahan aktif memberikan respon efektivitas yang tinggi dari aplikasi herbisida secara tunggal maka bersifat sinergis sebagai respon positif. Namun, jika pencampuran kedua bahan aktif memberikan efektivitas yang sama dengan pengaplikasian herbisida secara tunggal maka hal itu bersifat aditif. Oleh sebab itu, perlu adanya pengujian aktivitas suatu campuran herbisida dalam mengendalikan gulma (Guntoro dan Fitri, 2013).

Pencampuran glifosat dengan 2,4-D atau dicamba mampu meningkatkan efektivitas pengendalian gulma dan mengurangi resistensi gulma terhadap salah satu bahan aktif. Herbisida klorofenoksi akan bertindak sebagai auksin antagonis dengan meniru hormon pertumbuhan tumbuhan *indole-3-aceticacid* (IAA), sehingga akan mengganggu tumbuh dan berkembangnya tumbuhan, hingga pada akhirnya tumbuhan akan mengalami kematian. Herbisida klorofenoksi mampu mengendalikan gulma berdaun dengan areal yang luas dan gulma yang telah mengalami resisten terhadap glifosat (Williams *et al.*, 2000).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah diuraikan, penelitian ini dilakukan untuk memperoleh jawaban dari rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapakah dosis herbisida campuran bahan aktif dicamba 60 g/l + isopropil amina glifosat 250 g/l yang efektif untuk mengendalikan gulma pada lahan perkebunan kelapa sawit TM?
2. Apakah terjadi perubahan komposisi gulma pada lahan perkebunan kelapa sawit TM setelah aplikasi herbisida campuran bahan aktif dicamba 60 g/l + isopropil amina glifosat 250 g/l?
3. Apakah herbisida campuran bahan aktif dicamba 60 g/l + isopropil amina glifosat 250 g/l menyebabkan fitotoksisitas pada tanaman kelapa sawit?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui dosis herbisida bahan aktif dicamba 60 g/l + isopropil amina glifosat 250 g/l yang efektif untuk mengendalikan gulma pada lahan perkebunan kelapa sawit TM.
2. Mengetahui perubahan komposisi gulma pada lahan perkebunan kelapa sawit TM setelah aplikasi herbisida campuran bahan aktif dicamba 60 g/l + isopropil amina glifosat 250 g/l.
3. Mengetahui fitotoksisitas pada tanaman kelapa sawit akibat aplikasi herbisida bahan aktif dicamba 60 g/l + isopropil amina glifosat 250 g/l.

## 1.4 Landasan Teori

Pengendalian gulma menggunakan herbisida dianggap lebih menguntungkan dan praktis, karena waktu yang dibutuhkan lebih cepat dibandingkan dengan mekanis dan dapat menghemat biaya dari segi tenaga kerja yang digunakan. Penggunaan herbisida yang umum digunakan yaitu berbahan aktif tunggal dan spesifik. Tetapi

dengan penggunaan herbisida berbahan aktif tunggal yang terus-menerus akan menimbulkan masalah. Masalah yang ditimbulkan seperti gulma menjadi resistensi sehingga perlu ditingkatkan dosis pengendaliannya. Dosis yang semakin tinggi ini akan berdampak negatif bagi lingkungan seperti banyaknya residu yang ada di tanah (Hager dan Sprague, 2000). Penggunaan herbisida jenis selektif saja seperti dicamba hanya mampu mengendalikan satu jenis gulma, dimana gulma yang lainnya akan tetap menjadi dominan di lahan (Umiyati, 2005). Alternatif cara yang dapat digunakan yaitu dengan melakukan pencampuran beberapa bahan aktif herbisida (Rao, 2000).

Pencampuran herbisida merupakan salah satu cara untuk mengendalikan gulma dengan memperluas areal pengendalian dan diharapkan mampu mengurangi resistensi gulma terhadap herbisida. Pencampuran herbisida tidak selalu memberikan respon yang positif, hal itu dikarenakan setiap bahan aktif memiliki jenis formulasi, cara kerja, dan spesifikasi jenis gulma yang berbeda (Andini *et al.*, 2022). Efektivitas dosis herbisida dalam pencampuran harus tepat dapat mematikan gulma sasaran, namun apabila dosis terlalu tinggi akan berdampak negatif pada tumbuhan budidaya (Sembodo, 2010). Sehingga dalam pencampuran bahan aktif perlu diketahui respon campuran tersebut bersifat aditif, antagonis, atau sinergis.

Herbisida yang umum digunakan untuk mengendalikan gulma adalah herbisida dengan berbahan aktif Isopropil Amina Glifosat (IPA glifosat). Penggunaan herbisida berbahan aktif IPA glifosat terus-menerus akan menimbulkan resistensi gulma dan efektivitas herbisida berkurang. Peningkatan dosis herbisida berbahan aktif IPA glifosat dilakukan untuk meningkatkan efektivitasnya. Namun hal itu, dapat menimbulkan banyak residu dalam tanah (Rao, 2000). Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efektivitas herbisida berbahan aktif IPA glifosat yaitu mencampurkannya dengan bahan aktif lainnya yang dapat menekan pertumbuhan gulma berdaun lebar. Salah satu yang dapat menekan pertumbuhan gulma berdaun lebar adalah herbisida berbahan aktif dicamba.

Penggunaan herbisida isopropil amina glifosat dengan dosis 1.080 – 2.520 g/ha efektif mengendalikan gulma rumput (*Axonopus compressus*, *Ottlochloa nodosa*, *Imperata cylindrica*), golongan teki (*Cyperus rotundus*) pada 4 – 12 MSA serta gulma golongan daun lebar (*Praxelis clematidea*) pada 4 MSA (Oktavian, 2019). Pencampuran isopropil amina glifosat dan dicamba dengan rasio 1:1 hingga 3:1 dapat memberikan efek yang kuat untuk mengendalikan gulma (Zhang *et al.*, 2010). Menurut Byker *et al.*, (2013) bahwa dicamba 600 g/ha dicampurkan dengan glifosat 900 g/ha mampu mengendalikan *Conyza Canadensis*.

Komposisi gulma pada suatu ekosistem dapat berubah akibat proses alami atau campur tangan manusia selama periode waktu yang panjang. Keragaman gulma dapat berubah tergantung dari faktor-faktor seperti kemurnian benih, pengolahan tanah, waktu panen, pemupukan, dan pengendalian gulma dengan herbisida selama periode tertentu (Mennan dan Isik, 2003). Penggunaan herbisida yang bersifat selektif dapat menyebabkan perubahan komposisi gulma karena mengendalikan gulma pada golongan tertentu saja. Gulma yang menjadi target sasaran dapat terkendali, namun biji-biji gulma yang tidak menjadi target dari herbisida selektif akan berkecambah dan tumbuh menjadi gulma baru disuatu lahan. Ketika pengendalian gulma tidak mampu mengendalikan seluruh populasi gulma, maka akan terjadi perubahan komposisi (Rana, 2015).

### **1.5 Kerangka Pemikiran**

Tumbuhan kelapa sawit merupakan salah satu tanaman perkebunan penghasil CPO (*Crude Palm Oil*) dan PKO (*Palm Kernel Oil*) yang ada di Indonesia. Pertumbuhan industri kelapa sawit semakin tinggi dari tahun ke tahun, hal inilah yang perlu dipertahankan dan ditingkatkan kembali. Usaha yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan pemeliharaan tanaman kelapa sawit. Salah satu kegiatan dalam pemeliharaan ialah pengendalian gulma. Kehadiran gulma pada areal budidaya dapat menyebabkan terjadinya perebutan ruang tumbuh dengan tumbuhan utama, menyulitkan dalam pemupukan, mengganggu saat pemanenan, dan menyulitkan dalam pengumpulan brondolan jatuh. Oleh sebab itu, perlu

dilakukan pengendalian gulma secara terstruktur, beberapa cara pengendalian gulma yang dapat dilakukan yaitu secara mekanis, kimiawi, kultur teknis, hayati, dan terpadu.

Pengendalian gulma dengan menggunakan herbisida lebih sering digunakan karena dapat memberikan keuntungan yang lebih dibandingkan menggunakan mekanis. Keuntungan dengan menggunakan herbisida ini diantaranya waktu yang dibutuhkan lebih cepat, tidak memerlukan tenaga kerja yang banyak, dan dapat menjangkau areal yang luas. Penggunaan herbisida yang umum dilakukan yaitu herbisida berbahan aktif tunggal. Namun, semakin lama herbisida berbahan aktif tunggal digunakan pada pengendalian gulma dapat mengurangi efektivitas dan resisten terhadap bahan aktif tersebut. Sehingga dibutuhkan pencampuran bahan aktif untuk meningkatkan efektivitas dan mencegah gulma menjadi resisten.

Herbisida berbahan aktif tunggal yang umum digunakan adalah Isoprofil Amina glifosat (IPA Glifosat). Penggunaan herbisida berbahan aktif IPA glifosat terus-menerus akan menurunkan efektivitas, resistensi gulma, dan residu di dalam tanah. Oleh sebab itu perlu pencampuran herbisida dengan beberapa bahan aktif yang dapat menekan pertumbuhan gulma. Salah satu bahan aktif yang dapat digunakan sebagai campuran yaitu dicamba, hal itu dikarenakan dicamba mampu menekan pertumbuhan gulma berdaun lebar dengan cara meniru cara kerja hormon IAA. Perlu diingat bahwa efektivitas dosis herbisida dalam pencampuran harus tepat mematikan gulma, umumnya komponen campuran memiliki dosis yang lebih rendah dibandingkan dengan dosis tunggal.

Perubahan komposisi gulma pada suatu lahan dapat terjadi karena proses alami atau adanya campur tangan manusia. Penggunaan herbisida dalam pengendalian gulma menjadi salah satu faktor terjadinya perubahan komposisi gulma disuatu lahan. Hal ini disebabkan oleh penggunaan herbisida yang bersifat selektif. Gulma yang tidak menjadi sasaran akan tumbuh dan berkembang dilahan, sedangkan gulma yang memang menjadi sasaran akan terkendali. Selain itu, tanggapan dan kecepatan gulma terhadap herbisida berbeda antara satu dengan yang lainnya.

## 1.6 Hipotesis

Hipotesis penelitian adalah sebagai berikut:

1. Herbisida campuran bahan aktif dicamba 60 g/l + isopropil amina glifosat 250 g/l dengan dosis dicamba 180 g/ha + IPA glifosat 750 g/ha efektif mengendalikan gulma pada tanaman kelapa sawit TM.
2. Tidak terjadi perubahan komposisi gulma setelah aplikasi herbisida campuran bahan aktif dicamba 60 g/l + isopropil amina glifosat 250 g/l
3. Aplikasi herbisida campuran bahan aktif dicamba 60 g/l + isopropil amina glifosat 250 g/l tidak menimbulkan gejala keracunan pada tanaman kelapa sawit TM.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kelapa Sawit

#### 2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Kelapa Sawit

Tanaman kelapa sawit merupakan tanaman monokotil yang berasal dari Afrika. Menurut Pahan (2008) secara taksonomi kelapa sawit dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Embryophyta Siphonagama
Kelas	: Angiospermae
Ordo	: Monocotyledonae
Famili	: Arecaceae
Sub family	: Cocoideae
Genus	: <i>Elaeis</i>
Spesies	: <i>Elaeis guineensis</i> Jacq.

Tanaman kelapa sawit memiliki perakaran serabut. Saat awal perkecambahan, akar pertama muncul dari biji yang berkecambah (radikula). Setelah itu radikula akan mati dan membentuk akar primer. Selanjutnya akar primer dengan diameter 5–10 mm akan membentuk akar skunder (diameter 2–4 mm), tersier (diameter 1–2 mm), dan kuartener (diameter 0,1–0,3 mm). Akar yang paling aktif menyerap air dan unsur hara adalah akar tersier dan kuartener berada pada kedalaman 0–60 cm dengan jarak 2-3 meter dari pangkal pohon (Lubis dan Widanarko, 2011). Tanaman kelapa sawit merupakan tanaman yang memiliki batang lurus, tidak memiliki kambium, memiliki ruas (internodia) dan tidak bercabang. Diameter

batang umur satu hingga dua tahun pertama umumnya 60 cm (Mangoensoekarjo dan Semangun, 2008). Batang kelapa sawit berfungsi sebagai sistem pembuluh xilem dan floem. Selain itu, batang juga sebagai tempat penyangga daun, bunga, buah, dan cadangan makanan. Setiap tahun batang kelapa sawit mengalami pertumbuhan sekitar 45 cm. Daun kelapa sawit memiliki ciri membentuk susunan daun majemuk, bersirip genap, dan tulang daun sejajar. Daun disanggah oleh pelepah yang panjangnya kurang lebih 9 m. Jumlah anak disetiap pelepah sekitar 250–300 helai sesuai dengan panjang pelepah. Pelepah daun yang duduk di batang tersusun melingkari batang dan membentuk spiral. Pelepah daun umumnya berjumlah 50 pelepah. Pada tanaman muda berumur 5–6 tahun pelepah daun berjumlah 30–40 (Lubis dan Widanarko, 2011).

Tanaman kelapa sawit merupakan tanaman monoecious artinya bunga jantan dan bunga betina berada disatu pohon. Tanaman kelapa sawit mulai berbunga saat berumur 2,5 tahun, namun bunga pada fase awal pertumbuhan generatif akan mengalami keguguran. Bunga tumbuh pada ketiak daun, semua ketiak daun akan menghasilkan bakal bunga. Bakal bunga akan berkembang menjadi bunga jantan maupun bunga betina tergantung kondisi tanaman. Pada umur 12–14 bulan tanaman kelapa sawit sudah mulai menghasilkan bunga. Sejak terbentuknya bakal bunga hingga terlihat bunga pada pohon dibutuhkan waktu sekitar 20 bulan, sampai anthesis sekitar 33–34 bulan (Mangoensoekarjo dan Semangun, 2008).

Buah kelapa sawit digolongkan sebagai buah drupa. Buah kelapa sawit terdiri atas 3 bagian yaitu exocarp (kulit), mesocarp, dan endocarp (cangkang) yang membungkus kernel. Pada inti atau kernel mempunyai testa (kulit), endosperm, dan embrio. Berdasarkan ketebalan cangkang dan daging buah, kelapa sawit dibedakan menjadi 3 yaitu (1) Dura yang memiliki cangkang tebal (3 – 5 mm), daging tipis, dan rendaman minyak 15–17%. (2) Tenera bercangkang tipis (2 – 3 mm), daging tebal, dan rendaman minyak 21–23%. (3) Pisifera bercangkang tipis, berdaging tebal, biji kecil, dan rendaman minyak 23–25% (Lubis dan Widanarko, 2011).

### 2.1.2 Syarat Tumbuh Kelapa Sawit

Syarat tumbuh untuk pengembangan tanaman kelapa sawit yang sesuai sekitar 15 °LU-15 °LS. Tanaman kelapa sawit tumbuh dengan optimal pada ketinggian 400 dpl dengan curah hujan 2.000 – 2.500 mm per tahun yang tersebar secara merata sepanjang tahun. Suhu optimal untuk pertumbuhan kelapa sawit 22 – 23°C dan intensitas penyinaran matahari 6 jam per hari. Topografi wilayah yang sesuai untuk penanaman kelapa sawit yaitu lahan dengan kemiringan lereng 0 – 12° atau 12%. Lahan dengan kemiringan 13 – 25° dapat ditanami kelapa sawit, tetapi pertumbuhan kurang optimal, sedangkan lahan dengan kemiringan > 25° tidak dianjurkan untuk lokasi penanaman kelapa sawit karena dapat menyulitkan dalam pengangkutan produksi dan berisiko terjadi erosi. Kelapa sawit dapat tumbuh di beberapa jenis tanah seperti tanah podsolik, latosol, hidromorfik kelabu, regosol, andosol, dan alluvial (Sunarko, 2007).

Kesesuaian lahan untuk penanaman kelapa sawit terbagi menjadi 4 kelas, yaitu S1 (sangat sesuai), S2 (sesuai), S3 (kurang sesuai), dan N (tidak sesuai). Lahan S1 memiliki topografi yang datar dengan kemiringan 0 – 15%, drainase yang baik dan tidak tergenang, kedalaman tanah >80 cm, bahan organik tersedia pada kedalaman 5 – 10 cm, tekstur tanah lempung-liat dengan persen batuan <3%, air tersedia pada kedalaman >80 cm, dan pH tanah 5 – 6. Sedangkan lahan S2 memiliki topografi yang berombak dengan kemiringan 16 – 25%, drainase yang baik dan tidak tergenang, kedalaman tanah 80 cm, bahan organik tersedia pada kedalaman 5 – 10 cm, tekstur tanah liat-berpasir dengan persen batuan <3 – 5%, air tersedia pada kedalaman 60 – 80 cm, dan pH tanah 4,5 – 5. Lahan S3 memiliki topografi yang berbukit dengan kemiringan 25 – 36%, drainase kurang baik dan tidak tergenang, kedalaman tanah 60 – 80 cm, bahan organik tersedia pada kedalaman 5 – 10 cm, tekstur tanah berlempung dengan persen batuan <15 – 40%, air tersedia pada kedalaman 50 – 60 cm, dan pH tanah 4 – 4,5. Lahan N tidak direkomendasikan untuk penanaman kelapa sawit karena memiliki topografi yang curam, drainase yang buruk dan tergenang, tekstur tanah liat-berpasir dengan persen batuan >40%, dan pH tanah <4 (Sunarko, 2007).

## 2.2 Pengendalian Gulma Di Kelapa Sawit

Gulma merupakan tumbuhan yang kehadirannya tidak dikehendaki. Secara garis besar jenis-jenis gulma di perkebunan kelapa sawit dapat digolongkan menjadi 2 yaitu gulma berbahaya dan gulma lunak. Gulma yang termasuk pada golongan berbahaya adalah gulma yang mempunyai daya saing tinggi terhadap tumbuhan pokok seperti ilalang (*Imperata cylindrica*), sembung rambat (*Mikania cordata*), lempuyangan (*Panicum repens*), teki (*Cyperus rotundus*), kirinyuh (*Chromolaena odorata*), dan tembelekan (*Lantana camara*). Sedangkan gulma yang termasuk pada golongan lunak adalah gulma yang keberadaannya dapat ditoleransi di lahan perkebunan kelapa sawit dan mampu menahan erosi tanah, namun keberadaannya harus dibawah ambang ekonomi seperti babadotan (*Ageratum conyzoides*), rumput IPA glifosathit (*Paspalum conjugatum*), dan pakis (*Nephrolepis biserrata*) (Setyamidjaja, 2006).

Gulma yang tumbuh di lingkungan perkebunan kelapa sawit akan berdampak negatif bagi tanaman budidaya kelapa sawit. Dampak negatif yang ditimbulkan oleh gulma yaitu menjadi pesaing bagi tumbuhan kelapa sawit dalam perebutan ruang tumbuh, oksigen, air, cahaya, dan unsur hara. Kerugian yang ditimbulkan dari adanya kompetisi antara tumbuhan budidaya dan gulma diantaranya pertumbuhan yang terhambat sehingga waktu produksi akan menjadi lama, terjadi penurunan kualitas dan kuantitas, mempersulit waktu pemanenan, gulma sebagai sarang hama dan penyakit, dan biaya pengendalian yang mahal (Barus, 2003).

Pengendalian gulma merupakan salah satu kegiatan dari pengelolaan tanaman. Pengendalian gulma harus dilakukan dengan terstruktur supaya dapat mengendalikan gulma dengan efektif dan efisien. Pengendalian gulma pada lahan perkebunan kelapa sawit dilakukan pada daerah piringan, pasar pikul, dan gawangan mati (Rianti dkk., 2015). Secara umum pengendalian gulma diperkebunan dapat dilakukan dengan 5 cara yaitu secara mekanis, kultur teknis, hayati, kimiawi, dan terpadu. Pengendalian secara mekanis adalah pengendalian gulma dengan cara melukai atau merusak bagian tubuh gulma menggunakan alat

tradisional maupun modern. Pengendalian secara kultur teknis dengan menanam LCC (*Legum Cover Crop*) yang dapat menekan pertumbuhan gulma, sedangkan pengendalian secara hayati yaitu menekan populasi gulma dengan memanfaatkan organisme hidup seperti kumbang, namun dalam penerapannya harus memenuhi syarat seperti agen hayati hanya memakan gulma dan tidak menyerang tanaman budidaya (Pahan, 2008). Pengendalian terpadu dengan cara mengkombinasi pengendalian secara mekanis dengan kimiawi dapat memberikan hasil yang efektif dan efisien.

Pengendalian gulma secara mekanis dapat dilakukan pada daerah piringan dan gawangan mati. Sedangkan pengendalian secara kimiawi dilakukan pada daerah piringan dengan cara disemprot dan tidak mengenai tanaman budidaya serta tanaman penutup tanah. Pengendalian secara kimiawi yaitu pengendalian dengan menggunakan herbisida paling sering digunakan, karena dianggap lebih praktis, efektif, dan menguntungkan (Kraehmer *et al.*, 2014). Namun penggunaan herbisida pada lahan yang terus-menerus dengan bahan aktif yang sama dalam periode yang lama akan menjadi faktor resistensi gulma (Sonya dkk., 2018).

### **2.3 Herbisida**

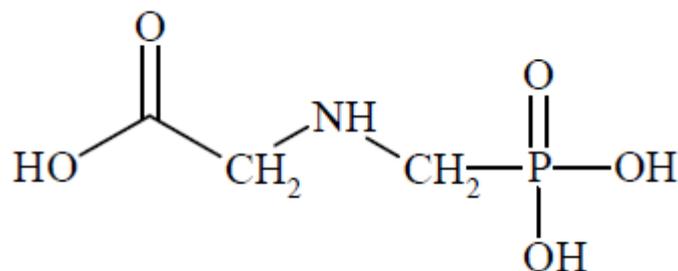
Herbisida adalah senyawa kimia yang dapat digunakan untuk menghambat pertumbuhan dan mematikan tumbuhan. Pengaplikasian herbisida dengan dosis tinggi dapat mematikan seluruh bagian tumbuhan. Sedangkan penggunaan dosis rendah dapat mematikan tumbuhan tertentu dan relatif tidak mengganggu tumbuhan yang lain (Riadi, 2011). Pengendalian gulma menggunakan herbisida paling banyak digunakan karena efeknya cepat, kebutuhan tenaga lebih sedikit, waktu pengendalian relatif sebentar dan efektif untuk areal yang luas (Sembodo dan Wati, 2021).

Berdasarkan sifat selektivitas herbisida dikelompokkan menjadi dua, yaitu herbisida selektif dan non selektif. Herbisida selektif ialah herbisida yang dapat menekan pertumbuhan atau mematikan gulma jenis tertentu dari suatu lahan.

Herbisida non selektif ialah herbisida yang dapat menekan pertumbuhan atau mematikan semua jenis gulma maupun tumbuhan pokok dari suatu lahan (Rahim dkk.,2022).

### 2.3.1 Isopropil Amina Glifosat

Herbisida glifosat merupakan herbisida yang umum digunakan diperkebunan. Herbisida ini bersifat non selektif dan pascatumbuh. Glifosat diserap oleh daun dan ditranslokasikan ke seluruh bagian tumbuhan dan bekerja secara efektif untuk tumbuhan yang masih hidup, serta tidak akan aktif apabila herbisida masuk ke dalam tanah. Mekanisme kerja glifosat yaitu penghambat 5-*enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase* (EPSPS). EPSPS adalah enzim yang berpengaruh pada biosintesis asam aromatik, yang menghambat sintesis protein dan metabolisme asam amino (Tomlin, 2010). Struktur kimia dari glifosat adalah (Gambar 1).



Gambar 1. Rumus Kimia Glifosat (FAO, 2000)

Gejala keracunan gulma akibat aplikasi herbisida glifosat yang umum ditunjukkan yaitu daun mengalami klorosis yang diikuti dengan nekrosis. Gulma berdaun lebar dan berkayu yang tumbuh kembali setelah diaplikasikan herbisida glifosat akan muncul gejala bintik-bintik putih pada daun (Ashton dan Monaco, 1991). Gejala keracunan timbul pada gulma semusim setelah 2 – 4 hari aplikasi herbisida glifosat dan pada gulma musiman timbul setelah 7 – 20 hari aplikasi (Sembodo, 2010). Herbisida glifosat yang jatuh ke dalam tanah tidak akan dapat aktif dikarenakan glifosat akan cepat terikat oleh partikel tanah dalam bentuk ikatan fosfat sehingga glifosat tidak *mobile* di dalam tanah dan sulit untuk tercuci.

Molekul glifosat yang tidak terikat oleh partikel tanah dan bebas dalam air tanah akan mampu didegradasi oleh mikroorganisme yang kemudian akan diuraikan menjadi CO<sub>2</sub>, air, nitrat, dan fosfat sehingga tidak akan berbahaya bagi tanah (Rolando *et al.*, 2017).

Herbisida glifosat termasuk herbisida yang ramah lingkungan karena dapat terdegradasi oleh mikroba yang ada di tanah dan tidak dapat aktif ketika di dalam tanah. Degradasi glifosat oleh mikroba terbagi menjadi 2 tahap yaitu pertama jalur sarkosin dan glisin dan kedua mengarah pada pembentukan asam amino metil fosfonat (AMPA). Pada jalur pembentukan AMPA, langkah pertama yaitu pemutusan ikatan C-N oleh enzim glifosat oksidoreduktasi sehingga menghasilkan AMPA dan glioksilat yang dapat dimanfaatkan oleh bakteri. Pada jalur sarkosin langkah pertama yang dilakukan yaitu pemutusan ikatan C-P oleh C-P lyase, sehingga menghasilkan fosfat dan sarkosin. Sarkosin kemudian terdegradasi menjadi glisin dan formaldehida oleh sarcosine oksidase. Formaldehida akan memasuki jalur transfer karbon tunggal yang diarahkan ke tetrahidrofolat dan glisin dimetabolisme standar, pada akhirnya akan terbentuk CO<sub>2</sub> dan NH<sub>3</sub> (Borggard *and* Gimsing, 2008).

### **2.3.2 Dicamba**

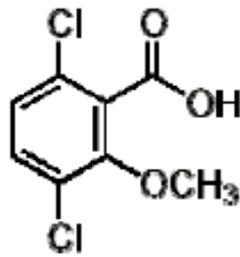
Dicamba (*2-methoxy-3,6-dichlorobenzoic acid*) (Gambar 2) diklasifikasikan sebagai asam benzoate dan dapat membentuk garam saat berada dalam lauran air (Bunch *and* Gervais, 2012). Dicamba merupakan herbisida selektif pasca tumbuh yang mampu mengendalikan gulma berdaun lebar dan tanaman berkayu.

Dicamba bekerja dengan mengganggu sistem pertumbuhan gulma. Dicamba meniru cara kerja auksin yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Penggunaan dicamba menyebabkan pertumbuhan batang yang cepat dan tidak terkendali, tangkai daun dan daun tanaman menjadi sensitif, serta pertumbuhan sel dan pembelahan sel tidak terkendali. Sehingga pada akhirnya jaringan tumbuhan akan mengalami kerusakan dan menyebabkan tumbuhan

mengalami kematian. Pada umumnya gulma akan mengalami kematian setelah 5 – 7 hari aplikasi (Edwards, 2006).

Tanaman yang terpapar dicamba dalam jumlah kecil dapat mengalami efek fitotoksik seperti pembengkokkan dan daun mengalami nekrosis (Egan dan Mortensen, 2012). Efek lain pada tanaman yang terpapar dicamba adalah epinasti, kondisi dimana daun dan bagian tanaman lainnya membengkok ke bawah akibat pertumbuhan berlebih pada sisi atas tanaman (Strachan *et al.*, 2010). Dicamba yang jatuh ke dalam tanah dapat terdegradasi sepenuhnya atau mengalami degradasi biologis. Proses dimetilasi dicamba menghasilkan senyawa 3,6-dichlorosalicylic acid (3,6-DCSA), yang kemudian dihidroksilasi menjadi 2,5-dihydroxy-3,6-dichlorobenzoic acid (2,5-diOH). Reaksi tersebut membantu mengurangi toksisitas kimia di lingkungan dan berkontribusi pada pengurangan total senyawa dicamba menjadi bentuk yang lebih ramah lingkungan. Proses dimetilasi adalah reaksi kimia yang melibatkan penambahan dua gugus metil (-CH<sub>3</sub>) pada molekul target. Perubahan senyawa tersebut melalui aktivitas mikroorganisme tanah yang memanfaatkan senyawa tersebut untuk kebutuhan metabolisme (Menasseri *et al.*, 2004). Menurut Krueger *et al.*, (1991) dicamba dapat berada di tanah selama 31 hari dalam kondisi aerobik dan 58 hari dalam kondisi anaerobik. Laju degradasi dicamba bergantung pada kondisi tanah dan lingkungan sekitar.

Degradasi biologis pestisida (dicamba) dapat dipengaruhi oleh kelembaban, suhu, dan pH tanah (Kah *et al.*, 2007). Hal ini sejalan dengan penelitian Rutz (1997) bahwa degradasi dicamba di tanah memerlukan waktu 36 hari pada suhu 20°C dengan kelembaban 0,25 – 0,28 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>, sedangkan pada suhu rendah dan kelembaban rendah (4°C dengan kandungan air 0,18–0,22 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>) waktu yang dibutuhkan untuk mendegradasi dicamba adalah 136 hari. Menurut Comfort *et al.*, (1992) dicamba terdegradasi dengan cepat pada suhu >20°C. Waktu yang dibutuhkan untuk mendegradasi dicamba pada suhu 12°C, 20°C, dan 28°C adalah 151 hari, 38 hari, dan 24 hari.



Gambar 2. Struktur kimia Dicamba (Edwards, 2006)

### 2.3.3 Pencampuran Herbisida

Gulma dianggap sebagai penyebab utama dalam hilangnya hasil panen dan dapat mempengaruhi peningkatan biaya produksi. Oleh karena itu, pengelolaan gulma sangat penting untuk memaksimalkan hasil panen. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk pengendalian gulma adalah dengan pengendalian secara kimiawi. Pada tahun 2022 dilaporkan ada 263 spesies gulma yang resisten terhadap 21 bahan aktif diseluruh dunia. Karena hal tersebut, membuat semakin sedikit herbisida efektif yang tersedia, untuk itu diperlukan strategi pengelolaan pengendalian gulma yang mencegah resistensi gulma semakin meningkat. Pengelolaan resistensi gulma mencakup praktik alternatif yang mengurangi jumlah dan frekuensi penggunaan herbisida (Beckie *and* Harker, 2017).

Penggunaan campuran herbisida dengan cara kerja yang berbeda dapat mengurangi kemungkinan terjadinya resistensi gulma (Norsworthy *et al.*, 1999). Selain itu, pencampuran herbisida akan memperlambat evolusi resistensi dibandingkan dengan rotasi herbisida (Busi, 2017). Herbisida campuran dengan dua atau lebih jenis bahan aktif akan menunjukkan interaksi satu bahan dengan bahan yang lain. Interaksi satu bahan dengan bahan yang lain dapat bersifat sinergis, aditif, dan antagonis. Interaksi ini ditunjukkan berdasarkan respon yang diperlihatkan oleh gulma sasaran (Kurniade dkk., 2019). Salah satu hal yang harus dicermati dalam pencampuran herbisida, yaitu campuran tersebut bersifat antagonis atau tidak. Apabila campuran herbisida bersifat antagonis, hasil pengamatan lebih rendah dibanding dengan yang diharapkan (Meyer *et al.*, 2021).

Herbisida IPA glifosat merupakan herbisida sistemik yang ditranslokasikan keseluruh bagian tubuh gulma. Glifosat mempunyai daya kendali yang tinggi terhadap gulma golongan rumput seperti *Paspalum conjugatum* dan *Ottlochloa nodosa*, namun hal tersebut menyebabkan beberapa gulma berdaun lebar tumbuh dan menjadi gulma dominan (Tjitrosoedirjo dan Purba, 2006). Menurut Mukarromah dan Sembodo (2014) glifosat pada dosis tertentu yang diaplikasikan pada tanaman kelapa sawit dapat menekan pertumbuhan gulma berdaun sempit pada 4 MSA sehingga gulma berdaun lebar menjadi gulma dominan. Beberapa spesies gulma berdaun lebar memiliki toleransi terhadap glifosat, seperti *Mikania micrantha* dan *Borreria alata* (Pribadi, 2023). Beberapa kasus herbisida IPA glifosat mampu mengendalikan gulma berdaun lebar dengan dosis tinggi, menurut Aini *et al.* (2022) aplikasi IPA glifosat dengan dosis 1.080–2.160 g/ha efektif dalam mengendalikan pertumbuhan gulma berdaun lebar seperti *Borreria alata*, *Mikania micrantha*, dan *Praxelis clematidea* hingga 12 MSA.

Herbisida dicamba adalah herbisida peniru auksin (kelompok 4) yang selektif pasca tumbuh mampu mengendalikan gulma berdaun lebar dan tanaman berkayu. Dicamba bekerja dengan menyebabkan pertumbuhan yang tidak terkontrol pada gulma, terutama gulma berdaun lebar, hingga akhirnya menyebabkan kematian (Edwards, 2006). Penggunaan herbisida kelompok 4 dapat bersifat sinergis apabila dicampurkan dengan golongan glifosat. Pencampuran dua bahan aktif tersebut dapat meningkatkan efektivitas pengendalian gulma berdaun lebar yang sulit dikendalikan dengan IPA glifosat. Glifosat dan dicamba memiliki mekanisme yang saling melengkapi. Glifosat bekerja dengan menghambat metabolisme dasar gulma, sementara dicamba merusak struktur pertumbuhan gulma. Pencampuran glifosat 870 g/ha + dicamba 560 g/ha dapat mengendalikan *Echinochloa colona* hingga 56% dibandingkan dengan aplikasi glifosat tanpa dicampur dicamba (Perkins *et al.*, 2021).

### **III. METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari hingga April 2024 di Desa Muara Putih, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan dan Laboratorium Ilmu Gulma Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

#### **3.2 Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi sprayer knapsack semi otomatis dengan nozel merah, gelas ukur, pipet, timbangan digital, oven, kuadrat berukuran 0,5 m x 0,5 m, ember, plastik, dan alat tulis. Bahan yang digunakan meliputi areal pemeliharaan tanaman kelapa sawit berumur 15 tahun, herbisida X-SUPREME 60/250 SL (bahan aktif dikamba 60 g/l dan isopropil amina glifosat 250 g/l), dan air.

#### **3.3 Metode**

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 6 perlakuan, masing-masing perlakuan diulang sebanyak 4 kali sehingga terdapat 24 satuan percobaan (Tabel 1). Setiap satuan percobaan terdiri dari gulma di piringan 3 tanaman kelapa sawit yang masing-masing berjari-jari 2 m. Jarak antar satuan percobaan adalah satu tanaman kelapa sawit yang memiliki jarak tanam 9 m x 8 m.

Tabel 1. Dosis Perlakuan Percobaan

No.	Perlakuan	Dosis Formulasi (l/ha)	Dosis Bahan Aktif (g/ha)
1.	Dicamba 60 g/l + IPA Glifosat 250 g/l	2,25	135 + 562,5
2.	Dicamba 60 g/l + IPA Glifosat 250 g/l	3	180 + 750
3.	Dicamba 60 g/l + IPA Glifosat 250 g/l	3,75	225 + 937,5
4.	Dicamba 60 g/l + IPA Glifosat 250 g/l	4,5	270 + 1125
5.	Penyiangan mekanis	-	-
6.	Kontrol (tanpa pengendalian gulma)	-	-

Keterangan: IPA Glifosat: Isopropilamina glifosat

Untuk menguji homogenitas ragam data maka digunakan uji Bartlett dan aditivitas data diuji dengan uji Tukey. Jika asumsi terpenuhi, maka data dianalisis dengan sidik ragam dan untuk menguji perbedaan nilai tengah perlakuan diuji dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian terdiri dari pemilihan lokasi, penentuan tata letak percobaan, dan persiapan pengaplikasian herbisida.

#### 3.4.1 Pemilihan Lokasi

Lokasi yang digunakan dalam penelitian adalah perkebunan kelapa sawit yang telah menghasilkan (TM) dengan jarak tanam 9 m x 8 m. Kondisi gulma di perkebunan memiliki penutupan  $\geq 75\%$ .

### 3.4.2 Penentuan Tata Letak Percobaan

Setiap satuan percobaan terdiri dari gulma di piringan 3 tanaman kelapa sawit yang masing-masing dengan jari-jari 2 m dengan jarak antar satuan percobaan adalah satu tanaman kelapa sawit dengan tata letak percobaan pada gambar 3.

U1	B1	C1	F1	D1	A1	E1
U2	C2	E2	D2	B2	F2	A2
U3	C3	B3	E3	F3	D3	A3
U4	C4	A4	D4	B4	E4	F4

Gambar 3. Tata Letak Percobaan

Keterangan:

A: Perlakuan Dicamba 135 g/ha + IPA Glifosat 562,5 g/ha

B: Perlakuan Dicamba 180 g/ha + IPA Glifosat 750 g/ha

C: Perlakuan Dicamba 225 g/ha + IPA Glifosat 937,5 g/ha

D: Perlakuan Dicamba 270 g/ha + IPA Glifosat 1125 g/ha

E: Penyiangan secara mekanis

F: Kontrol

U: Ulangan

### 3.4.3 Aplikasi Herbisida

Pengaplikasian herbisida didahului dengan kalibrasi sprayer menggunakan metode luas untuk menentukan volume semprot yang dibutuhkan. Volume semprot untuk satu petak perlakuan dengan luasan 37,68 m<sup>2</sup> didapatkan air sebanyak 1,55 liter dengan volume semprot 411 l/ha. Pengaplikasian herbisida campuran berbahan aktif Dicamba 60 g/l + IPA Glifosat 250 g/l menggunakan alat knapsack sprayer semi otomatis dengan nozel merah. Aplikasi herbisida dilakukan pada masing-masing petak percobaan pada pagi hari dan cuaca cerah.

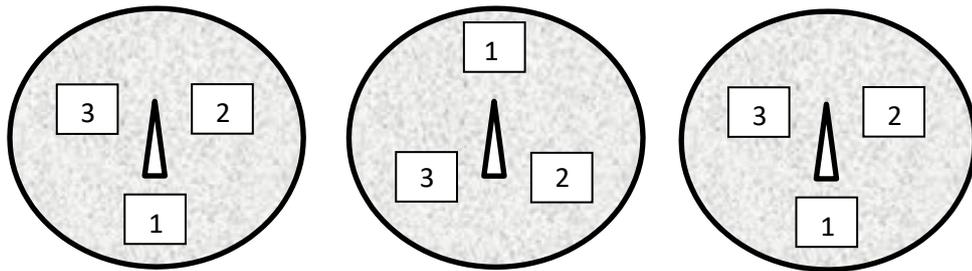
#### 3.4.4 Penyiangan Mekanis dan Kontrol

Penyiangan mekanis dilakukan satu kali pada 0 MSA bersamaan saat aplikasi herbisida campuran berbahan aktif Dicamba 60 g/l + IPA Glifosat 250 g/l dengan cara dikoret. Gulma pada petak perlakuan kontrol dibiarkan atau tidak dikendalikan.

### **3.5 Variabel Pengamatan**

#### 3.5.1 Bobot Kering Gulma

Pengamatan bobot kering gulma terbagi menjadi 2 waktu yaitu sebelum aplikasi herbisida dan setelah aplikasi herbisida. Pengamatan bobot kering gulma setelah aplikasi herbisida dilakukan sebanyak tiga kali, yaitu 4, 8, dan 12 MSA untuk data bobot kering gulma total dan gulma dominan. Gulma pada piringan diambil menggunakan kuadran berukuran 0,5 m x 0,5 m pada tiga titik pengambilan yang berbeda untuk setiap petak perlakuan dan setiap waktu pengambilan contoh gulma (Gambar 4). Cara pengambilan gulma yaitu gulma yang masih segar dipotong tepat setinggi permukaan tanah. Gulma yang telah diambil dikelompokkan berdasarkan spesiesnya dan dikeringkan dengan oven pada suhu 80°C selama 48 jam setelah itu bobot kering gulma ditimbang.



Gambar 4. Denah Petak Perlakuan Untuk Pengambilan Contoh Gulma dan Pengamatan Fitotoksistas

Keterangan:

1	Petak kuadrat pengambilan contoh gulma 4 MSA
2	Petak kuadrat pengambilan contoh gulma 8 MSA
3	Petak kuadrat pengambilan contoh gulma 12 MSA

-  Tumbuhan kelapa sawit yang diamati fitotoksistasnya secara acak  
 Piringan kelapa sawit yang dikendalikan

### 3.5.2 Penekanan Herbisida terhadap Gulma

Data bobot kering yang telah diperoleh kemudian dikonversi dan dibuat grafik persen penekanan herbisida terhadap gulma meliputi gulma total, per golongan, dan gulma dominan. Penekanan herbisida terhadap gulma dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Penekanan} = 100 - \left( \frac{\text{bobot kering gulma pada perlakuan}}{\text{bobot kering gulma pada kontrol}} \times 100 \right)$$

### 3.5.3 Summed Dominance Ratio (SDR)

Nilai SDR digunakan untuk menentukan urutan gulma dominan yang ada di areal perkebunan. Perhitungan nilai SDR dilakukan setelah mendapatkan data biomassa gulma dari beberapa spesies. Nilai SDR untuk masing-masing spesies

gulma pada petak percobaan dicari dengan menggunakan rumus berikut ini menurut Tjitrosoedirdjo dkk. (1984):

➤ Dominansi Mutlak (DM)

DM merupakan bobot kering gulma tertentu dalam petak contoh

➤ Dominansi Nisbi (DN)

$$DN = \frac{DM \text{ suatu spesies}}{\text{Jumlah } DM \text{ semua spesies}} \times 100\%$$

➤ Frekuensi Mutlak (FM)

FM adalah jumlah kemunculan gulma tertentu pada setiap ulangan.

➤ Frekuensi Nisbi (FN)

$$FN = \frac{FM \text{ Spesies gulma tertentu}}{\text{Total } FM \text{ Spesies gulma}} \times 100\%$$

➤ Nilai Penting

Nilai Penting = Dominan Nisbi (DN) + Frekuensi Nisbi (FN)

➤ *Summed Dominance Ratio* (SDR)

$$SDR = \frac{\text{Nilai penting Jumlah}}{\text{peubah Nisbi}} = \frac{NP}{2}$$

### 3.5.5 Koefisien Komunitas (C)

Perubahan komposisi gulma dapat diketahui melalui perhitungan koefisien komunitas. Besarnya nilai koefisien komunitas didapatkan dari membandingkan komposisi gulma yang terdapat pada petak perlakuan herbisida dengan petak perlakuan kontrol pada 4, 8, dan 12 MSA.

Koefisien komunitas dihitung dengan rumus berdasarkan Tjitrosoedirdjo dkk. (1984):

$$C = \frac{2W}{a+b} \times 100\%$$

Keterangan rumus :

C = Koefisien komunitas gulma

W = Jumlah nilai SDR terendah dari masing-masing komunitas yang dibandingkan

a = Jumlah dari seluruh SDR komunitas A

b = Jumlah dari seluruh SDR komunitas B

Nilai koefisien komunitas (C) menunjukkan kesamaan komposisi gulma antar perlakuan yang dibandingkan. Suatu area dinyatakan memiliki kesamaan apabila nilai dari koefisien komunitas (C) diatas 75%. Apabila nilai koefisien komunitas < 75% berarti terjadi perubahan komunitas gulma dari kondisi sebelum dikendalikan.

### **3.6 Pengamatan Kelapa Sawit**

Pengamatan yang dilakukan yaitu tingkat keracunan atau fitotoksisitas tanaman kelapa sawit.

#### **3.6.1 Jumlah Contoh**

Semua tanaman kelapa sawit dalam satuan petak perlakuan untuk pengamatan fitotoksisitas.

#### **3.6.2 Fitotoksisitas**

Tingkat keracunan dinilai secara visual terhadap semua tanaman kelapa sawit untuk percobaan dalam satuan petak perlakuan, diamati pada saat 4, 8 dan 12 minggu setelah aplikasi (Gambar 4). Menurut Direktur Pupuk dan Pestisida

(2012) penilaian fitotoksisitas tanaman dapat dilakukan dengan sistem skoring tingkat keracunan sebagai berikut:

- 0 = Tidak ada keracunan, 0 – 5 % bentuk dan atau warna daun dan atau pertumbuhan tanaman kelapa sawit tidak normal.
- 1 = Keracunan ringan, >5 – 20 % bentuk dan atau warna daun dan atau pertumbuhan tanaman kelapa sawit tidak normal.
- 2 = Keracunan sedang, >20 – 50 % bentuk dan atau warna daun dan atau pertumbuhan tanaman kelapa sawit tidak normal.
- 3 = Keracunan berat, >50 – 75 % bentuk dan atau warna daun dan atau pertumbuhan tanaman kelapa sawit tidak normal.
- 4 = Keracunan sangat berat, >75 % bentuk dan atau warna daun dan atau pertumbuhan tanaman kelapa sawit tidak normal.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Herbisida campuran dicamba 60 g/l + IPA glifosat 250 g/l dengan dosis dicamba (135; 180; 225; dan 270 g/ha) + IPA glifosat (562,5; 750; 937,5; dan 1125 g/ha) efektif mengendalikan gulma total, gulma dominan *Asystasia gangetica*, *Synedrella nodiflora*, *Axonopus compressus*, *Paspalum conjugatum*, dan *Ottochloa nodosa* hingga 12 MSA.
2. Herbisida campuran dicamba 60 g/l + IPA glifosat 250 g/l dengan dosis dicamba (135; 180; 225; dan 270 g/ha) + IPA glifosat (562,5; 750; 937,5; dan 1125 g/ha) tidak menyebabkan perubahan komposisi gulma pada perkebunan kelapa sawit TM.
3. Aplikasi herbisida campuran dicamba 60 g/l + IPA glifosat 250 g/l tidak menimbulkan fitotoksisitas pada tanaman kelapa sawit TM.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pengendalian gulma pada perkebunan kelapa sawit tanaman menghasilkan (TM) dapat menggunakan herbisida campuran dicamba dosis 135 g/ha + IPA glifosat 562,5 g/ha.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N., Sembodo, D.R.J. dan Sugiatno, S. 2014. Efikasi herbisida aminopirialid+ glifosat terhadap gulma pada lahan tanaman karet (*Hevea Brasiliensis* [Muell.] Arg) Menghasilkan. *Jurnal Agrotek Tropika*, 2(3): 389 – 393.
- Andini, F. D., Pujisiswanto, H., Susanto, H., Sriyani, N., dan Sembodo, D. R. 2022. Uji sifat campuran herbisida 2,4-d dimetil amina dan isopropilamina glifosat terhadap gulma *Cyperus kyllingia*, *Borreria alata*, dan *Axonopus compressus*. *Jurnal Agrotek Tropika*, 10(4): 645-650.
- Apriadi, Sembodo, D.R.J., dan Susanto, H. 2013. Efikasi herbisida 2,4-D terhadap gulma pada budidaya tanaman padi sawah (*Oryza Sativa* L.). *J.Agrotek Tropika*, 10 (2): 79-84.
- Ashton, F.M. and Monaco, T.J. 1991. *Weed Science, Principles and Practices* (Third Edition). John Wiley and Sons. New York.
- Barus, E. 2003. *Pengendalian Gulma di Perkebunan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Borggard, O.K and Gimsing, A.L. 2008. Review fate of glyphosate in soil and the possibility of leaching to ground and surface waters: a review. *Pest Management Science*, 64(1): 441-456.
- Busi, R, Gaines, TA, and Powles, S. 2017. Phorate can reverse P450 metabolism-based herbicide resistance in *lolium rigidum*. *Pest Manag Sci*, 73(2):410-7.
- Bunch, T.R. and Gervais, J.A. 2012. *Dicamba Technical Fact Sheet*. National Pesticide Information Center. Oregon State University Extension Services.
- Byker, H.P., Soltani, N., Robinson, D.E., Tardif, F.J., Lawton, M.B., and Sikkema, P.H. 2013. Control of glyphosate-resistant horseweed (*Conyza canadensis*) with dicamba applied preplant and postemergence in dicamba resistant soybean. *Weed Technol*, 27: 492–496.
- Comfort, S.D., Inskeep, W.P., and Macur, R.E. 1992. Degradation and transport of dicamba in a clay soil. *Journal of Environmental Quality*, 21(1): 653 – 658.

- Direktorat Jenderal Perkebunan. *Statistical of National Leading Estate Crops Commodity*. 2022. Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Direktorat Pupuk dan Pestisida. 2012. *Metode Standar Pengujian Efikasi Herbisida*. Direktorat Sarana dan Prasarana Pertanian. Jakarta.
- Edwards. 2006. *Reregistration Eligibility Decision (RED) Document for Dicamba and Associated Salts*. EPA. US.
- Egan, J.F. and Mortensen, D. A. 2012. Quantifying vapor drift of dicamba herbicides applied to soybean. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 31(5): 1023 – 1031.
- FAO. 2000. *Glyphosaten-(phosphonomethyl) glycine*. Food and agriculture organization of the united nations.
- Faria, R.R., Neto, L.R., Guerra, R.F., Fereira, M.F., Oliviera, G.S., and Franea, E.F. 2018. Parameters for glyphosate in opsls-aa force field. *Molecular Simulation*, 44 (1): 1 – 7.
- Guntoro, D., dan Fitri, TY. 2013. Aktivitas herbisida campuran bahan aktif cyhalofop-butyl dan penoxsulam terhadap beberapa jenis gulma padi sawah. *Bul. Agrohorti*, 1(1): 140-148.
- Hager, A. and Sprague, C. 2000. *Weed Resistance to Herbicides*. Department of Crop Science. Illinois Agricultural Pest Management Handbook.
- Kah, M., Beulke, S., and Brown, C. D. 2007. Factors influencing degradation of pesticides in soil. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 55(1): 4487 – 4492.
- Kurniadie, D., Umiyati, U., dan Shabirah, S. 2019. Pengaruh campuran herbisida berbahan aktif atrazin 500 g/L dan mesotrion 50 g/L terhadap gulma dominan pada tumbuhan jagung (*Zea mays* L.). *Kultivasi*, 18(2), 912-918.
- Kusuma, N.A. dan Suryani, T. 2017. Eksplorasi tumbuhan obat di kawasan hutan alam girimanik setren kecamatan slogohimo wonogiri. In *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Enviromental, and Learning*, 14(1): 88-92.
- Krueger, J.P., Butz, R.G., and Cork, D. J. 1991. Aerobic and anaerobic soil metabolism of dicamba. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 39(1): 995 – 999.
- Mangoensoekarjo dan Semangun. 2008. *Manajemen Agrobisnis Kelapa Sawit*. Universitas Gadjah Mada Press. Yogyakarta.

- Menasseri, S., Koskinen, W.C., and Yen, P.Y. 2004. Sorption of aged dicamba residues in soil. *Pest Manag Sci*, 60(3): 297 – 304.
- Meyer, C. J., Norsworthy, J. K., and Kruger, G. R. 2021. Antagonism in mixtures of glufosinate + glyphosate and glufosinate + clethodim on grasses. *Weed Technol*, 35(1):12-21.
- Mouazen, A. M., Kuang, B., De Baerdemaeker, J., and Ramon, H. 2010. Comparison among principal component, partial least squares and back propagation neural network analyses for accuracy of measurement of selected soil properties with visible and near infrared spectroscopy. *Geoderma*, 158(1): 23–31.
- Mukarromah L. dan Sembodo D.R.J. 2014. Efikasi herbisida glifosat terhadap gulma di lahan tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Agrotek Tropika*, 2(3): 369–374.
- Norsworthy, JK., Rutledge, JS., Talbert, RE., and Hoagland, RE. 1999. Agrichemical interactions with propanil on propanil-resistant barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*). *Weed Technol*, 13(2): 296 – 302.
- Lubis, R. dan Widanarko, A. 2011. *Buku Pintar Kelapa Sawit*. PT Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Oktavia, K., Pujiswato, H., Evizal, R., dan Susanto, H. 2019. Pengaruh aplikasi glifosat terhadap efikasi dan komposisi gulma pertumbuhan kelapa sawit tumbuhan menghasilkan muda. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, 7(1): 8-10.
- Pahan, I. 2008. *Panduan Lengkap Kelapa Sawit: Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Perkins, CM., Mueller, TC., and Steckel, LE. 2021. Junglerice control with glyphosate and clethodim as influenced by dicamba and 2,4-D mixtures. *Weed Technol*, 35(3): 419 – 25.
- Pribadi, A. 2023. Pengaruh beberapa tipe pengendalian gulma pada perubahan struktur vegetasi tumbuhan bawah di perkebunan jabon (*Neolamarckia cadamba* (Roxb.) Bosser.). *Bioma*, 19(1): 13 – 24.
- Rahim, A., Murti Laksono, A., dan Adi wena Muh. 2022. *Teknologi Pengendalian Gulma*. Syiah Kuala University Press. Banda Aceh
- Rana, S.S., dan Rana, M.C. 2015. *Advances in weed management*. Department of agronomy, college of agriculture, CSK himachal pradesh krishi vishwavidyalaya. Palampur.
- Riadi, M. 2011. *Herbisida dan Aplikasinya*. Jurusan Budidaya Pertanian. Fakultas Pertanian Universitas Hasanudin.

- Rianti N., Salbiah D., dan Khoiri M.A. 2015. Pengendalian gulma pada kebun kelapa sawit (*elaeis guineensis* jacq.) K2i dan kebun masyarakat di desa bangko kiri kecamatan bangkopusako kabupaten rokan hilir provinsi riau. *Jom Faperta*, 2(1): 1 – 14.
- Rutz, R. 1997. *A History of the Listing of Pesticides as Restricted Materials in California*. California Department of Pesticide Regulation. Sacramento.
- Sankaran. 2015. Mikania micrantha mile-a-minute weed. The asia-pacific forest invasive species network (APFISN). *India*, 9 (4): 10 – 19.
- Santos, R.F., Nunes, B.M., Sá, R.D., Soares, L.A.L., and Randau, K.P. 2016. Morpho- anatomical study of *Ageratum conyzoides*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 26(1): 679 – 687.
- Sarjono, B. Y., dan Zaman, S. 2017. Pengendalian gulma pada perkebunan kelapa sawit (*elaeis guineensis* jacq.) di kebun bangun koling. *Buletin Agrohorti*, 5(3): 384 – 391.
- Sembodo, D.R.J. 2010. *Gulma dan Pengelolaannya*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Sembodo, D. R. J. 2010. Efikasi herbisida parakuat untuk pengendalian gulma pada budidaya kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) tumbuhan belum menghasilkan. *Jurnal Agrotek Tropika*, 8(2): 355 – 364.
- Setyamidjaja, D. 2006. *Seni Budi Daya, Kelapa Sawit*. Kanisius. Yogyakarta..
- Steenis V. 2005. *Flora untuk Sekolah di Indonesia*. PT Pradya Paramita, Jakarta.
- Strachan, S., Casini, M., Heldreth, K., Scocas, J., Nissen, S., Bukun, B., Lindenmayer, R. B., Shaner, D., Westra, P., and Brunk, G. 2010. Vapor movement of synthetic auxin herbicides: aminocyclopyrachlor, aminocyclopyrachlor-methyl ester, dicamba, and aminopyralid. *Weed Science*, 58(1): 103 – 108.
- Sunarko. 2007. *Petunjuk Praktis Budidaya Kelapa Sawit dan Pengolahan Kelapa Sawit*. AgroMedia Pustaka. Jakarta Selatan.
- Sonya, I.P., Purba, E., dan Rahmawati, N. 2018. Pengendalian rumput belulang (*eleusine indica* l.) dengan berbagai herbisida pada tumbuhan karet belum menghasilkan di kebun rambutan ptpn 3. *J. Agroekoteknologi*, 6(1): 180 – 186.
- Tillo, S.K., Pande, V.B., Rasala, T.M., and Kale, V.V. 2012. *Asystasia gangetica* : review on multipotential application. *International Research Journal of Pharmacy*, 3(7): 18 – 20.

- Tomlin, C.D.S. 2010. *A world compendium the pesticides manual. Fifteen ed.* British Crop Protection Council. English.
- Tjitrosoedirjo, S. dan E. Purba. 2006. Integrated weed management in oil palm plantations to support sustainable palm oil production. *Paper presented at Roundtable-4, RSPO*. Singapore.
- Tjitrosoedirdjo, S., Utomo, IH., dan Wiroatmodjo, J. 1984. *Pengelolaan Gulma Di Perkebunan*. Gramedia. Jakarta.
- Umiyati, U. 2005. Sinergisme campuran herbisida klorometiluron dan metribuzin terhadap gulma. *Jurnal Agrijati*, 1(1): 216 – 219.
- Umiyati dan Denny. 2018. Pengendalian gulma umum dengan herbisida campuran (amonium glufosinat 150 g/l dan metil metsulfuron 5 g/l) pada tumbuhan kelapa sawit tbm. *J. Pen. Kelapa Sawit*, 26(1): 29 – 35.
- Williams, Phillip, L., James, Robert, C., and Roberts, Stephen, M. 2000. *Principles Of Toxicology*. A wiley Interscience Publication. New York.
- Yaman W., Susanto H., Sugiarno., dan Puji Siswanto H. 2021. Efikasi herbisida isopropilamina glifosat 240 g l<sup>-1</sup> terhadap pertumbuhan gulma di perkebunan kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) tumbuhan menghasilkan. *Jurnal Kelitbangan*, 9(2): 189 – 206.
- Zhang, H., Carmel, Holger, T., Zionsville, Mei Li, Westfield, Lei L., Stephen L. Wilson, Kuide Q., Westfield, and David G. Ouse. 2010. Herbicidal concentrate compositions containing glyphosate and dicamba salts. *United States Patent Application Publication*, 12(822): 1 – 9.
- Zimdhal, RL. 2007. *Fundamentals of Weed Science. 3rd ed.* Academic Press, Inc. San Diego, CA.