

**EFIKASI DAN UJI SIFAT CAMPURAN HERBISIDA INDAZIFLAM DAN
ISOPROPILAMINA GLIFOSAT TERHADAP GULMA *Ageratum
conyzoides*, *Digitaria ciliaris*, DAN *Cyperus kyllingia***

(Skripsi)

Oleh

**ASHABILLA WARDATUNNISA
NPM 2114161005**



**UNIVERSITAS LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

EFIKASI DAN UJI SIFAT CAMPURAN HERBISIDA INDAZIFLAM DAN ISOPROPILAMINA GLIFOSAT TERHADAP GULMA *Ageratum conyzoides*, *Digitaria ciliaris*, DAN *Cyperus kyllingia*

Oleh

ASHABILLA WARDATUNNISA

Pencampuran herbisida bertujuan untuk meningkatkan efektivitas herbisida, memperluas jangkauan jenis gulma yang dapat dikendalikan, dan mengurangi terjadinya resistensi. Interaksi antar bahan aktif dalam campuran herbisida dapat bersifat aditif, sinergis, maupun antagonis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efikasi herbisida tunggal indaziflam, IPA glifosat, dan campurannya serta mengetahui sifat campuran herbisida indaziflam dan IPA glifosat terhadap gulma *Ageratum conyzoides*, *Digitaria ciliaris*, dan *Cyperus kyllingia*. Penelitian ini dilakukan di Rumah Plastik, Natar, Lampung Selatan dari bulan April sampai Juni 2025 yang disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktor tunggal. Perlakuan terdiri dari tiga jenis herbisida dengan enam tingkat dosis bahan aktif yaitu herbisida tunggal indaziflam (0; 0,5; 1; 2; 4; 8 g.ha⁻¹), IPA glifosat (0; 60,75; 121,5; 243; 486; 972 g.ha⁻¹), dan campuran indaziflam+IPA glifosat (0; 61,25; 122,5; 245; 490; 980 g.ha⁻¹). Herbisida yang dipilih dilihat dari mekanisme kerja yang berbeda, sehingga sifat campurannya dapat dianalisis dengan metode *Multiplicative Survival Model* (MSM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) herbisida tunggal indaziflam efektif pada gulma *Digitaria ciliaris* (1–8 g/ha) dan *Cyperus kyllingia* (2–8 g/ha), herbisida tunggal IPA glifosat efektif pada ketiga jenis gulma (243–972 g/ha), dan herbisida campuran indaziflam+IPA glifosat efektif pada gulma *Ageratum conyzoides* dan *Cyperus kyllingia* (245–980 g/ha), serta *Digitaria ciliaris* (122,5–980 g/ha); (2) campuran kedua herbisida tersebut bersifat sinergis dengan nilai LD₅₀ harapan sebesar 525,46 g/ha dan nilai LD₅₀ perlakuan 475,70g/ha, sehingga nilai ko-toksitas sebesar 1,10 (>1).

Kata kunci: indaziflam, IPA glifosat, herbisida campuran, *Multiplicative Survival Model*, LD₅₀

ABSTRACT

EFFICACY AND THE MIXTURE CHARACTERISTIC TEST OF HERBICIDE MIXTURES OF INDAZIFLAM AND ISOPROPYLAMINE GLYPHOSATE AGAINST WEEDS *Ageratum conyzoides*, *Digitaria ciliaris*, AND *Cyperus kyllingia*

By

ASHABILLA WARDATUNNISA

Mixing herbicides aims to enhance herbicide effectiveness, broaden the range of weed species that can be controlled, and reduce the occurrence of resistance. Interactions between active ingredients in herbicide mixtures can be additive, synergistic, or antagonistic. This study aimed to determine the efficacy of single herbicides and their mixture, as well as to identify the interaction characteristics of indaziflam and glyphosate IPA combination against *Ageratum conyzoides*, *Digitaria ciliaris*, and *Cyperus kyllingia* weeds. The experiment was conducted in a plastic house, Natar, South Lampung, from April to June 2025, using a single-factor Randomized Block Design (RBD). The treatments consisted of three types of herbicides with six levels of active ingredient doses single indaziflam (0; 0.5; 1; 2; 4; 8 g/ha), glyphosate IPA (0; 60.75; 121.5; 243; 486; 972 g/ha), and the mixture herbicides (0; 61.25; 122.5; 245; 490; 980 g/ha). The herbicides were selected based on their different modes of action, allowing the interaction effects to be analyzed using the Multiplicative Survival Model (MSM) method. The results showed that (1) the single herbicide indaziflam was effective against *Digitaria ciliaris* (1–8 g/ha) and *Cyperus kyllingia* (2–8 g/ha); the single herbicide glyphosate IPA was effective against all three weeds species (243–972 g/ha); and the mixture herbicide was effective against *Ageratum conyzoides* and *Cyperus kyllingia* (245–980 g/ha), and *Digitaria ciliaris* (122.5–980 g/ha); (2) the combination of the two herbicides exhibited a synergistic effect, with an expected LD₅₀ value of 525.46 g/ha and an observed LD₅₀ value of 475.70 g/ha, resulting in a co-toxicity value of 1.10 (>1).

Keywords: indaziflam, glyphosate IPA, herbicide mixture, Multiplicative Survival Model, LD₅₀

**EFIKASI DAN UJI SIFAT CAMPURAN HERBISIDA INDAZIFLAM DAN
ISOPROPILAMINA GLIFOSAT TERHADAP GULMA *Ageratum
conyzoides*, *Digitaria ciliaris*, DAN *Cyperus kyllingia***

Oleh

ASHABILLA WARDATUNNISA

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
2025**

Judul Skripsi : EFIKASI DAN UJI SIFAT CAMPURAN
HERBISIDA INDAZIFLAM DAN
ISOPROPILAMINA GLIFOSAT TERHADAP
GULMA *Ageratum conyzoides*, *Digitaria ciliaris*,
DAN *Cyperus kyllingia*

Nama Mahasiswa : Ashabilla Wardatunnisa

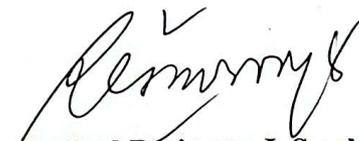
Nomor Pokok Mahasiswa : 2114161005

Jurusan : Agronomi dan Hortikultura

Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Ir. Dad Resiworo J. Sembodo, M.S.
NIP 196204221986031001



Dr. Hidayat Pujiswanto, S.P., M.P.
NIP 197512172005011004

2. Ketua Jurusan Agronomi dan Hortikultura

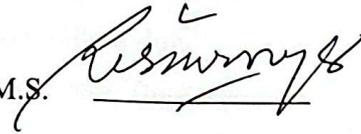


Prof. Ir. Maria Viva Rini, M.Agr.Sc., Ph.D.
NIP 196603041990122001

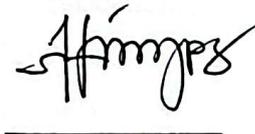
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Ir. Dad Resiworo J. Sembodo, M.S.



Sekretaris : Dr. Hidayat Puji Siswanto, S.P., M.P.



Penguji
Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Nanik Sriyani, M.Sc.



2. Dekan Fakultas Pertanian



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 26 Juni 2025

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **"Efikasi dan Uji Sifat Campuran Herbisida Indaziflam dan Isopropilamina Glifosat terhadap Gulma *Ageratum conyzoides*, *Digitaria ciliaris*, dan *Cyperus kyllingia*"** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari skripsi ini meruakan hasil salinan atau dibuat oleh oranglain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 26 September 2025



Ashabilla Wardatunnisa
NPM 2114161005

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Cilegon, Provinsi Banten pada tanggal 05 Mei 2003 dari pasangan Bapak Ahmad Yani dan Ibu Waydah sebagai anak ketiga dari tiga bersaudara. Penulis mengawali pendidikan formal di Taman Kanak-kanak (TK) PGRI Kuta Dalam, Kecamatan Way Lima, Pesawaran pada tahun 2008-2009, kemudian melanjutkan pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SD N 1 Way Harong, Kecamatan Way Lima, Pesawaran pada tahun 2009-2015. Pendidikan selanjutnya penulis tempuh di MTs N 1 Pesawaran pada tahun 2015-2018. Selanjutnya penulis menempuh pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA N 1 Gadingrejo pada tahun 2018-2021.

Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2021 melalui jalur SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri). Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam kegiatan akademik dan organisasi. Pada kegiatan akademik penulis pernah berkesempatan menjadi asisten praktikum mata kuliah Dasar-dasar Perlindungan Tanaman (DDPT) pada semester ganjil 2023/2024 dan Ilmu dan Teknik Pengendalian Gulma (ITPG) pada semester genap 2024/2025. Penulis juga aktif di organisasi Himpunan Mahasiswa Agronomi dan Hortikultura (HIMAGRHO) sebagai anggota bidang Hubungan Masyarakat pada periode 2023/2024 dan sebagai Bendahara Bidang Hubungan Masyarakat pada periode 2024/2025.

Sebagai wujud pengabdian kepada masyarakat, penulis melaksanakan program Kuliah Kerja Nyata (KKN) Periode I pada bulan Januari sampai Februari 2024 di Desa Jatibaru, Kecamatan Tanjung Bintang, Lampung Selatan. Pada bulan Juli

sampai Agustus 2024, penulis melaksanakan kegiatan Praktik Umum (PU) di PT Perkebunan Nusantara I Regional II Kebun Teh Ciater, Subang, Jawa Barat dengan judul topik "Pemangkasan pada Tanaman Teh (*Camellia sinensis* L.) di PT Perkebunan Nusantara I Regional II Kebun Teh Ciater, Subang, Jawa Barat".

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang penulis persembahkan untuk:

Orangtua Penulis
Ibu Waydah, Alm. Bapak Ahmad Yani, dan Bapak Said Zahri

Kakak Penulis
Rizki Okta Puri dan Restu Dwiyantama

Sebagai bentuk terima kasih dari penulis karena telah memberikan kasih sayang, dukungan, nasihat, serta doa yang selalu dipanjatkan untuk penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini

Serta almamater tercinta
Jurusan Agronomi dan Hortikultura
Fakultas Pertanian
Universitas Lampung

“Maka bersabarlah, sesungguhnya janji Allah itu benar dan janganlah orang-orang yang tidak yakin meremehkan (janji-Nya)”
(QS. Ar-Rum: 60)

”and if you never bleed, you’re never gonna grow”
(Taylor Swift)

“long story short, I survived”
(Taylor Swift)

SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT dengan mengucapkan Alhamdulillah rabbil'alamin, segala puji bagi Allah, Tuhan semesta alam. Shalawat serta salam semoga tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW. Hanya dengan kehendak dan pertolongan-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul "Efikasi dan Uji Sifat Campuran Herbisida Indaziflam dan Isopropilamina Glifosat Gulma *Ageratum conyzoides*, *Digitaria ciliaris*, dan *Cyperus kyllingia*" sebagai salah satu syarat mencapai gelar sarjana Pertanian di Universitas Lampung.

Penyelesaian skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi selama proses penyusunan. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
2. Bapak Ir. Dad Resiworo Jekti Sembodo, M.S., selaku Dosen Pembimbing I atas kesabaran dan kesediaannya meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, saran, nasihat, serta motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Hidayat Pujisiswanto, S.P., M.P., selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan, masukan, serta motivasi yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Nanik Sriyani, M.Sc., selaku Dosen Penguji atas segala saran, kritik, dan arahan yang membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

5. Ibu Prof. Ir. Maria Viva Rini, M.Agr.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung
6. Bapak Purba Sanjaya, S.P., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan selama penulis menempuh pendidikan di Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
7. Teristimewa dan tak terhingga penulis sampaikan kepada keluarga penulis yang selalu mendampingi, mendoakan, dan memberi dukungan dengan penuh cinta dan kesabaran di setiap perjalanan hidup penulis.
8. Sahabat penulis selama perkuliahan, Dwi Cahyani, Nova Rosita Aryanti, Fatima Salshabilla, Wafiqah Ambari dan Dyas Kinanti yang telah membersamai dan membantu penulis selama menempuh pendidikan di Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
9. Teman-teman penelitian gulma 2021, Dwi Cahyani, Wafiqah Ambari, Destiana Veranti, Dielvi Gustrie Sabila, Adinda Nurhaliza, Rauf Aprilian, Derby Rosadi, dan Erdaffa Prayoga atas bantuan dan kerjasamanya.
10. Seluruh pihak terkait yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah terlibat dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa membalas segala kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Penulis juga menyadari bahwa skripsi masih jauh dari kesempurnaan. Namun, besar harapan penulis bahwa skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca secara umum, serta bagi penulis secara khusus.

Bandar Lampung, 26 September 2025

Penulis

Ashabilla Wardatunnisa

DAFTAR ISI

	Halaman
PERSEMBAHAN.....	i
SANWACANA.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Landasan Teori	5
1.5. Kerangka Pemikiran	9
1.6. Hipotesis.....	10
II. TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1. Gulma	11
2.1.1. <i>Ageratum conyzoides</i>	11
2.1.2. <i>Digitaria ciliaris</i>	13
2.1.3. <i>Cyperus kyllingia</i>	14
2.2. Herbisida dan Klasifikasinya.....	15
2.3. Indaziflam.....	16
2.4. Isopropilamina Glifosat.....	17
2.5. Pencampuran Herbisida.....	18

III. METODOLOGI PENELITIAN.....	20
3.1. Tempat dan Waktu	20
3.2. Alat dan Bahan	20
3.3. Metode Penelitian.....	20
3.4. Pelaksanaan Penelitian	22
3.4.1. Penetapan Gulma Sasaran	22
3.4.2. Tata Letak Percobaan	22
3.4.3. Persiapan Media Tanam	22
3.4.4. Penanaman Gulma.....	23
3.4.5. Pemeliharaan Gulma	23
3.4.6. Pengelompokkan Gulma	23
3.4.7. Aplikasi Herbisida	25
3.4.8. Pengamatan	26
3.4.8.1. Tingkat Keracunan Gulma	26
3.4.9. Pemanenan	26
3.4.9.1. Bobot Kering Gulma.....	27
3.5. Analisis Data.....	27
3.5.1. Analisis Sifat Campuran Herbisida	27
3.5.1.1. Menghitung Nilai LD ₅₀ Perlakuan.....	28
3.5.1.2. Menghitung Nilai LD ₅₀ Harapan	29
3.5.1.3. Menghitung Ko-toksisitas LD ₅₀	30
3.5.2. Efikasi Herbisida	30
3.6. Jadwal Penelitian	31
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1. Hasil.....	32
4.1.1. Bobot Kering Gulma	32
4.1.2. Persen Kerusakan	38
4.1.3. Gejala Keracunan	41
4.1.4. Sifat Campuran Herbisida	47
4.1.4.1. Nilai Probit.....	47
4.1.4.2. Nilai LD ₅₀	48
4.1.4.3. Model MSM (<i>Multiplicative Survival Model</i>).....	48

4.2. Pembahasan.....	50
4.2.1. Bobot Kering Gulma	50
4.2.2. Persen Kerusakan	52
4.2.3. Gejala Keracunan	53
4.2.4. Sifat Campuran Herbisida	54
V. KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1. Kesimpulan.....	55
5.2. Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA.....	56
LAMPIRAN.....	60
Tabel 8-66.....	61
Gambar 14-16.....	73

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perlakuan yang diuji	21
2. Jadwal penelitian.....	31
3. Bobot kering gulma <i>Ageratum conyzoides</i> akibat herbisida indaziflam, IPA glifosat, dan campurannya	33
4. Bobot kering gulma <i>Digitaria ciliaris</i> akibat herbisida indaziflam, IPA glifosat, dan campurannya	35
5. Bobot kering gulma <i>Cyperus kyllingia</i> akibat herbisida indaziflam, IPA glifosat, dan campurannya	37
6. Nilai log dosis dan nilai probit perlakuan herbisida tunggal indaziflam, IPA glifosat, dan campurannya	47
7. Persamaan regresi probit dan nilai LD ₅₀ perlakuan.....	48
8. Bobot kering gulma <i>Ageratum conyzoides</i> akibat herbisida indaziflam, IPA glifosat, dan campurannya	61
9. Hasil uji homogenitas bobot kering gulma <i>Ageratum conyzoides</i> akibat herbisida indaziflam, IPA glifosat, dan campurannya.....	62
10. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Ageratum conyzoides</i> akibat herbisida indaziflam, IPA glifosat, dan campurannya	62
11. Bobot kering gulma <i>Digitaria ciliaris</i> akibat herbisida indaziflam, IPA glifosat, dan campurannya	63
12. Hasil uji homogenitas bobot kering gulma <i>Digitaria ciliaris</i> akibat herbisida indaziflam, IPA glifosat, dan campurannya.....	64
13. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Digitaria ciliaris</i> akibat herbisida indaziflam, IPA glifosat, dan campurannya	64

14. Bobot kering gulma <i>Digitaria ciliaris</i> akibat herbisida indaziflam, IPA glifosat, dan campurannya	65
15. Hasil uji homogenitas bobot kering gulma <i>Digitaria ciliaris</i> akibat herbisida indaziflam, IPA glifosat, dan campurannya.....	66
16. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Digitaria ciliaris</i> akibat herbisida indaziflam, IPA glifosat, dan campurannya	66
17. Hasil uji homogenitas bobot kering rata-rata semua gulma akibat herbisida indaziflam, IPA glifosat, dan campurannya	67
18. Analisis ragam bobot kering rata-rata semua gulma akibat herbisida indaziflam, IPA glifosat, dan campurannya	67
19. Persen kerusakan gulma <i>Ageratum conyzoides</i> akibat herbisida indaziflam, IPA glifosat, dan campurannya	68
20. Persen kerusakan gulma <i>Digitaria ciliaris</i> akibat herbisida indaziflam, IPA glifosat, dan campurannya	69
21. Persen kerusakan gulma <i>Cyperus kyllingia</i> akibat herbisida indaziflam, IPA glifosat, dan campurannya	70
22. Rata-rata persen kerusakan semua gulma akibat herbisida indaziflam, IPA glifosat, dan campurannya	71
23. Nilai probit persen kerusakan semua gulma akibat herbisida indaziflam, IPA glifosat, dan campurannya	72
24. Nilai log dosis dan nilai probit herbisida tunggal indaziflam	73
25. Nilai log dosis dan nilai probit herbisida tunggal IPA glifosat	74
26. Nilai log dosis dan nilai probit herbisida campuran (indaziflam+IPA glifosat)	75
27. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 1-11	77
28. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 12-22	78
29. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 23-33	79
30. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 34-44	80
31. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 45-55	81
32. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 56-66	82

33. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 67-77	83
34. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 78-88	84
35. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 89-99	85
36. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 100-110	86
37. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 111-121	87
38. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 122-132	88
39. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 133-143	89
40. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 144-154	90
41. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 155-165	91
42. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 166-176	92
43. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 177-187	93
44. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 188-198	94
45. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 199-209	95
46. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 210-220	96
47. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 221-231	97
48. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 232-242	98
49. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 243-253	99
50. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 254-264	100
51. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 265-275	101
52. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 276-286	102
53. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 287-297	103
54. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 298-308	104
55. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 309-319	105
56. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 320-330	106

57. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 331-341	107
58. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 342-352	108
59. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 353-363	109
60. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 364-374	110
61. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 375-385	111
62. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 386-396	112
63. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 397-407	113
64. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 408-418	114
65. Perhitungan LD ₅₀ harapan log dosis 419-429	115
66. Transformasi persen probit.....	116

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Ageratum conyzoides</i>	12
2. <i>Digitaria ciliaris</i>	13
3. <i>Cyperus kyllingia</i>	14
4. Struktur kimia indaziflam ($C_{16}H_{20}FN_5$)	17
5. Struktur kimia glifosat ($C_3H_8NO_5P$)	18
6. Tata letak percobaan.....	24
7. Cara aplikasi herbisida di petak seluas 2 m×5 m	25
8. Pengaruh herbisida indaziflam, IPA glifosat, dan campurannya terhadap persen kerusakan gulma <i>Ageratum Conyzoides</i> pada 14 HSA	39
9. Pengaruh herbisida indaziflam, IPA glifosat, dan campurannya terhadap persen kerusakan gulma <i>Digitaria ciliaris</i> pada 14 HSA	40
10. Pengaruh herbisida indaziflam, IPA glifosat, dan campurannya terhadap persen kerusakan gulma <i>Cyperus kyllingia</i> pada 14 HSA	41
11. Pengaruh herbisida indaziflam, IPA glifosat, dan campurannya terhadap gulma <i>Ageratum conyzoides</i> pada 14 HSA.....	44
12. Pengaruh herbisida indaziflam, IPA glifosat, dan campurannya terhadap gulma <i>Digitaria ciliaris</i> pada 14 HSA.....	45
13. Pengaruh herbisida indaziflam, IPA glifosat, dan campurannya terhadap gulma <i>Cyperus kyllingia</i> pada 14 HSA.....	46
14. Kurva persamaan regresi linier herbisida indaziflam	73
15. Kurva persamaan regresi linier herbisida IPA glifosat.....	74

16. Kurva persamaan regresi linear herbisida campuran (indaziflam+ IPA glifosat)	75
---	----

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan yang terjadi dalam bidang pertanian tak lepas dari keberadaan gulma yang sering kali menjadi hambatan utama bagi para petani. Gulma merupakan tumbuhan yang merugikan atau mengganggu kepentingan manusia dari berbagai aspek yaitu estetika, ekonomi, kesehatan, dan lingkungan sehingga manusia berusaha untuk mengendalikannya (Sembodo, 2010). Tak hanya bersaing dengan tanaman budidaya dalam memperebutkan nutrisi, air, ruang tumbuh, dan cahaya, gulma juga menghasilkan senyawa alelopati yang dapat menekan pertumbuhan tanaman utama sehingga dapat membuat kualitas dan kuantitas hasil panen menurun (Haq dkk., 2022). Oleh karena itu, pengendalian gulma menjadi salah satu aspek yang sangat penting dalam budidaya tanaman untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil pertanian. Tanpa pengendalian gulma yang tepat, keberadaan gulma dapat berdampak buruk pada keberlanjutan usaha pertanian dan kesejahteraan petani.

Pengendalian gulma merupakan upaya untuk menekan pertumbuhan gulma hingga batas yang tidak menimbulkan gangguan terhadap tanaman (Umiyati dan Kurniadie, 2016). Terdapat berbagai macam metode yang dapat dilakukan dalam pengendalian gulma yaitu pengendalian secara preventif, mekanik/fisik, kultur teknis, hayati, kimia, dan terpadu. Dari berbagai macam metode pengendalian tersebut, penggunaan herbisida menjadi metode pengendalian gulma yang paling sering digunakan setelah pengendalian mekanis, baik dalam pertanian skala kecil maupun skala luas. Tingginya penggunaan herbisida disebabkan karena

pengendalian tersebut lebih efisien dalam segi waktu dan tenaga sehingga metode ini dianggap lebih menguntungkan secara ekonomi (Sriyani dkk., 2014).

Penggunaan herbisida umumnya dilakukan dengan menggunakan herbisida tunggal. Namun penggunaan herbisida tunggal memiliki beberapa kelemahan, salah satunya adalah keterbatasan dalam mengendalikan keberagaman jenis gulma. Banyaknya jenis gulma yang ada di lapang membuatnya sulit dikendalikan dengan satu jenis herbisida saja. Hal ini dikarenakan herbisida tunggal seringkali hanya mampu mengendalikan jenis gulma tertentu, sehingga memungkinkan jenis gulma lain tetap bertahan. Kelemahan lainnya yaitu penggunaan herbisida dengan satu bahan aktif yang sama secara terus menerus dan jangka panjang dapat menyebabkan gulma resistens dengan bahan aktif tersebut. Pernyataan ini sejalan dengan penelitian Tse-Seng dkk. (2005) yang mengungkapkan bahwa terjadinya resistensi gulma *Hedyotis verticillate* terhadap glifosat dan paraquat di Bukit Kapah disebabkan karena penggunaan herbisida tersebut dilakukan secara berulang selama tiga tahun berturut-turut. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi risiko resistensi adalah dengan mengkombinasi beberapa jenis herbisida dalam satu aplikasi. Kombinasi herbisida dapat dilakukan dengan mencampurkan dua atau lebih herbisida yang memiliki mekanisme kerja berbeda dan memiliki efikasi yang tinggi terhadap gulma sasaran dengan dosis bahan aktif yang lebih rendah dari yang direkomendasikan (Rambe dkk., 2024).

Perkembangan teknologi pencampuran herbisida dengan bahan aktif yang berbeda bertujuan untuk memperluas cakupan pengendalian gulma. Selain itu, hal tersebut diharapkan dapat memperlambat perkembangan resistensi gulma terhadap herbisida, menurunkan biaya produksi, serta mengurangi residu yang tertinggal dari herbisida (Guntoro dan Fitri, 2013). Proses pencampuran ini akan menciptakan interaksi antar herbisida. Ketika dua atau lebih bahan aktif herbisida terakumulasi di dalam tubuh gulma, keduanya akan berinteraksi dan menghasilkan respons yang berbeda dibandingkan saat masing-masing bahan aktif herbisida diberikan secara tunggal (Umiyati, 2005).

Interaksi antara herbisida yang dikombinasikan akan menghasilkan respons yang dapat bersifat sinergis, antagonis, atau aditif. Respons pencampuran dapat dikatakan sinergis jika penggunaan campuran herbisida dapat meningkatkan efektivitas pengendalian gulma sasaran daripada penggunaan herbisida tunggal. Sebaliknya, respons pencampuran dapat dikatakan antagonis jika efektivitas dari penggunaan campuran herbisida lebih rendah daripada penggunaan herbisida tunggal. Sedangkan respons pencampuran dapat bersifat aditif jika efektivitas penggunaan herbisida campuran setara dengan penggunaan herbisida tunggal (Adawiyah dkk., 2024).

Indaziflam merupakan bahan aktif herbisida yang belum lama dikembangkan. Bahan aktif ini berpotensi mengendalikan gulma golongan daun lebar dan rumput pada fase pratumbuh. Indaziflam bekerja dengan menghambat biosintesis selulosa yang sangat mempengaruhi pembentukan dinding sel tumbuhan. Indaziflam diaplikasikan langsung ke dalam tanah untuk menghambat perkecambahan biji gulma. Bahan aktif ini memiliki persistensi yang tinggi di dalam tanah dengan waktu lebih dari 150 hari, sehingga dapat mengendalikan gulma secara berkelanjutan (Shaner, 2014).

Sementara itu, isopropilamina glifosat merupakan bentuk garam dari herbisida glifosat dan bersifat pascatumbuh. Bahan aktif ini sudah lama dan banyak digunakan dalam mengendalikan berbagai jenis gulma. Mekanisme kerja dari bahan aktif ini yaitu menghambat enzim EPSPS (*5-enolpyruvini-shikimate-3-phosphate sintase*). Enzim tersebut sangat mempengaruhi pembentukan asam amino yang dibutuhkan gulma untuk terus tumbuh. Tanpa adanya enzim ini, gulma tidak dapat membuat protein sehingga membuat gulma tersebut menguning, kering, dan akhirnya mati (Shaner, 2014).

Indaziflam dan isopropilamina glifosat sering digunakan untuk pengendalian gulma di lahan perkebunan. Pencampuran kedua bahan aktif herbisida ini diharapkan dapat meningkatkan efikasi dalam pengendalian gulma. Hasil uji pencampuran herbisida indaziflam dan isopropilamina glifosat dalam penelitian

Sembodo dan Wati (2024) mengungkapkan bahwa pencampuran herbisida indaziflam dan isopropilamina glifosat memberikan respons yang bersifat sinergis. Pencampuran tersebut mampu meningkatkan efektivitas kerja dari masing-masing herbisida tunggal. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sifat campuran dan efikasinya dari kedua bahan aktif herbisida tersebut dengan dosis yang lebih rendah dengan metode MSM (*Multiplicative Survival Model*) karena keduanya memiliki mekanisme kerja yang berbeda.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan jawaban dari rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana efikasi herbisida tunggal indaziflam, herbisida tunggal isopropilamina glifosat, dan campurannya terhadap gulma *Ageratum conyzoides*, *Digitaria ciliaris*, dan *Cyperus kyllingia*?
2. Bagaimana sifat campuran herbisida berbahan aktif indaziflam dan isopropilamina glifosat?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui efikasi herbisida tunggal indaziflam, herbisida tunggal isopropilamina glifosat, dan campurannya terhadap gulma *Ageratum conyzoides*, *Digitaria ciliaris*, dan *Cyperus kyllingia*.
2. Mengetahui sifat campuran herbisida berbahan aktif indaziflam dan isopropilamina glifosat.

1.4 Landasan Teori

Gulma merupakan tumbuhan yang tumbuh secara liar tanpa dibudidayakan. Gulma termasuk ke dalam tumbuhan pengganggu bagi tanaman budidaya karena keberadaannya dapat menurunkan produktivitas tanaman budidaya. Keberadaan gulma mengakibatkan persaingan yang besar antara tanaman pokok dengan gulma untuk mendapatkan ruang, air, udara, dan unsur hara. Selain itu, gulma juga dapat tempat inang hama dan penyakit serta dapat menyebabkan keracunan akibat senyawa alelopati yang dikeluarkannya dan pada akhirnya menekan pertumbuhan tanaman budidaya serta berdampak pada penurunan hasil produksi (Rana dkk., 2020). Untuk mengatasi hal tersebut, sangat diperlukan pengendalian gulma yang efektif dan efisien. Pengendalian gulma dapat dilakukan dengan berbagai macam metode, namun metode yang paling sering digunakan adalah metode pengendalian gulma secara kimiawi dengan herbisida. Metode pengendalian ini sering digunakan karena selain lebih efisien dalam waktu dan tenaga, penerapannya juga mudah untuk dilakukan dan hasilnya lebih cepat terlihat (Indiati dan Marwoto, 2017).

Herbisida merupakan zat kimia yang banyak digunakan oleh para petani untuk mematikan gulma. Herbisida dapat masuk ke dalam jaringan gulma tidak hanya melalui akar, tetapi juga dapat diserap melalui penetrasi stomata sehingga herbisida dapat dengan efektif menyebar ke seluruh bagian gulma (Aditiya, 2021). Pengendalian gulma dengan menggunakan herbisida dianggap sebagai metode pengendalian yang efisien karena tidak memerlukan banyak waktu dan tenaga kerja, serta efektif menghambat pertumbuhan gulma dalam waktu yang cukup singkat. Selain itu, penggunaan herbisida juga mampu menjangkau area yang luas, termasuk pada kondisi lahan yang sulit dijangkau secara manual, sehingga menjadi pilihan utama bagi petani yang memiliki lahan pertanian skala yang luas (Rodenburg and Demont, 2009).

Namun demikian, penggunaan herbisida juga memiliki sejumlah kelemahan yang perlu diperhatikan. Salah satunya adalah keberagaman jenis gulma di lapangan

yang seringkali tidak dapat sepenuhnya dikendalikan hanya dengan satu jenis herbisida saja. Setiap herbisida memiliki spektrum kerja tertentu, sehingga ada kemungkinan beberapa jenis gulma tetap tumbuh subur meskipun herbisida telah diaplikasikan. Hal ini membuat penggunaan herbisida tunggal seringkali tidak cukup untuk menekan seluruh populasi gulma di suatu lahan. Kelemahan tersebut dapat diatasi dengan pencampuran bahan aktif herbisida yang memiliki spektrum kerja berbeda, sehingga dapat mengendalikan berbagai jenis gulma secara lebih efektif. Pencampuran bahan aktif herbisida memungkinkan pengendalian gulma yang lebih luas karena dapat menargetkan gulma dengan karakteristik yang beragam sekaligus mengurangi risiko resistensi gulma terhadap satu jenis herbisida tertentu (Indiati dan Marwoto, 2017).

Pencampuran dua jenis bahan aktif herbisida merupakan salah satu cara untuk meningkatkan efektivitas dalam pengendalian gulma. Ketika suatu bahan aktif herbisida dicampur dengan bahan aktif lainnya, maka akan terjadi interaksi antara kedua bahan aktif tersebut. Interaksi ini dapat bersifat sinergis, antagonis, atau aditif. Sinergis merujuk pada sifat dari suatu campuran dua bahan aktif herbisida yang memiliki efektivitas lebih tinggi daripada bahan aktif yang diberikan secara tunggal. Sedangkan antagonis terjadi karena campuran herbisida tersebut menurunkan efektivitas daripada bahan aktif yang diberikan secara tunggal (Fitra dkk., 2019). Sementara itu, pencampuran herbisida bersifat aditif apabila pengendalian gulma memiliki efektivitas yang sama baik ketika herbisida diaplikasikan secara tunggal maupun campuran (Andini dkk., 2022).

Pencampuran herbisida bergantung pada jenis bahan aktif yang digunakan. Dalam penelitian ini saya ingin menguji campuran bahan aktif indaziflam dan isopropilamina glifosat.

Indaziflam merupakan herbisida pratumbuh yang bersifat kontak. Herbisida ini biasanya digunakan untuk mengendalikan gulma pada perkebunan kelapa sawit, karet, dan tebu. Herbisida berbahan aktif indaziflam ini dapat digunakan untuk mengendalikan biji gulma dari golongan daun lebar, rumput, dan teki (Afrizal dkk., 2023). Bahan aktif ini dapat mencegah perkecambahan biji gulma selama

periode waktu yang cukup lama setelah aplikasi karena indaziflam dapat bertahan di dalam tanah selama ± 150 hari. Indaziflam bekerja dengan menghambat biosintesis selulosa dalam gulma. Selulosa berperan penting dalam membentuk dinding sel gulma yang berfungsi untuk menjaga kekuatan dan struktur tumbuhan. Tanpa biosintesis selulosa yang cukup, gulma tidak dapat tumbuh dan berkembang dengan optimal yang pada akhirnya menghambat pertumbuhan gulma yang terkena herbisida tersebut (Shaner, 2014).

Isopropilamina glifosat merupakan herbisida pascatumbuh yang bersifat sistemik, nonselektif, dan memiliki cakupan pengendalian gulma yang luas. Herbisida ini digunakan untuk mengendalikan gulma perkebunan. Isopropilamina glifosat bekerja dengan menghambat enzim *5-enolpyruvyl-shikimate-3-phosphate (EPSP) synthase*. Enzim tersebut merupakan kunci dalam jalur shikimat yang bertanggung jawab untuk sintesis protein asam amino aromatik pada tumbuhan seperti triptofan, tirosin, dan fenilalanin. Hal tersebut akan membuat gulma mengalami kekurangan asam amino aromatik sehingga mengganggu sintesis protein yang pada akhirnya menghambat pertumbuhan gulma. Gejala pada gulma yang terpapar glifosat ditandai dengan klorosis (pemutihan daun) dan nekrosis (kematian jaringan). Klorosis biasanya pertama kali terlihat di daun muda dan titik tumbuh (Shaner, 2014).

Pencampuran dari kedua bahan aktif tersebut dilakukan untuk menggabungkan efek pengendalian gulma yang bersifat pratumbuh dan pascatumbuh sehingga menghasilkan strategi pengendalian yang lebih luas. Indaziflam, sebagai salah satu bahan aktif yang akan diujikan, berfungsi untuk menghambat pertumbuhan biji gulma atau gulma yang baru berkecambah. Sedangkan isopropilamina glifosat berperan dalam mengendalikan gulma yang sudah tumbuh dengan cara membunuh atau menghambat pertumbuhan gulma tersebut. Dengan demikian, pencampuran kedua bahan aktif ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas pengendalian gulma secara keseluruhan. Pencampuran kedua bahan aktif ini dapat menghasilkan beberapa kemungkinan interaksi yang bersifat sinergis, antagonis, atau aditif.

Hasil penelitian Sembodo dan Wati (2024) menunjukkan bahwa pencampuran antara bahan aktif indaziflam dan isopropilamina glifosat memiliki nilai LD₅₀ harapan sebesar 234,97 g ha⁻¹ dan LD₅₀ perlakuan sebesar 167,83 g ha⁻¹. Campuran herbisida tersebut memberikan respons yang bersifat sinergis dengan nilai ko-toksisitas sebesar 1,4 yang menunjukkan bahwa pencampuran tersebut memberikan efek toksisitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan herbisida tunggal. Dosis terbaik untuk campuran indaziflam dan isopropilamina glifosat adalah 1120 g ha⁻¹ karena pada dosis tersebut memberikan hasil yang paling optimal dalam meracuni gulma golongan daun lebar (*Asystasia gangetica*, *Synedrella nodiflora*, dan *Ageratum conyzoides*), rumput (*Digitaria ciliaris* dan *Axonopus compressus*), dan teki (*Cyperus kyllingia*).

Hasil penelitian Umiyati dkk. (2018) menjelaskan bahwa pencampuran bahan aktif isopropilamina glifosat dan 2,4 D Amina memiliki nilai LD₅₀ perlakuan sebesar 20,74 g/l dan LD₅₀ harapan diperoleh sebesar 42 g/l. Kemudian dari nilai LD₅₀ perlakuan dan nilai LD₅₀ harapan tersebut diperoleh nilai ko-toksisitas sebesar 2,03 sehingga pencampuran bahan aktif isopropilamina glifosat dan 2,4 D Amina menimbulkan respons yang bersifat sinergis terhadap gulma *Ageratum conyzoides*, *Synedrella nodiflora*, *Borreria alata*, *Ischaemum timorense*, dan *Ottochloa nodosa*.

Pengujian campuran herbisida yang mengandung bahan aktif berbeda dapat dilakukan melalui dua metode, yaitu *Additive Dose Model* (ADM) dan *Multiplicative Survival Model* (MSM). Metode ADM yang juga dikenal sebagai metode isobol, diterapkan untuk pencampuran dua bahan aktif herbisida yang memiliki mekanisme kerja yang sama. Sedangkan metode MSM digunakan untuk pencampuran dua bahan aktif herbisida yang memiliki mekanisme kerja yang berbeda (Streibig, 2003). Dikarenakan dalam penelitian ini kedua bahan aktif yang diujikan memiliki mekanisme kerja yang berbeda, maka metode yang diterapkan dalam penelitian ini yaitu metode *Multiplicative Survival Model* (MSM).

1.5 Kerangka Pemikiran

Gulma menjadi salah satu tantangan yang dihadapi para petani dalam budidaya tanaman. Hal tersebut terjadi karena gulma dapat bersaing dengan tanaman utama dalam memperebutkan ruang tumbuh, cahaya, air, dan unsur hara sehingga dapat menghambat pertumbuhan dan mengurangi kualitas dan hasil tanaman. Hal itu membuat keberadaan gulma tidak diinginkan oleh para petani sehingga gulma tersebut harus dikendalikan. Banyak sekali metode pengendalian gulma yang umum digunakan seperti fisik/mekanis, hayati, kimiawi, dan terpadu. Namun, dari berbagai macam metode tersebut, pengendalian gulma secara kimiawi dengan herbisida menjadi pilihan yang paling umum dipakai, terutama dalam pertanian skala besar seperti perkebunan, karena pengendalian secara kimiawi tersebut dinilai efektif dan efisien.

Umumnya, pengendalian gulma secara kimiawi dilakukan dengan satu jenis herbisida saja. Namun, penggunaan satu jenis herbisida yang dilakukan secara terus menerus akan mengakibatkan terjadinya resistensi gulma terhadap herbisida tersebut. Resistensi gulma dapat mengurangi efektivitas pengendalian sehingga menyebabkan makin meningkatnya biaya produksi yang dikeluarkan. Selain itu, penggunaan satu jenis herbisida saja umumnya hanya efektif terhadap gulma target tertentu, sehingga spektrum pengendaliannya terbatas dan tidak mampu menekan populasi berbagai jenis gulma secara luas. Salah satu hal yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan melakukan pencampuran dua bahan aktif herbisida yang memiliki mekanisme kerja yang berbeda. Cara ini diharapkan dapat mencegah perkembangan resistensi dan menjaga efektivitas pengendalian gulma.

Bahan aktif indaziflam memiliki mekanisme kerja menghambat biosintesis selulosa. Dengan begitu, pertumbuhan sel gulma tersebut akan terhambat dan menyebabkan gulma tidak akan berkembang dengan baik. Sedangkan, mekanisme kerja isopropilamina glifosat yaitu menghambat aktivitas enzim *5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase* (EPSPS) yang memiliki peran yang

sangat penting dalam biosintesis asam amino aromatik. Dengan terhambatnya enzim EPSPS tersebut, proses biosintesis asam amino akan terganggu dan mengakibatkan sel gulma mati. Kombinasi dari kedua mekanisme kerja tersebut nantinya akan menghasilkan interaksi yang bersifat sinergis, antagonis, atau aditif.

Pencampuran herbisida indaziflam dan isopropilamina glifosat memberikan potensi yang lebih besar dalam pengendalian dari berbagai jenis gulma seperti gulma berdaun lebar, rumput, dan teki. Selain itu, pencampuran herbisida ini diharapkan dapat mengendalikan lebih banyak jenis gulma dan meminimalisir terjadinya resistensi gulma terhadap bahan aktif tertentu. Oleh karena itu, pencampuran dari kedua bahan aktif ini diharapkan menyebabkan terjadinya interaksi yang bersifat sinergis, yang artinya pencampuran kedua jenis herbisida ini lebih efektif dari penggunaan herbisida tunggal. Dikarenakan kedua bahan aktif tersebut memiliki mekanisme kerja yang berbeda, maka diperlukan uji sifat campuran bahan aktif herbisida dengan metode MSM (*Multiplicative Survival Model*).

1.6 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Efikasi herbisida campuran indaziflam dan isopropilamina glifosat lebih efektif daripada efikasi herbisida tunggal indaziflam maupun isopropilamina glifosat
2. Herbisida campuran indaziflam dan isopropilamina glifosat yang diaplikasikan pada gulma *Ageratum conyzoides*, *Digitaria ciliaris*, dan *Cyperus kyllingia* bersifat sinergis.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gulma

Gulma merupakan tumbuhan yang keberadaannya tidak diinginkan karena dapat menghambat pertumbuhan, perkembangan, dan menurunkan produktivitas tanaman budidaya. Sifat gulma yang sangat kompetitif, mudah berkembang biak, dan dapat tumbuh di lingkungan dengan sumber daya terbatas menjadikannya mampu mendominasi areal tanaman. Hal tersebut mengakibatkan pertumbuhan tanaman budidaya menjadi terhambat dan hasil panennya akan menurun. Penurunan hasil ini terjadi karena adanya persaingan antara gulma dengan tanaman budidaya dalam menyerap unsur hara, air, CO₂, dan cahaya. Selain menjadi kompetitor, gulma juga dapat mengeluarkan zat alelopati yang dapat menghambat perkecambahan dan pertumbuhan tanaman budidaya (Utami dkk., 2020).

Dalam penelitian ini, indikator gulma yang dipakai sebagai target adalah gulma dari golongan daun lebar *Ageratum conyzoides*, rumput *Digitaria ciliaris*, serta teki *Cyperus kyllingia*.

2.1.1 *Ageratum conyzoides*

Ageratum conyzoides atau gulma yang memiliki nama lokal Babandotan, merupakan salah satu jenis gulma golongan daun lebar. Gulma ini memiliki daya

adaptasi yang tinggi sehingga mudah tumbuh dimana-mana dan biasanya lebih dominan dibandingkan dengan gulma lainnya dalam suatu areal lahan (Matatula dkk., 2020). Gulma ini dapat hidup di daerah tropis dan subtropis, serta dapat dijumpai di area persawahan, pekarangan rumah, pinggir jalan, dan tepi sungai (Satira dkk., 2024). Karakteristik morfologi gulma ini memiliki daun berbentuk oval dengan ujung daun meruncing, pangkal membulat, dilapisi bulu halus, dan tepi daun bergerigi. Gulma ini memiliki batang yang bercabang, bentuknya silindris, permukaan batangnya memiliki bulu-bulu halus, dan memiliki akar serabut. Bunganya berwarna putih dan ungu tergantung jenisnya, dan termasuk dalam bunga majemuk (Tambaru, 2017). *Ageratum conyzoides* memiliki klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Subkingdom : Tracheobionta
Divisi : Magnoliophyta
Ordo : Asparagales
Subkelas : Asteridae
Famili : Asteraceae
Genus : *Ageratum*
Spesies : *Ageratum conyzoides*



Gambar 1. *Ageratum conyzoides*.

Sumber: Koleksi Pribadi, 2025

2.1.2 *Digitaria ciliaris*

Digitaria ciliaris merupakan gulma dari golongan rumput dan sering disebut dengan suket cakar ayam. Gulma ini berasal dari daerah tropis, tetapi telah menyebar luas di berbagai areal pertanian, termasuk wilayah subtropis. Gulma ini dapat ditemukan di lahan yang kosong, sering tumbuh di pasir, halaman berumput, perkebunan, lahan terganggu, dan sawah tadah hujan. Kemampuannya yang dapat tumbuh di berbagai kondisi lingkungan, mulai dari dataran rendah hingga tinggi, menjadikan gulma ini menjadi salah satu gulma yang sulit dikendalikan (Sriyani dkk., 2014). Berikut ini merupakan klasifikasi dari gulma *Digitaria ciliaris*.

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Liliopsida
Ordo	: Poales
Famili	: Poaceae
Genus	: <i>Digitaria</i>
Spesies	: <i>Digitaria ciliaris</i>



Gambar 2. *Digitaria ciliaris*.

Sumber: Koleksi Pribadi, 2025

2.1.3 *Cyperus kyllingia*

Cyperus kyllingia merupakan gulma golongan teki yang memiliki nama lokal jukut pendul atau wudelan. Gulma ini cenderung tumbuh di area yang agak lembab. Morfologi dari *Cyperus kyllingia* yaitu memiliki batang yang tegak mencapai 55 cm, memiliki daun yang berbentuk garis dan kaku. Pada bagian pangkal batang *Cyperus kyllingia* berwarna kemerahan. Pembungaan berbentuk bonggol, terdapat pada bagian ujung batang, dan berwarna putih. Gulma ini berkembang biak dengan menggunakan biji dan rimpang. *Cyperus kyllingia* merupakan gulma yang tidak memiliki umbi, dan termasuk dalam golongan gulma tahunan (Ulluputty, 2014). Berikut merupakan klasifikasi dari gulma *Cyperus kyllingia*.

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Liliopsida
Ordo	: Cyperales
Famili	: Cyperaceae
Genus	: <i>Cyperus</i>
Spesies	: <i>Cyperus kyllingia</i>



Gambar 3. *Cyperus kyllingia*.

Sumber: Koleksi Pribadi, 2025

2.2 Herbisida dan Klasifikasinya

Herbisida merupakan senyawa kimia yang digunakan untuk mengendalikan pertumbuhan gulma yang dapat mengganggu tanaman budidaya. Lebih dari 200 jenis herbisida telah tersedia secara komersial di seluruh dunia. Efektivitas herbisida sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti sifat kimia dan fisiknya, dampaknya terhadap metabolisme gulma, serta kondisi lingkungan tempat pengaplikasiannya dilakukan. Selain itu, dosis yang diterapkan juga sangat menentukan efektivitas herbisida. Jika dosis terlalu rendah, herbisida mungkin tidak memberikan efek yang diharapkan, sedangkan jika dosis yang terlalu tinggi dapat berdampak buruk tanaman budidaya (Streibig, 2003).

Herbisida dapat dikelompokkan berdasarkan selektivitas, translokasi, dan waktu aplikasinya. Berdasarkan selektivitasnya, herbisida dapat diklasifikasikan menjadi herbisida selektif dan nonselektif. Herbisida selektif merupakan herbisida yang dapat menekan atau mematikan spesies gulma tertentu tanpa merusak spesies lain, sedangkan herbisida nonselektif dapat menekan atau mematikan hampir semua spesies gulma yang terkena aplikasinya. Berdasarkan translokasinya, herbisida dapat diklasifikasikan menjadi herbisida kontak dan sistemik. Herbisida kontak merupakan herbisida yang membunuh gulma pada bagian yang terkena langsung tanpa ditranslokasikan ke seluruh jaringan gulma, sedangkan herbisida sistemik merupakan herbisida yang ditranslokasikan ke jaringan gulma sehingga seluruh bagian gulma tersebut akan mati hingga ke akarnya. Berdasarkan waktu aplikasinya, herbisida diklasifikasikan menjadi herbisida pratanam, pratumbuh dan pascatumbuh. Herbisida pratanam merupakan herbisida yang diaplikasikan sebelum penanaman benih atau bibit tanaman budidaya, herbisida pratumbuh merupakan herbisida yang diaplikasikan pada saat gulma belum berkecambah, sedangkan herbisida pasca tumbuh merupakan herbisida yang diaplikasikan pada saat gulma sudah tumbuh atau berkecambah (Streibig, 2003).

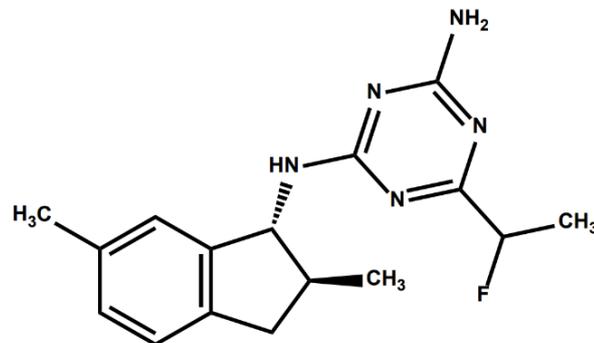
Selain itu, herbisida juga dapat dikelompokkan berdasarkan metode aplikasi dan mekanisme kerjanya terhadap gulma. Berdasarkan metode aplikasinya, herbisida dapat diaplikasikan melalui daun (*foliage-applied*) dan melalui tanah (*soil-applied*). *Foliage-applied* disemprotkan langsung ke daun gulma dan diserap oleh jaringan daun, sedangkan *soil-applied* diterapkan ke tanah untuk mencegah perkecambahan dan pertumbuhan gulma. Berdasarkan mekanisme kerjanya, herbisida bekerja dengan menghambat fotosintesis, mengganggu auksin, menghambat sintesis asam amino, dan mengganggu metabolisme lipid (Streibig, 2003).

2.3 Indaziflam

Indaziflam pertama kali diperkenalkan pada tahun 2010 untuk digunakan pada tanah berumput. Indaziflam memiliki mekanisme kerja menghambat pembentukan selulosa pada gulma yang rentan, sehingga efektif dalam mengendalikan gulma pada dosis 25-100 g b.a./ha. Dibandingkan dengan herbisida pratumbuh lainnya, indaziflam lebih mudah larut dalam air, lebih mudah bergerak dalam tanah, dan lebih bertahan lama dalam tanah walaupun digunakan dalam dosis yang rendah (Kaapro and Hall, 2011). Bahan aktif ini dapat mengendalikan gulma dari golongan daun lebar (*Ageratum conyzoides*, *Asystasia gangetica*, *Bidens Pilosa*, *Elephantopus scaber*, *Mimosa pudica*, *Cleome rutidosperma*, *Borreria alata*, *Borreria repens*, *Synedrella nodiflora*, dan *Commelina benghalensis*), rumput (*Axonopus compressus*, *Setaria plicata*, *Ottochloa nodosa*, *Eleusine indica*, dan *Cynodon dactylon*), dan teki (*Cyperus kyllingia*).

Bentuk formulasi dari bahan aktif ini berupa padatan berwarna coklat muda dan memiliki nama kimia IUPAC N-[(1R,2S)-2,3-dihidro-2,6-dimetil-1H-inden-1-yl]-6-[(1RS)-1-fluoroetil]-1,3,5-triazine-2,4-diamine. Indaziflam memiliki formulasi molekul C₁₆H₂₀FN₅ (Gambar 1). Bahan aktif ini termasuk ke dalam kelompok

kimia *fluoroalkyltriazine* dan *alkylazine* dengan massa molekul sebesar 301.36 g.mol⁻¹, massa jenis 1,23 g/cm³, dan titik lebur 183-184°C (Shaner, 2014).



Gambar 4. Struktur kimia indaziflam (C₁₆H₂₀FN₅).

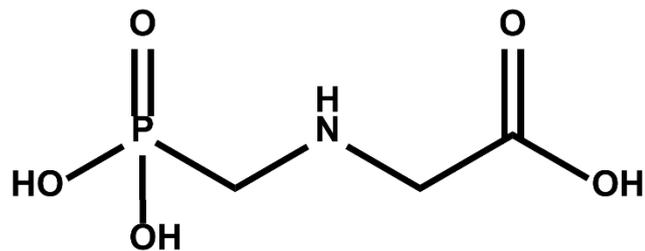
Sumber: Shaner, 2014

2.4 Isopropilamina Glifosat

Isopropilamina glifosat merupakan herbisida glifosat yang berbentuk garam. Dalam bentuk tersebut, glifosat diikat dengan senyawa isopropilamina sehingga membuatnya menjadi lebih mudah diserap oleh tumbuhan. Bentuk formulasi dari bahan aktif ini berupa padatan berwarna putih. Nama kimia dari glifosat adalah N-(*phosphonomethyl*) glycine (IUPAC) dan termasuk ke dalam kelompok kimia *Organophosphorus*. Glifosat memiliki formulasi molekul C₃H₈NO₅P (Gambar 2). Sedangkan isopropilamina glifosat sendiri memiliki formulasi molekul C₆H₁₇N₂O₅P dengan massa molekul sebesar 228,19 g.mol⁻¹ (Shaner, 2014).

Bahan aktif ini efektif untuk mengendalikan hampir semua jenis gulma dari golongan daun lebar (*Mikania micrantha*, *Borreria sp.*, *Ageratum conyzoides*, *Lantana camara*, *Tetracera indica*, *Stachytarphela indica*, *Melastoma malabatricum*, *Melochia corchorifoliagulma*, *Asystasia intrusa*, dan lainnya), rumput (*Imperata cylindrica*, *Panicum repens*, *Cynodon dactylon*, *Axonopus*

compressus, *Paspalum conjugatum*, *Ottochloa nodosa*, *Setaria plicata*, *Eleusine indica*, *Brachiaria mutica*, dan lainnya), dan teki (*Cyperus kyllingia*). Bahan aktif ini memiliki daya tahan yang sedang di tanah, yaitu sekitar 47 hari. Dosis rekomendasi dari herbisida ini yaitu 972 g/ha. Mekanisme kerja glifosat yaitu dengan menghambat aktivitas enzim *5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase* (EPSPS) yang berfungsi untuk pembentukan asam amino *aromatic* seperti tirosin, triptofan, dan fenilalanin sehingga menghambat pembentukan protein yang akhirnya akan menghambat metabolisme gulma. Glifosat berpindah melalui jaringan floem, menuju akar, daun muda, dan ke jaringan meristem (Shaner, 2014).



Gambar 5. Struktur kimia glifosat ($C_3H_8NO_5P$).

Sumber: Shaner, 2014

2.5 Pencampuran Herbisida

Pencampuran herbisida merupakan praktik pengendalian gulma dengan menggabungkan lebih dari satu jenis bahan aktif herbisida yang diaplikasikan secara bersamaan. Pencampuran herbisida ini dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan efektivitas herbisida dan memperluas jangkauan jenis gulma yang dapat dikendalikan (Sembodo dan Wati, 2021). Selain itu, pencampuran herbisida juga dapat menjadi solusi untuk masalah resistensi gulma, dimana penggunaan herbisida dengan mekanisme kerja yang sama secara terus menerus dalam jangka

waktu yang lama menimbulkan resisten gulma pada herbisida tersebut. Oleh sebab itu, strategi pencampuran herbisida dengan mekanisme kerja yang berbeda dapat menjadi salah satu cara untuk memperlambat perkembangan resistensi pada gulma (Barbieri *et al.*, 2022).

Meskipun strategi pencampuran herbisida terbukti efektif dalam meningkatkan pengendalian gulma, praktik ini tidak lepas dari potensi risiko dan dampak negatif terhadap lingkungan. Penggunaan dua atau lebih bahan aktif secara bersamaan dapat meningkatkan jumlah residu kimia yang tertinggal di dalam tanah. Adanya residu campuran herbisida ini dapat mengganggu keseimbangan mikroorganisme tanah sehingga berdampak langsung terhadap kesuburan tanah, kesehatan tanaman, dan keberlanjutan produktivitas lahan pertanian (Hongoeb *et al.*, 2025).

Ketika dua atau lebih bahan aktif herbisida dicampurkan dan diterapkan pada gulma, maka akan terjadi interaksi fisikokimia dan fisiologis yang menghasilkan sifat aditif, sinergis, atau antagonis. Menurut Tjitrosemito dan Burhan (1995), sifat aditif terjadi dalam pencampuran apabila aktivitas biologis hasil pencampuran sama dengan sebelumnya. Sifat sinergis terjadi apabila aktivitas biologis yang disebabkan oleh pencampuran meningkat. Sifat antagonis terjadi apabila aktivitas biologis akibat pencampuran menurun atau lebih rendah dari komponen penyusunnya (Widayat dkk., 2021). Faktor yang mempengaruhi sifat campuran ini meliputi jenis formulasi, mekanisme kerja, serta spesifikasi gulma yang ditargetkan. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menguji sifat campuran herbisida adalah metode MSM (*Multiplicative Survival Model*). Metode ini dirancang untuk menguji interaksi antar bahan aktif herbisida yang memiliki mekanisme kerja atau golongan yang berbeda (Streibig, 2003).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di rumah plastik, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan pada bulan April sampai Juni 2025.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *knapsack sprayer semi automatic*, *nozzle* berwarna merah, gelas ukur, pipet ukur, oven, timbangan, keranjang, serta pot plastik berdiameter 10 cm. Sedangkan bahan yang digunakan adalah herbisida campuran indaziflam dan isopropilamina glifosat (Roundup Perennial 4/486 SC), herbisida tunggal indaziflam (Becano 500 SC), herbisida tunggal isopropilamina glifosat (Roundup *biosorb* 486 SL), media tanam dengan komposisi tanah dan pupuk kandang (5:1), serta bibit gulma yang terdiri dari gulma golongan daun lebar *Ageratum conyzoides*, rumput *Digitaria ciliaris*, dan teki *Cyperus kyllingia*.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktor tunggal. Perlakuan terdiri dari tiga jenis herbisida dengan enam tingkat dosis bahan aktif

yaitu herbisida tunggal indaziflam (0; 0,5; 1; 2; 4; 8 g.ha⁻¹), isopropilamina glifosat (0; 60,75; 121,5; 243; 486; 972 g.ha⁻¹), dan campuran herbisida indaziflam dan isopropilamina glifosat (0; 61,25; 122,5; 245; 490; 980 g.ha⁻¹). Masing-masing perlakuan herbisida tersebut diterapkan pada tiga spesies gulma sehingga diperoleh 54 kombinasi perlakuan berdasarkan jenis herbisida, taraf dosis herbisida, dan gulma sasaran. Masing-masing kombinasi perlakuan diulang sebanyak enam kali sebagai kelompok. Pengelompokan dilakukan saat aplikasi berdasarkan keseragaman pertumbuhan gulma. Dosis perlakuan yang akan diuji dapat dilihat dalam (Tabel 1).

Tabel 1. Perlakuan yang diuji

Herbisida	Perlakuan	Dosis Bahan Aktif (g/ha)	Rumus	Dosis Formulasi (ml/ha)
Indaziflam 4 g/l	I1	0	0 x	0
	I2	0,5	1/16 x	125
	I3	1	1/8 x	250
	I4	2	¼ x	500
	I5	4	½ x	1000
	I6	8	X	2000
Isopropilamina glifosat 486 g/l	G1	0	0 x	0
	G2	60,75	1/16 x	125
	G3	121,5	1/8 x	250
	G4	243	¼ x	500
	G5	486	½ x	1000
	G6	972	X	2000
Indaziflam 4 g/l+ isopropilamina glifosat 486 g/l	P1	0	0 x	0
	P2	61,25	1/16 x	125
	P3	122,5	1/8 x	250
	P4	245	¼ x	500
	P5	490	½ x	1000
	P6	980	X	2000

Pengujian sifat campuran kedua bahan aktif herbisida dilakukan menggunakan metode *Multiplicative Survival Model* (MSM) untuk menentukan apakah interaksi yang ditimbulkan kedua bahan aktif tersebut bersifat sinergis, antagonis, atau aditif.

Homogenitas ragam data diuji dengan uji Bartlett. Jika asumsi terpenuhi, maka data akan dianalisis dengan sidik ragam dan uji perbedaan nilai tengah perlakuan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Penetapan Gulma Sasaran

Gulma sasaran yang akan diuji terdiri atas tiga spesies gulma dari tiga golongan berbeda. Spesies gulma golongan daun lebar *Ageratum conyzoides*, rumput *Digitaria ciliaris*, dan teki *Cyperus kyllingia*.

3.4.2 Tata Letak Percobaan

Tata letak percobaan sebanyak 324 satuan pot yang akan diaplikasikan herbisida tunggal indaziflam, herbisida tunggal isopropilamina glifosat, dan campurannya dengan berbagai taraf dosis yang disiapkan sedemikian rupa sehingga kesalahan dalam aplikasi dapat ditekan (Gambar 6).

3.4.3 Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan untuk menanam gulma adalah tanah yang telah dihaluskan dan dicampur pupuk kandang dengan perbandingan 5:1. Media tanam tersebut dimasukkan ke dalam pot berdiameter 10 cm sebanyak 400 g/pot.

3.4.4 Penanaman Gulma

Gulma yang akan ditanam berupa bibit yang diambil dari lahan pertanian. Bibit gulma ditanam dalam pot sebanyak 3 bibit, kemudian dijarangkan 7 HST (Hari Setelah Tanam) untuk ditinggalkan 2 gulma. Kriteria bibit gulma yang ditanam memasuki stadia 2-3 daun pada tiap golongan gulma.

3.4.5 Pemeliharaan Gulma

Pemeliharaan gulma dilakukan setiap hari selama penelitian berlangsung. Penyiraman gulma dilakukan sesuai kebutuhan dengan menyiram media pada pot percobaan untuk menjaga kelembaban tanah dan ketersediaan air. Bentuk pemeliharaan lainnya yaitu penyiangan gulma non-sasaran yang dilakukan secara manual agar pertumbuhan gulma sasaran tidak terganggu.

3.4.6 Pengelompokkan Gulma

Pengelompokkan gulma dilakukan pada saat akan dilakukan aplikasi herbisida. Gulma dikelompokkan berdasarkan keseragaman pertumbuhan gulma yaitu tinggi, bentuk, dan banyaknya rumpun.

G3A	P6A	G3B
I4C	P4B	P3B
I6B	I6A	I2A
I1C	P6C	I5A
G1B	G5A	I2C
I2B	P2B	G6C
G2B	P2A	P1B
G6A	I5B	G2A
I1B	P5A	P5B
P1A	P2C	G2C
I1A	I3A	I6C
G4B	P3A	P4A
G5B	G1A	G4C
P4C	P6B	I5C
G4A	I4A	P5C
G1C	G3C	G5C
P1C	G6B	I3B
I3C	I4B	P3C
Ulangan 1		
I3B	G1B	P5C
I4A	G2C	G1C
G6A	I1C	G5B
P2C	I2B	G6C
I6B	I2C	G4A
G6B	P4B	G2B
G4B	P6C	G3B
I3C	P1A	P3B
G1A	I5A	G4C
G5A	G3C	G5C
I4B	I5B	P6B
P3A	P2A	I1A
I6A	P3C	I3A
I1B	G3A	P5A
G2A	I4C	P1B
P6A	P4A	I2A
I6C	P2B	P4C
I5C	P5B	P1C
Ulangan 2		
G3B	I5A	P6B
I6C	G2C	P5B
I2C	P4B	G3C
I6A	G2B	P3B
I4B	P4A	I4C
P1C	I3A	G5C
I5B	I2A	G1C
I2B	G1B	P4C
G4B	I1B	I6B
I1C	G5B	G5A
G6A	P1B	P6C
G4A	P3C	G6C
P5C	P1A	I1A
G4C	G3A	I5C
P3A	I3B	P2A
P6A	P2B	G6B
I3C	P5A	G1A
I4A	P2C	G2A
Ulangan 3		
P1C	G3A	I5A
P4B	I5B	G3C
G6C	P6C	I3C
I2A	P4A	G3B
P5B	P2A	P5C
I4C	I6A	P1A
I6B	I1A	I1B
G5A	I4B	G4B
G5B	I2B	P3A
P6B	P2B	P1B
G5C	I1C	G1B
I3B	G4A	P3C
P2C	G2B	I4A
P6A	G4C	G2A
I5C	G1A	I3A
G1C	P5A	G6B
I6C	P4C	G6A
P3B	G2C	I2C
Ulangan 4		
I2C	I1A	P2A
I2A	P6B	P4A
G3A	I6A	G1B
G3B	I5C	G4A
G3C	I3C	P5A
I3B	G5B	P3C
G1A	G6C	G6B
G4B	G2A	G5A
P3A	P5C	P4C
G2B	I1B	P2B
G4C	G6A	P5B
P4B	I1C	I3A
G2C	I4A	P3B
I2B	P2C	P1C
I4C	G5C	I5A
P6A	P6C	G1C
I4B	I6B	I5B
I6C	P1B	P1A
Ulangan 5		
P3A	I1B	P5A
P4B	I4B	I4A
G4A	I2C	P2C
G1C	G6C	G5C
P1C	P4C	P6C
G5B	I5A	P2B
P4A	I1A	G1B
P1B	I5B	G3B
I6C	I2A	G3A
I5C	G6A	I3C
I6A	G1A	G3C
P6B	P6A	I3A
P3B	I2B	G4B
G2A	I4C	I3B
G2C	G4C	P1A
P5B	P5C	G6B
I6B	I1C	G5A
P2A	P3C	G2B
Ulangan 6		

Gambar 6. Tata letak percobaan.

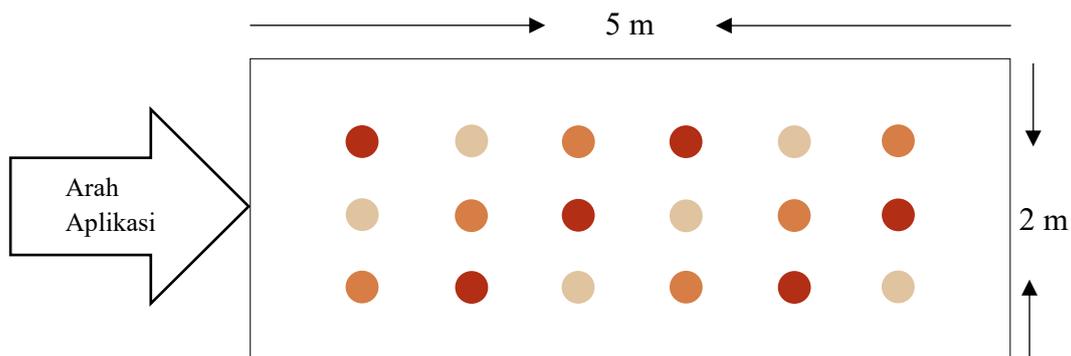
Keterangan:

I : indaziflam, G : isopropilamina glifosat, P : Roundup Perennial (indaziflam+isopropilamina glifosat)

A : *Ageratum conyzoides*, B : *Digitaria ciliaris*, C : *Cyperus kyllingia*
1,2,3,4,5,6 : taraf dosis

3.4.7 Aplikasi Herbisida

Sebelum aplikasi herbisida dilakukan, *sprayer* harus dikalibrasi terlebih dahulu. *Nozzle* yang dipakai adalah *nozzle* berwarna merah dengan luas bidang semprot 2 m. Kalibrasi dilakukan dengan metode luas untuk menentukan volume semprot sehingga setiap satuan percobaan mendapat jumlah herbisida yang sama sesuai perlakuan. Petak aplikasi herbisida yang digunakan yaitu seluas 2 m×5 m (Gambar 7). Jumlah air yang digunakan 0,5 liter, sehingga didapatkan volume semprotnya yaitu 500 l/ha.



Gambar 7. Cara aplikasi herbisida pada petak seluas 2 m×5 m.

Keterangan :

- : *Ageratum conyzoides*
- : *Digitaria ciliaris*
- : *Cyperus kyllingia*

Pengaplikasian herbisida dimulai dari dosis terendah hingga ke dosis tertinggi guna menghindari residu dari herbisida tersebut.

3.4.8 Pengamatan

Pengamatan dilakukan dengan mengamati tingkat keracunan dan bobot kering gulma setelah diaplikasikan herbisida berbahan aktif tunggal indaziflam, isopropilamina glifosat, dan campurannya.

3.4.8.1 Tingkat Keracunan Gulma

Pengamatan tingkat keracunan gulma dilakukan pada 1 MSA dan 2 MSA dengan cara pengamatan visual yang dilihat dari perubahan warna dan bentuk, kemudian dibandingkan dengan sampel dari perlakuan kontrol (tanpa aplikasi herbisida). Hal tersebut dilakukan untuk membandingkan antara perlakuan dan kontrol serta mengetahui perubahan morfologi yang menunjukkan gejala keracunan pada gulma setelah aplikasi herbisida. Gejala keracunan yang muncul biasanya meliputi perubahan warna daun menjadi menguning (klorosis), diikuti nekrosis yang ditandai dengan jaringan daun dan batang mengering. Selain itu, gulma mengalami kelayuan, pertumbuhan terhambat, atau bahkan kematian total.

3.4.9 Pemanenan

Pemanenan dilakukan pada 14 HSA (Hari Setelah Aplikasi). Pemanenan dilakukan dengan cara memotong gulma menggunakan gunting tepat di atas permukaan tanah dan dipisahkan menurut masing-masing perlakuan. Bagian gulma yang masih hidup (batang dan daun) dipisahkan dari bagian gulma yang sudah mati (kering). Bagian gulma yang masih hidup tersebut dimasukkan ke dalam amplop, sedangkan bagian yang sudah mati dibuang. Gulma yang dimasukkan ke dalam amplop tersebut kemudian dioven untuk mendapat nilai bobot kering gulma.

3.4.9.1 Bobot Kering Gulma

Pengamatan bobot kering gulma dilakukan dengan mengoven sampel gulma dari tiap perlakuan yang sudah dimasukkan ke dalam amplop yang sudah diberi label perlakuan. Suhu oven yang digunakan yaitu 80°C selama 48 jam atau sampai bobot kering gulma tersebut konstan. Setelah selesai dioven, tiap sampel gulma tersebut ditimbang dan dicatat data bobot kering yang telah diperoleh. Data bobot kering tersebut dikonversi menjadi nilai persen kerusakan tiap gulma yang selanjutnya diperoleh rata-rata persen kerusakan gabungan ketiga jenis gulma.

3.5 Analisis Data

3.5.1 Analisis Sifat Campuran Herbisida

Metode yang digunakan untuk mengetahui sifat campuran herbisida yaitu metode MSM (*Multiplicativ e Survival Model*). Herbisida yang diteliti tersusun atas dua komponen bahan aktif, yaitu indaziflam dan isopropilamina glifosat dengan mekanisme kerja yang berbeda. Dari data bobot kering gulma, selanjutnya dihitung persen kerusakan dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ KP} = \left\{ 1 - \frac{B_{sp}}{B_{sk}} \right\} \times 100\%$$

Keterangan :

% KP : Persen Kerusakan Perlakuan

Bsp : Bobot kering bagian gulma yang segar perlakuan (gram)

Bsk : Bobot kering bagian gulma yang segar kontrol (gram)

Rata-rata persen kerusakan yang diperoleh dikonversi ke dalam nilai probit. Nilai probit merupakan komparabilitas yang dapat dicari dengan menggunakan rumus

NORMINV dalam *Microsoft Excel*, kemudian dosis diubah ke dalam bentuk log dosis menggunakan rumus Log pada *Microsoft Excel*. Nilai probit (Y) dan log dosis (X) akan dibuat persamaan regresi linier.

3.5.1.1 Menghitung Nilai LD₅₀ Perlakuan

- 1) Menghitung probit masing-masing herbisida. Probit merupakan fungsi kerusakan gulma berupa persamaan regresi linier sederhana, yaitu $Y = a + bX$, dimana Y adalah nilai probit dari persen kerusakan gabungan gulma, dan X adalah nilai log dosis perlakuan herbisida.
- 2) Menghitung LD₅₀ perlakuan masing-masing herbisida. LD₅₀ merupakan besarnya dosis yang dapat menyebabkan kerusakan atau kematian gulma sebesar 50% dari populasi gulma. LD₅₀ diperoleh dari persamaan regresi yang telah didapat. Nilai LD₅₀ didapatkan dari nilai Y pada persamaan regresi yang merupakan persen kerusakan (50%) ditransformasikan ke dalam nilai probit menjadi 5. Berdasarkan hasil tersebut maka didapatkan nilai X dari persamaan regresi tersebut yang merupakan log dosis. Nilai X tersebut perlu dikembalikan ke dalam antilog sehingga nilai X yang telah dikembalikan ke dalam antilog merupakan LD₅₀ masing-masing herbisida yakni LD₅₀ indaziflam, LD₅₀ isopropilamina glifosat, dan campuran indaziflam+isopropilamina glifosat.
- 3) Menghitung nilai LD₅₀ perlakuan masing-masing herbisida dalam LD₅₀ perlakuan campuran herbisida. LD₅₀ perlakuan campuran herbisida dibagi dengan jumlah perbandingan kedua komponen bahan aktif indaziflam (A) dan isopropilamina glifosat (B). Kemudian nilai LD₅₀ perlakuan masing-masing herbisida disesuaikan nilainya berdasarkan nilai perbandingan A:B.
- 4) Menghitung persen kerusakan masing-masing herbisida. Nilai LD₅₀ perlakuan komponen masing-masing herbisida diubah ke dalam nilai log. Nilai log yang diperoleh merupakan nilai X. Kemudian nilai X dimasukkan ke dalam persamaan regresi kedua herbisida. Nilai Y merupakan LD₅₀ perlakuan masing-masing herbisida. Kemudian nilai LD₅₀ dikonversi

kedalam nilai anti probit, nilai yang diperoleh merupakan persen kerusakan masing-masing herbisida.

- 5) Menghitung persen kerusakan campuran herbisida pada LD₅₀ perlakuan dengan rumus:

$$P(A+B) = P(A)+P(B)-P(A)(B)$$

Keterangan:

P(A) : Persen kerusakan gulma oleh herbisida A

P(B) : Persen kerusakan gulma oleh herbisida B

P(A)(B) : Persen kerusakan herbisida campuran (Streibig, 2003).

3.5.1.2 Menghitung Nilai LD₅₀ Harapan

1. Mengubah LD₅₀ perlakuan masing-masing komponen herbisida.
2. Mengubah dosis menjadi log dosis.
3. Mengubah nilai probit atau nilai Y1 dan Y2, kemudian digunakan rumus $Y = (b \times \log \text{dosis}) + a$; dengan melihat dari persamaan regresi linear masing-masing herbisida tunggal.
4. Melihat nilai yang mendekati nilai Y1 dan Y2 yang telah diperoleh dari hasil sebelumnya.
5. Mengubah nilai Y1 dan Y2 menjadi persen kerusakan dengan mengubah nilai tersebut menjadi anti probit.
6. Menghitung persen kerusakan campuran herbisida pada LD₅₀ harapan dengan menggunakan rumus:

$$P(A+B) = P(A)+P(B)-P(A)(B)$$

Keterangan:

P(A) : Persen kerusakan gulma oleh herbisida A A

P(B) : Persen kerusakan gulma oleh herbisida B B

P(A)(B) : Persen kerusakan harapan herbisida campuran (Streibig, 2003).

7. Menentukan LD_{50} harapan Melihat dosis herbisida setelah mengalami perubahan nilai X_1 dan X_2 yang menyebabkan persen kerusakan harapan herbisida campuran mendekati 50%. Kemudian dilakukan penjumlahan dosis tersebut.

3.5.1.3 Menghitung ko-toksisitas LD_{50}

Nilai ko-toksisitas = LD_{50} harapan dibagi dengan LD_{50} perlakuan. Jika nilai ko-toksisitas > 1 berarti campuran herbisida tersebut sinergis, jika nilai ko-toksisitas=1 berarti campuran herbisida tersebut bersifat aditif, dan jika nilai < 1 berarti campuran herbisida tersebut antagonis (Streibig, 2003).

3.5.2 Efikasi Herbisida

Efikasi merupakan pengaruh daya racun herbisida dalam mengendalikan gulma. Herbisida dinyatakan efektif apabila bobot kering gulma pada pot perlakuan herbisida nyata lebih ringan dibanding perlakuan kontrol. Selain itu, efikasi herbisida dilihat dari persen kerusakan gulma akibat aplikasi herbisida. Persen kerusakan gulma digunakan untuk melihat seberapa besar kerusakan yang diakibatkan perlakuan herbisida dalam mematikan ketiga jenis gulma sehingga perlu dilakukan konversi data bobot kering menjadi data persen kerusakan. Data bobot kering dan persen kerusakan diuji kehomogenannya dengan uji Bartlett. Berdasarkan hasil uji homogenitas, dilakukan pengujian pemisahan nilai tengah perlakuan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5% terhadap data bobot kering maupun persen kerusakan gulma untuk memperoleh kesimpulan mengenai daya kendali herbisida yang digunakan.

3.6 Jadwal Penelitian

Tabel 2. Jadwal penelitian

Kegiatan	Jan 2025				Feb 2025				Mar 2025				Apr 2025				Mei 2025				Jun 2025				Jul 2025				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Penyusunan proposal	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√																	
Seminar proposal												√																	
Persiapan media														√															
Persiapan bibit														√															
Penanaman														√															
Penjarangan																√													
Pemeliharaan														√	√	√													
Aplikasi herbisida																√													
Pengamatan tingkat keracunan																		√	√										
Pemanenan																			√										
Pengamatan bobot kering																			√										
Analisis Data																						√	√	√	√				
Penyusunan skripsi																						√	√	√	√				
Seminar hasil																								√					
Ujian																								√					

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Herbisida tunggal indaziflam tidak efektif dalam mengendalikan gulma *Ageratum conyzoides*, namun efektif mengendalikan gulma *Digitaria ciliaris* pada dosis 1-8 g/ha, dan *Cyperus kyllingia* pada dosis 2-8 g/ha . Herbisida tunggal isopropilamina glifosat efektif mengendalikan gulma *Ageratum conyzoides*, *Digitaria ciliaris* dan *Cyperus kyllingia* pada dosis 243-972 g/ha. Sedangkan pada herbisida campuran (indaziflam+isopropilamina glifosat) efektif mengendalikan gulma *Ageratum conyzoides* dan *Cyperus kyllingia* pada dosis 245-980 g/ha, dan *Digitaria ciliaris* pada dosis 122,5-980 g/ha.
2. Herbisida campuran (indaziflam+isopropilamina glifosat) memiliki nilai LD₅₀ harapan sebesar 525,46 g/ha dan LD₅₀ perlakuan sebesar 475,70 g/ha dengan nilai ko-toksisitas sebesar 1,10 (ko-toksisitas >1) sehingga herbisida campuran bersifat sinergis terhadap gulma *Ageratum conyzoides*, *Digitaria ciliaris*, dan *Cyperus kyllingia*.

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah diperlukan uji lanjut di lahan tanaman budidaya untuk mengetahui respons gulma secara lebih nyata di kondisi lapang.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, R., Syahputra, E., dan Suswanto, I. 2024. Aktivitas herbisida campuran atrazine, nikosulfuron, dan mesotrion terhadap gulma umum. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 14(1): 133-143.
- Aditiya, D. R. 2021. Herbisida: Risiko terhadap lingkungan dan efek menguntungkan. *Saintekno*, 19(1): 6-10.
- Afrizal, J., Harun, M. U., dan Marlina. 2023. Respon gulma dan tanaman akasia terhadap aplikasi herbisida pra tumbuh. *Holistic: Journal of Tropical Agriculture Sciences (HJTAS)*, 1(1): 20-35.
- Andini, F. D., Pujisiswanto, H., Susanto, H., Sriyani, N., dan Sembodo, D. R. J. 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.
- Ariyani, D. dan Junaidi, A. B. 2007. Kuantifikasi toksisitas glifosat terhadap pertumbuhan fitoplankton berdasarkan konsentrasi klorofil dan cacah selnya. *Jurnal Sains dan Terapan Kimia*, 1(1): 11-19.
- Barbieri, G. F., Young, B. G., Dayan, F. E., Streibeg, J. C., Takano, H. K., Junior, A. M., and Avila, L. A. 2022. Herbicide mixtures: interactions and modeling. *Advances in Weed Science*, 40.
- Blanco, F. M. G., Ramos, Y. G., Scarso, M. F., and Jorge, L. A. C. 2015. Determining the selectivity of herbicides and assessing their effect on plant roots - a case study with indaziflam and glyphosate herbicides. *INTECH*: 276-297.
- Elfandari, H. 2017. Uji resistensi gulma *Asystasia gangetica*, *Axonopus compressus*, *Cyperus kyllingia*, dan *Eleusine indica* asal perkebunan kelapa sawit Lampung Selatan terhadap glifosat. *Skripsi*. Universitas Lampung.
- Fitra, A., Sumarni, T., dan Nugroho, A. 2019. Uji efektivitas herbisida campuran glifosat dan triklopir pada pengendalian gulma kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 7(4): 577-583.

- Guntoro, D. dan Fitri, T. Y. 2013. Aktivitas herbisida campuran bahan aktif cyhalofop-butyl dan penoxsulam terhadap beberapa jenis gulma padi sawah. *Buletin Agrohorti*, 1(1): 140-148.
- Haq, Y. I., Machfud, A., dan Abror, M. 2022. Pengaruh intensitas penyiangan dan pemupukan terhadap pertumbuhan dan produksi bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Agriculture*, 17(2): 142-155.
- Hongoeb, J., Tantimongcolwat, T., Ayimbila, F., Ruankham, W., and Phopin, K. 2025. Herbaicide-related health risks: key mechanisms and a guide to mitigation strategies. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 20(6): 1-22.
- Indiati, S. W., dan Marwoto. 2017. Penerapan pengendalian hama terpadu (PHT) pada tanaman kedelai. *Buletin Palawija*, 15(2): 87-100.
- Kaapro, J., and Hall, J. 2011. Indaziflam – A new herbicide for pre-emergent control of weeds in turf, forestry, industrial vegetation and ornamentals. *Proceedings of the 23rd Asian-Pacific Weed Science Society Conference*, 267-270.
- Kurniadie, D., Purbayanti, D. A., dan Safitri, Y. 2019. Sinergisme campuran herbsiida berbahan aktif IPA glifosat 240 g/l dan 2,4 D amina 120 g/l dalam mengendalikan beberapa jenis gulma. *Jurnal Agrikultura*, 30(3): 134-140.
- Lubis, A. R., Purba, E., dan Irmansyah, T. 2018. Pengendalian *Asystasia intrusa* (Forssk.) Nees dan *Eleusine indica* (L.) Gaertn menggunakan beberapa dosis indaziflam pada gambut dan tanah mineral. *Jurnal Agroteknologi FP FP USU*, 6(4): 763-770.
- Matatula, A.J., Batlyel, M. S. dan Kilkoda, A. K. 2020. Pengaruh konsentrasi ekstrak tumbuhan bandotan (*Ageratum conyzoides* L.) dan waktu pemberian terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Budidaya Pertanian*, 16(2): 124-131.
- Rambe, S. P., Rozziansha, T. A. P., Priwiratamaa, H., dan Prasetyo, A. E. 2024. Manajemen gulma resistensi terhadap herbisida di perkebunan kelapa sawit. *Warta PPKS*, 29(2): 97-108.
- Rana, D., Rondonuwu, S., dan Koneri, R. 2020. Pemberian ekstrak daun kiara payung (*Filicium decipiens* (Wight dan Arn.) Thwaites) sebagai bioherbisida terhadap pertumbuhan gulma babadotan (*Ageratum conyzoides* L.). *Jurnal Bios Logos*, 10(2): 41-47.
- Rodenburg, J., and Demont, M. 2009. Potential of herbicide-resistant technologies for Sub-Saharan Africa. *AgBioForum*, 12(3&4): 313-325.

- Satira, G., Laila, I., Vidiapuri, P. dan Suptiatna, A. 2024. Identifikasi keanekaragaman tumbuhan obat-obatan di Kawasan Desa Pataruman, Kecamatan Cihampelas, Kabupaten Bandung Barat. *Mikroba: Jurnal Ilmu Tanaman, Sains dan Teknologi Pertanian*, 1(2): 16-28.
- Sembodo, D. R. J. 2010. *Gulma dan Pengelolaannya*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Sembodo, D. R. J., dan Wati, N. R. 2021. Uji efektifitas campuran herbisida berbahan aktif atrazine dan topamezone. *Jurnal Agrotropika*, 20(2): 93-103.
- Sembodo, D. R. J. dan Wati, N. R. 2024. Uji sifat campuran herbisida indaziflam dan isopropilamina glifosat terhadap beberapa jenis gulma. *Jurnal Agrotek Tropika*, 12(3): 682-688.
- Shaner, D. L. 2014. *Herbicide Handbook Tenth Edition*. Weed Science Society of America. USA, hlm. 1-512.
- Sriyani, N., Lubis, A. T., Sembodo, D. R. J., Mawardi, D., Suprpto, H., Susanto, H., Pujisiswanto, H., Adachi, T., dan Oki, Y. 2014. *Upland Weed Flora of Southern Sumatera*. Global Madani Press. Bandar Lampung, hlm. 1-143.
- Streibig, J. C. 2003. *Assessment of Herbicide Effects*. CRC Press, Boca Raton. Florida, USA, hlm. 1-44.
- Tambaru, E. 2017. Keragaman jenis tumbuhan obat indigenous di Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 8(15): 7-13
- Tse-Seng, C., Noor-Zalila, M. R., Cha, T. S., and Ismail, B. S. 2005. Paraquat and glyphosate resistance woody borerria (*Hedyotis verticillate*) growing at oil palm plantations in Terengganu, Malaysia. *Malays. Appl. Biol*, 34(2): 43-49.
- Uluputty, M. R. 2014. Gulma utama pada tanaman terung di Desa Wanakarta Kecamatan Waeapo Kabupaten Buru. *Agrologia*, 3(1): 37-43.
- Umiyati, U. 2005. Sinergisme campuran herbisida klomazon dan metribuzin terhadap gulma. *Jurnal AGRIJATI*, 1(1): 1-5.
- Umiyati, U. dan Kurniadie, D. 2016. Pergeseran populasi gulma pada olah tanah dan pengendalian gulma yang berbeda pada tanaman kedelai. *Jurnal Kultivasi*, 15(3): 150-153.
- Umiyati, U., Deden, Widayat, D., dan Muhtadi, A. 2018. Uji sifat campuran herbisida berbahan aktif IPA glifosat dan 2,4 D amina terhadap beberapa jenis gulma. *LOGIKA*, 22(1): 44-49.

- Utami, S., Murningsih, dan Muhammad, F. 2020. Keanekaragaman dan dominansi jenis tumbuhan gulma pada perkebunan kopi di hutan wisata Nglimut Kendal Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(2): 411-416.
- Widayat, D., Umiyati, U., dan Sumekar, Y. 2021. Campuran herbisida IPA glifosat, imazetafir, dan karfentrazon-etil dalam mengendalikan gulma daun lebar, gulma daun sempit, dan teki. *Jurnal Kultivasi*, 20(1): 47-52.
- Widyatmoko, H., Hidayat, W., dan Prasetyo, T. 2020. Mekanisme kerja herbisida berdasarkan golongan bahan aktif terhadap gulma. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 22(1): 12-19.