

**UJI DAYA KENDALI HERBISIDA BERBAHAN AKTIF PARAKUAT
DIKLORIDA, DIURON, DAN CAMPURAN KEDUANYA TERHADAP
GULMA GOLONGAN RUMPUT DAN GOLONGAN DAUN LEBAR**

(Skripsi)

Oleh

PERA NOVALINDA



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRAK

UJI DAYA KENDALI HERBISIDA BERBAHAN AKTIF PARAKUAT DIKLORIDA, DIURON, DAN CAMPURAN KEDUANYA TERHADAP GULMA GOLONGAN RUMPUT DAN GOLONGAN DAUN LEBAR

Oleh

PERA NOVALINDA

Herbisida merupakan bahan kimia atau kultur hayati yang dapat menghambat pertumbuhan atau mematikan tumbuhan termasuk gulma. Herbisida pada pengendalian gulma secara kimiawi pada umumnya dilakukan secara tunggal, namun penggunaan satu jenis bahan aktif herbisida yang sama secara terus menerus menyebabkan beberapa permasalahan seperti munculnya gulma yang resisten terhadap herbisida dan efektivitas herbisida berkurang, oleh karena itu perlu dilakukan pencampuran dua atau lebih jenis bahan aktif herbisida.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengetahui daya racun herbisida berbahan aktif parakuat diklorida, diuron, dan campuran keduanya terhadap gulma golongan rumput dan golongan daun lebar; (2) mengetahui sifat herbisida campuran parakuat diklorida + diuron apakah bersifat aditif, sinergis atau antagonis terhadap gulma golongan rumput dan golongan daun lebar. Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK), dengan perlakuan herbisida berbahan aktif tunggal parakuat diklorida dengan dosis 35, 70, 140, 280 g/ha, diuron dengan

dosis 25, 50, 100, 200 g/ha, campuran (parakuat diklorida+diuron) dengan dosis 60,120,240,480 g/ha dan kontrol (tanpa herbisida). Perlakuan diterapkan pada spesies gulma (*Borreria alata*, *Commelina benghalensis*, *Chromolaena odorata*, *Ottochloa nodosa*, dan *Paspalum conjugatum*) dengan 6 ulangan. Homogenitas ragam diuji dengan uji Bartlett, aditivitas diuji dengan uji Tukey, jika asumsi terpenuhi data dianalisis ragam dan perbedaan nilai tengah perlakuan diuji dengan uji BNT pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan: (1) Herbisida parakuat diklorida efektif mengendalikan gulma *Borreria alata* dari dosis 70-280 g/ha, gulma *Commelina benghalensis*, *Chromolaena odorata*, *Ottochloa nodosa* dan *Paspalum conjugatum* dari dosis 35-280 g/ha; (2) Herbisida diuron efektif mengendalikan gulma *Borreria alata* dari dosis 50-200 g/ha, gulma *Commelina benghalensis* dan *Chromolaena odorata* dari dosis 25-200 g/ha, gulma *Ottochloa nodosa* dari dosis 100-200 g/ha dan gulma *Paspalum conjugatum* dari dosis 50-200 g/ha; (3) Herbisida campuran parakuat diklorida + diuron efektif mengendalikan gulma *Borreria alata*, *Commelina benghalensis*, *Chromolaena odorata*, *Ottochloa nodosa*, dan *Paspalum conjugatum* dari dosis 60-480 g/ha; (4) Pencampuran herbisida parakuat diklorida + diuron efektif dalam mengendalikan 5 spesies gulma yang diuji dibandingkan dengan herbisida berbahan aktif tunggal parakuat diklorida atau diuron; (5) LD₅₀ perlakuan dan LD₅₀ harapan untuk herbisida campuran adalah 25,24 g/ha dan 45,44 g/ha dengan nilai ko-toksisitas sebesar 1,80 (nilai ko-toksisitas >1) sehingga campuran bahan aktif bersifat sinergis.

Kata kunci : Diuron, LD₅₀, Parakuat Diklorida.

**UJI DAYA KENDALI HERBISIDA BERBAHAN AKTIF PARAKUAT
DIKLORIDA, DIURON, DAN CAMPURAN KEDUANYA TERHADAP
GULMA GOLONGAN RUMPUT DAN GOLONGAN DAUN LEBAR**

Oleh

PERA NOVALINDA

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi : **UJI DAYA KENDALI HERBISIDA
BERBAHAN AKTIF PARAKUAT
DIKLORIDA, DIURON, DAN CAMPURAN
KEDUANYA TERHADAP GULMA
GOLONGAN RUMPUT DAN GOLONGAN
DAUN LEBAR**

Nama Mahasiswa : **Pera Novafinda**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1514121051

Jurusan : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian



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

Ir. Sugiatno, M.S.
NIP 196002261986031004

2. Ketua Jurusan Agroteknologi

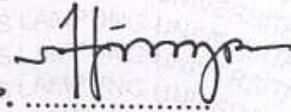
Prof. Dr. Ir. Sri Yusraini, M.Si.
NIP 196305081988112001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

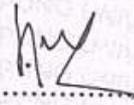
Ketua

: **Dr. Hidayat Pujiswanto, S.P., M.P.**



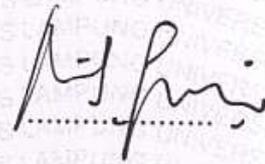
Sekretaris

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



Penguji

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



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIP 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 17 September 2019

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, menyatakan karya tulis atau skripsi saya yang berjudul "Uji Daya Kendali Herbisida Berbahan Aktif Parakuat Diklorida, Diuron, dan Campuran Keduanya terhadap Gulma Golongan Rumput dan Golongan Daun Lebar" merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain dan belum pernah diajukan. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, dan apabila dikemudian hari terbukti merupakan salinan atau dibuat oleh orang lain maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 5 Oktober 2019

Penulis



Pera Novalinda
NPM 1514121051

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Prabumulih, pada 23 November 1997, merupakan anak ketiga dari empat bersaudara, buah hati dari pasangan Bapak Bakri (Alm.) dan Ibu Susiana. Penulis memulai pendidikan di SD Negeri 43 Prabumulih pada tahun 2003 dan selesai pada tahun 2009. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 4 Prabumulih dan selesai pada tahun 2012. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan ke SMA Negeri 2 Prabumulih dan selesai pada tahun 2015.

Pada tahun 2015, penulis diterima sebagai Mahasiswa Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama menjadi mahasiswa penulis aktif di Badan Eksekutif Mahasiswa Universitas (BEM U) sebagai anggota Kementerian Pemberdayaan Wanita periode 2016-2017. Selain itu, penulis juga pernah menjadi asisten praktikum Mata Kuliah Ilmu dan Teknik Pengendalian Gulma, Bioteknologi Pertanian, dan Biologi.

Pada Januari-Maret 2018, penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik Universitas Lampung di Desa Tegal Gondo, Kecamatan Purbolinggo, Kabupaten Lampung Timur. Pada bulan Juli-Agustus 2018, penulis melaksanakan Praktik Umum di Kebun Begonia Glory Lembang, Bandung, Jawa Barat.

*Dengan segenap rasa syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya
kepadaku selama ini*

Kupersembahkan karya kecilku ini kepada

*Kedua orang tua ku tercinta Ayahanda Bakri (Alm.) dan Ibunda Susiana, Mama
Rustina dan Papa Junaidi, kakak-kakakku Jerry Arfani beserta istri Mira, Agus
Pranata beserta istri Yunita, adikku Elisa Febrianti A.P dan Keponakan-
keponakanku Rahel Ibrahim, M. Nizam Ismail, Kanaka Gilang Aditya, dan
Keynandra Hanifan Aditya. Terimakasih atas segala doa, kesabaran, kasih
sayang, nasehat, dan dukungan yang telah diberikan kepadaku hingga saat ini.*

*Orang terdekat dan sahabat-sahabat yang selalu memberikan dukungan,
semangat, dan pengalaman berharga kepadaku hingga saat ini*

Serta almamaterku tercinta

Universitas Lampung

“Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan?”

(QS. Ar-Rahman : 13)

“Dan dia mendapatimu sebagai seorang yang bingung, lalu Dia memberikan petunjuk”

(QS. Ad-Dhuha : 7)

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum, kecuali kaum itu sendiri yang mengubah apa-apa yang ada pada diri mereka sendiri”

(QS. Ar-Ra'd : 11)

SANWACANA

Puji dan syukur kehadirat ALLAH SWT berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Uji Daya Kendali Herbisida Berbahan Aktif Parakuat Diklorida, Diuron, dan Campuran Keduanya terhadap Gulma Golongan Rumput dan Golongan Daun Lebar”.

Penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku ketua Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Hidayat Pujisiswanto, S.P., M.P., selaku pembimbing pertama atas ilmu pengetahuan, bimbingan, saran, dan motivasi, kepada penulis selama penelitian hingga penyelesaian skripsi.
4. Bapak Ir. Sugiatno, M.S., selaku pembimbing kedua atas ilmu pengetahuan, bimbingan, saran, motivasi, serta kesabaran kepada penulis selama penyelesaian skripsi.
5. Ibu Prof. Dr. Ir. Nanik Sriyani, M.Sc., selaku pembahas yang telah memberikan pengetahuan, saran, motivasi, serta masukan kepada penulis selama penyelesaian skripsi.
6. Bapak Dr. Ir. I Gede Swibawa, M.S., selaku Pembimbing Akademik

atas motivasi, nasihat, serta dukungannya kepada penulis selama menjadi mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

7. Tim penelitian gulma "*Weed Rangers*" Puspa Indah, Gangga Prastita Sari, Ahmad Rosikin, Maria Salviana, Elizabeth Hardini, Meryanda Fitri, Wasri Yaman, dan Risky Rosyadi atas perjuangan, semangat, dan kerjasama sejak penelitian berlangsung hingga skripsi ini terselesaikan.
8. Mbak Romatua Hasiholan Nainggolan, S.P yang telah banyak berbagi pengalaman, ilmu pengetahuan, dan membantu penulis selama penelitian berlangsung dan menyelesaikan skripsi.
9. Sahabat-sahabat terbaikku di perkuliahan Tari Yati, Puspa Indah, Leni Purnama Sari, Okvi Hilleri A.N, Fiya Atmadita, Gangga Prastita Sari, Hamida Muliana Sari, dan Della Arisandi.
10. Teman-teman Wisma Danau Mas, Mbak Ayu, Mbak Ulfa, Mawar Aprita, Sri Fausia, Rohmatul Uslah, Ratna, Wia Mawarni, dan Dina Dharmayanti.
11. Sahabat karibku Umami Kalsum, Mailinda Kirana, Wulanti Sagitari, Dimas Ryenki, Mersilia, Triska Amelia, Afid N.R.F, Ewisyah Wulandari, dan Tri Anggraeni.
12. Teman-teman Agroteknologi kelas A dan Agroteknologi 2015 atas persahabatan, doa, dan kebersamaan selama ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Bandar Lampung, September 2019.

Pera Novalinda

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	x
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Landasan Teori	4
1.5 Kerangka Pemikiran	7
1.6 Hipotesis.....	9
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Gulma	10
2.1.1 <i>Chromolaena odorata</i> L.....	11
2.1.2 <i>Commelina benghalensis</i>	12
2.1.3 <i>Paspalum conjugatum</i>	13
2.1.4 <i>Borreria alata</i>	15
2.1.5 <i>Ottochloa nodosa (Kunth) Dandy</i>	16
2.2 Pengendalian Gulma	17
2.3 Herbisida	18
2.4 Parakuat Diklorida.....	20
2.5 Diuron.....	21
2.6 Pencampuran Herbisida.....	23
III. BAHAN DAN METODE	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.2 Alat dan Bahan.....	25
3.3 Metode Penelitian	26
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	28
3.4.1 Penyiapan Gulma.....	28
3.4.2 Persiapan Media	28
3.4.3 Penanaman Gulma.....	29

3.4.4 Pemeliharaan Gulma	29
3.5 Aplikasi Herbisida	29
3.6 Pemanenan.....	30
3.7 Pengamatan	31
3.7.1 Gejala Keracunan	31
3.7.2 Bobot Kering Gulma	31
3.8 Analisis Data	32
3.8.1 Analisis Data Model MSM (<i>Multiplicative Survival Model</i>) ...	32
3.8.2 Menghitung Nilai LD ₅₀ Perlakuan	33
3.8.3 Menghitung Nilai LD ₅₀ Harapan.....	34
3.8.4 Menghitung Ko-toksitas LD ₅₀	35
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Bobot Kering, Persen Kerusakan, dan Gejala Keracunan.....	36
4.1.1 <i>Borreria alata</i>	36
4.1.2 <i>Commelina benghalensis</i>	39
4.1.3 <i>Chromolaena odorata</i>	43
4.1.4 <i>Ottochloa nodosa</i>	46
4.1.5 <i>Paspalum conjugatum</i>	49
4.2 Analisis Campuran Herbisida.....	53
4.2.1 Nilai Probit	53
4.2.2 Nilai LD ₅₀	54
4.2.3 Model MSM (<i>Multiplicative Survival Model</i>)	55
V. SIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Simpulan.....	58
5.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	65
Tabel 9-41	66
Gambar 20-22	79

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perlakuan Pengaruh Herbisida Parakuat Diklorida, Diuron, dan Campuran (Parakuat diklorida+Diuron) terhadap 2 Golongan Gulma	27
2. Pengaruh Jenis dan Dosis Herbisida Parakuat Diklorida, Diuron, dan Campuran (Parakuat Diklroida+Diuron) terhadap Bobot Kering Gulma <i>Borreria alata</i>	36
3. Pengaruh Jenis dan Dosis Herbisida Parakuat Diklorida, Diuron, dan Campuran (Parakuat Diklroida+Diuron) terhadap Bobot Kering Gulma <i>Commelina benghalensis</i>	40
4. Pengaruh Jenis dan Dosis Herbisida Parakuat Diklorida, Diuron, dan Campuran (Parakuat Diklroida+Diuron) terhadap Bobot Kering Gulma <i>Chromolaena odorata</i>	43
5. Pengaruh Jenis dan Dosis Herbisida Parakuat Diklorida, Diuron, dan Campuran (Parakuat Diklroida+Diuron) terhadap Bobot Kering Gulma <i>Ottochloa nodosa</i>	47
6. Pengaruh Jenis dan Dosis Herbisida Parakuat Diklorida, Diuron, dan Campuran (Parakuat Diklroida+Diuron) terhadap Bobot Kering Gulma <i>Paspalum conjugatum</i>	50
7. Nilai Log Dosis dan Nilai Probit Perlakuan Bahan Aktif Parakuat Diklorida, Diuron, dan Campuran (Parakuat Diklorida+Diuron)	53
8. Persamaan Regresi Probit dan Nilai LD ₅₀ Perlakuan.....	54
9. Bobot Kering Gulma <i>Borreria alata</i>	66
10. Data Transformasi ($(x+0,5)$ Bobot Kering Gulma <i>Borreria alata</i>	66
11. Hasil Uji Homogenitas ($(x+0,5)$ Bobot Kering Gulma <i>Borreria alata</i>	67

12. Analisis Ragam Bobot Kering Gulma <i>Borreria alata</i>	67
13. Bobot Kering Gulma <i>Commelina benghalensis</i>	68
14. Data Transformasi ((x+0,5) Bobot Kering Gulma <i>Commelina benghalensis</i>	68
15. Hasil Uji Homogenitas ((x+0,5) Bobot Kering Gulma <i>Commelina benghalensis</i>	69
16. Analisis Ragam Bobot Kering Gulma <i>Commelina benghalensis</i>	
17. Bobot Kering Gulma <i>Chromolaena odorata</i>	70
18. Data Transformasi ((x+0,5) Bobot Kering Gulma <i>Chromolaena odorata</i>	70
19. Hasil Uji Homogenitas ((x+0,5) Bobot Kering Gulma <i>Chromolaena odorata</i>	71
20. Analisis Ragam Bobot Kering Gulma <i>Chromolaena odorata</i>	71
21. Bobot Kering Gulma <i>Ottochloa nodosa</i>	72
22. Data Transformasi ((x+0,5) Bobot Kering Gulma <i>Ottochloa</i> <i>nodosa</i>	72
23. Hasil Uji Homogenitas ((x+0,5) Bobot Kering Gulma <i>Ottochloa nodosa</i>	73
24. Analisis Ragam Bobot Kering Gulma <i>Ottochloa nodosa</i>	73
25. Bobot Kering Gulma <i>Paspalum conjugatum</i>	74
26. Data Transformasi ((x+0,5) Bobot Kering Gulma <i>Paspalum</i> <i>conjugatum</i>	74
27. Hasil Uji Homogenitas ((x+0,5) Bobot Kering Gulma <i>Paspalum</i> <i>conjugatum</i>	75
28. Analisis Ragam Bobot Kering Gulma <i>Paspalum conjugatum</i>	75
29. Persen kerusakan Gulma <i>Borreria alata</i>	76
30. Persen kerusakan Gulma <i>Commelina benghalensis</i>	76

31. Persen kerusakan Gulma <i>Chromolaena odorata</i>	77
32. Persen kerusakan Gulma <i>Ottochloa nodosa</i>	77
33. Persen kerusakan Gulma <i>Paspalum conjugatum</i>	78
34. Rata-rata Persen kerusakan Semua Gulma.	78
35. Nilai Probit Persen Kerusakan Semua Gulma.	79
36. Nilai Log Dosis dan Nilai Probit Perlakuan Bahan Aktif Parakuat Diklorida.	79
37. Nilai Log Dosis dan Nilai Probit Perlakuan Bahan Aktif Diuron.....	80
38. Nilai Log Dosis dan Nilai Probit Perlakuan Bahan Aktif Parakuat Diklorida+Diuron.....	80
39. Nilai LD ₅₀ Setiap Bahan Aktif.	81
40. Penghitungan LD ₅₀ Harapan.	82
41. Transformasi Persen-Probit.....	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Chromolaena odorata</i>	12
2. <i>Commelina benghalensis</i>	13
3. <i>Paspalum conjugatum</i>	13
4. <i>Borreria alata</i>	15
5. <i>Ottochloa nodosa</i>	16
6. Rumus Bangun Kimia Parakuat Diklorida	20
7. Rumus Bangun Kimia Diuron	21
8. Bibit Gulma.....	26
9. Tata Letak Percobaan.....	27
10. Sketsa Pelaksanaan Aplikasi Herbisida	30
11. Hubungan Antara Dosis dan Persentase Kerusakan Gulma <i>Borreria alata</i> pada Jenis Herbisida yang Berbeda	37
12. Pengaruh Jenis dan Dosis Herbisida terhadap Gejala Keracunan pada Gulma <i>Borreria alata</i>	38
13. Hubungan Antara Dosis dan Persentase Kerusakan Gulma <i>Commelina benghalensis</i> pada Jenis Herbisida yang Berbeda	41
14. Pengaruh Jenis dan Dosis Herbisida terhadap Gejala Keracunan pada Gulma <i>Commelina benghalensis</i>	42
15. Hubungan Antara Dosis dan Persentase Kerusakan Gulma <i>Chromolaena odorata</i> pada Jenis Herbisida yang Berbeda.....	44

16. Pengaruh Jenis dan Dosis Herbisida terhadap Gejala Keracunan pada Gulma <i>Chromolaena odorata</i>	45
17. Hubungan Antara Dosis dan Persentase Kerusakan Gulma <i>Ottochloa nodosa</i> pada Jenis Herbisida yang Berbeda	48
18. Pengaruh Jenis dan Dosis Herbisida terhadap Gejala Keracunan pada Gulma <i>Ottochloa nodosa</i>	49
19. Hubungan Antara Dosis dan Persentase Kerusakan Gulma <i>Paspalum conjugatum</i> pada Jenis Herbisida yang Berbeda	51
20. Pengaruh Jenis dan Dosis Herbisida terhadap Gejala Keracunan pada Gulma <i>Paspalum conjugatum</i>	52
21. Kurva Persamaan Regresi Linear Bahan Aktif Parakuat Diklorida.....	79
22. Kurva Persamaan Regresi Linear Bahan Aktif Diuron	80
23. Kurva Persamaan Regresi Linear Bahan Aktif Parakuat Diklorida + Diuron	80

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Gulma merupakan tumbuhan yang keberadaannya dapat mengganggu dalam proses budidaya pertanian baik pada tanaman hortikultura, pangan, ataupun perkebunan (Sembodo, 2010). Keberadaan gulma pada lahan pertanian dapat menyebabkan kerugian karena terjadi persaingan atau kompetisi diantara gulma dan tanaman budidaya. Persaingan diantara keduanya yaitu memperebutkan unsur hara, air, cahaya dan ruang tumbuh. Persaingan gulma di lahan pertanian dapat menyebabkan penurunan hasil panen 20-80% (Syahputra & Dian, 2011). Oleh karena itu, perlu dilakukan pengendalian gulma untuk mengatasi kerugian yang ditimbulkan.

Salah satu pengendalian gulma yang saat ini banyak dilakukan oleh petani dan perusahaan-perusahaan besar yaitu pengendalian secara kimiawi menggunakan herbisida. Alasan petani menggunakan pengendalian secara kimiawi untuk mengendalikan gulma karena dianggap lebih menguntungkan dan praktis dibandingkan pengendalian lainnya. Pengendalian secara kimiawi menggunakan herbisida lebih efektif karena hanya memerlukan tenaga kerja lebih sedikit, cocok untuk areal yang cukup luas, mudah diaplikasikan, dan efisien waktu dalam pengendaliannya (Anwar, 2001).

Pengendalian gulma selama ini hanya terfokus pada penggunaan herbisida tunggal dan bersifat selektif. Menurut Umiyati (2005), penggunaan herbisida sebagai pengendali gulma memiliki dampak positif dan dampak negatif. Dampak positifnya yaitu gulma dapat dikendalikan dalam waktu yang relatif singkat dan mencakup areal yang luas serta dapat mencegah erosi dan kerusakan akar tanaman karena gulma yang mati oleh herbisida menutupi permukaan tanah. Kemudian dampak negatifnya yaitu merusak tanaman, dan pemakaian yang salah dapat merugikan lingkungan tanaman yang diusahakan bahkan manusia.

Saat ini sebanyak 352 biotipe gulma telah dilaporkan menjadi biotipe resisten (Weedscience, 2011). Hal ini merupakan akibat dari penggunaan herbisida berbahan aktif tunggal secara berulang-ulang pada lahan tertentu dengan dosis rendah yang menyebabkan timbulnya resistensi gulma dan berkurangnya keefektifan herbisida. Akibat hal tersebut, pengguna herbisida meningkatkan dosis herbisida untuk mengendalikan gulma yang resisten. Selain itu, peningkatan dosis herbisida ini dapat menimbulkan akumulasi herbisida dalam tanah dengan jumlah yang banyak (Rao, 2000).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kembali keefektifan herbisida yaitu dengan cara mengubah formulasi atau mencampur dua sampai tiga bahan aktif herbisida. Menurut Streibig (2003), herbisida dengan bahan aktif campuran memiliki beberapa keuntungan antara lain: 1) spektrum pengendalian luas, 2) hemat biaya aplikasi, 3) periode pengendalian lebih lama, dan 4) efektivitas lebih tinggi. Pencampuran kedua herbisida ini akan memperlihatkan hubungan satu bahan dengan bahan yang lain yang dinamakan interaksi

(Umiyati, 2005). Pencampuran herbisida akan menunjukkan 3 respon yaitu antagonis, aditif, atau sinergis. Beberapa herbisida yang dapat digunakan untuk pencampuran adalah herbisida parakuat diklorida dan diuron.

Herbisida parakuat diklorida merupakan herbisida kontak dan non selektif. Herbisida ini mampu mematikan semua jenis gulma pada bagian yang terkena larutan herbisida secara langsung karena dosis dan waktu aplikasi yang digunakan sudah tepat sehingga herbisida tersebut efektif dalam mengendalikan gulma (Hermania, dkk., 2010). Herbisida diuron adalah herbisida bersifat sistemik. Herbisida ini biasanya diabsorpsi melalui akar dan ditranslokasikan ke daun melalui batang. Herbisida diuron efektif mengendalikan gulma berdaun lebar (Mustopa, 2011).

Pencampuran kedua bahan aktif ditujukan untuk meningkatkan efektivitasnya dan memperluas spektrum pengendalian. Oleh karena itu, pengujian campuran herbisida parakuat diklorida dan herbisida diuron ini diharapkan bersifat sinergis sehingga dapat mengendalikan gulma dengan dosis terendah namun memiliki spektrum pengendalian yang luas.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana daya racun dari herbisida berbahan aktif parakuat diklorida, diuron dan campuran keduanya terhadap gulma golongan rumput dan golongan daun lebar.
2. Bagaimana sifat herbisida campuran parakuat diklorida + diuron yang

diaplikasikan pada gulma golongan rumput dan golongan daun lebar apakah bersifat aditif, sinergis atau antagonis

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui daya racun herbisida berbahan aktif parakuat diklorida, diuron, dan campuran keduanya terhadap gulma golongan rumput dan golongan daun lebar.
2. Mengetahui sifat herbisida campuran parakuat diklorida + diuron apakah bersifat aditif, sinergis atau antagonis terhadap gulma golongan rumput dan golongan daun lebar.

1.4. Landasan Teori

Gulma merupakan tumbuhan yang mengganggu tanaman budidaya karena dapat berkompetisi dengan tanaman budidaya dalam memanfaatkan sarana tumbuh yang ada seperti air, cahaya, dan ruang tumbuh serta menjadi inang alternatif bagi hama penyakit tanaman sehingga berujung pada kerugian secara ekonomi karena dapat menurunkan produksi (Sembodo, 2010). Oleh karena itu, gulma dikenal sebagai salah satu organisme pengganggu tanaman yang kehadirannya harus dikendalikan (Pahan, 2008)

Untuk mengatasi kerugian yang disebabkan oleh gulma, terutama kerugian secara ekonomis, maka perlu dilakukan pengendalian salah satunya pengendalian secara kimiawi menggunakan herbisida (Sembodo, 2010). Pengendalian secara kimiawi dengan menggunakan herbisida menjadi alternatif utama dibandingkan dengan

cara yang lain karena dianggap lebih efektif dan efisien terutama pada daerah dengan ketersediaan tenaga kerja rendah (Tresjia dkk., 2008). Herbisida adalah bahan kimia atau kultur hayati yang dapat menghambat pertumbuhan atau mematikan tumbuhan (Sembodo, 2010).

Akan tetapi pengendalian gulma selama ini terbatas pada penggunaan herbisida tunggal (satu jenis bahan aktif) dan spesifik. Jenis herbisida selektif hanya mampu mengendalikan satu jenis gulma, apabila salah satu gulma dikendalikan, maka gulma jenis lain yang lebih tahan akan menjadi dominan pada lahan, dan dapat menimbulkan masalah baru (Umiyati, 2005). Selain itu, penggunaan herbisida yang terus menerus dengan dosis rendah akan menyebabkan timbulnya resistensi terhadap gulma.

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah ini yaitu dengan cara melakukan pencampuran herbisida. Menurut Rao (2000), bahwa dengan mencampurkan beberapa herbisida tersebut akan didapatkan suatu herbisida yang memiliki spektrum luas dalam mengendalikan gulma. Tjirtosemito dan Burhan (1995) dalam Widayat dkk., (2018), menyatakan bahwa interaksi bahan aktif pencampuran dua atau lebih bahan aktif dapat menimbulkan tiga respon yaitu (1) sinergis, meningkatnya aktivitas biologis akibat pencampuran, (2), aditif yang artinya aktivitas biologis hasil pencampuran sama dengan sebelumnya, (3) antagonis, aktivitas biologis akibat pencampuran lebih rendah dari komponen penyusunnya. Pencampuran herbisida ini dilakukan pada herbisida yang memiliki mekanisme kerja yang berbeda. Herbisida yang dapat digunakan untuk pencampuran yaitu herbisida parakuat diklorida dan herbisida diuron. Herbisida

parakuat diklorida merupakan herbisida kontak dan nonselektif. Herbisida ini mampu mematikan semua jenis gulma (rumput, teki, dan daun lebar) (Hermania, dkk., 2010). Mekanisme kerja parakuat diklorida yaitu menghambat proses dalam fotosistem I yang mengikat elektron bebas hasil fotosistem dan mengubahnya menjadi elektron radikal bebas sehingga menghasilkan superoksida yang akan merusak sel dan jaringan tanaman (Pusat Informasi Paraquat, 2006). Dosis rekomendasi herbisida berbahan aktif parakuat contohnya (Rexxone 276 SL) untuk gulma berdaun lebar dan gulma daun sempit adalah 0,4-0,55 kg/ha (Nusa Mandiri Utama, 2019), lalu (Para special 250 SL) untuk gulma berdaun lebar dan daun sempit di pertanaman kelapa sawit yaitu 0,25-0,38 kg/ha (Farmino Ann Chemical, 2008), kemudian (Gramoxone 276 SL) untuk gulma berdaun lebar yaitu 0,4-0,8 kg/ha dan gulma berdaun sempit 0,7-1,38 kg/ha (Gerbang bibit, 2017).

Herbisida diuron adalah herbisida bersifat sistemik dan selektif. Herbisida diuron efektif mengendalikan gulma berdaun lebar (Mustopa, 2011). Mekanisme kerja diuron yaitu menghambat transpor elektron pada fotosistem II yang menyebabkan adanya produksi sejumlah oksidan yang dapat merusak membran, pigmen dan lain sebagainya sehingga merusak sel dengan cepat (Purba dan Damanik, 1996).

Dosis rekomendasi herbisida berbahan aktif diuron (Bimaron 80 WP) untuk pertanaman ubi kayu 0,6-0,8 kg/ha, pada tebu 0,8-1,6 kg/ha, dan nanas 1,2 kg/ha (Nufarm, 2019), lalu (Sidaron 500 SC) untuk gulma berdaun lebar dan daun sempit pada pertanaman tebu yaitu 1,5-2 kg/ha (Petrosida gresik, 2015), kemudian (Daimex 80 WP) untuk pertanaman Nanas 1,2-1,6 kg/ha, Ubi kayu 1,6-2,4 kg/ha, dan pada tebu 1,2-1,6 kg/ha (Dharma Guna Wibawa, 2019).

Fryer dan Matsunaka (1977) *dalam* Tampubolon (2009), menyatakan bahwa kombinasi takaran parakuat dengan diuron menunjukkan respon yang bersifat sinergistik. Hasil penelitian yang dilakukan Tampubolon (2009), menyatakan bahwa perlakuan parakuat+diuron paling cepat mengendalikan *S. palustris* pada perkebunan kelapa sawit sebesar 100% dan paling efektif dikarenakan kedua herbisida ini dapat dengan cepat merusak sel-sel tanaman yang mengakibatkan klorosis pada daun.

Uji terhadap pencampuran herbisida dapat dilakukan melalui dua metode, yaitu ADM (*Additive Dose Model*) dan MSM (*Multiplicative Survival model*). Metode ADM dilakukan untuk herbisida dengan *mode of action* yang sama. Metode ini digunakan untuk menguji campuran herbisida yang memiliki mekanisme kerja yang sama. Analisis data untuk herbisida dengan *mode of action* yang berbeda atau mekanisme yang berbeda, dapat dilakukan dengan metode MSM (*Multiplicative Survival model*) (Kristiawati, 2003).

1.5. Kerangka Pemikiran

Herbisida merupakan senyawa kimia yang dapat digunakan untuk mengendalikan gulma. Pengendalian menggunakan herbisida saat ini semakin banyak diminati oleh petani dan perusahaan-perusahaan besar karena lebih efektif dan efisien. Namun, penggunaan herbisida berbahan aktif tunggal secara terus menerus dalam waktu yang lama menyebabkan timbulnya gulma yang resisten terhadap gulma tersebut. Akibatnya, untuk mengendalikan gulma resisten tersebut dilakukan peningkatan dosis herbisida yang menyebabkan terjadinya permasalahan baru

yaitu adanya akumulasi herbisida pada tanah dalam jumlah yang banyak.

Upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan pencampuran bahan aktif herbisida. Pencampuran herbisida ini ditujukan untuk mencegah terjadinya resistensi akibat penggunaan herbisida bahan aktif tunggal secara terus menerus. Selain itu, mendapatkan herbisida yang memiliki spektrum luas dalam mengendalikan gulma. Kedua jenis bahan aktif yang dipilih untuk pencampuran yaitu bahan aktif yang memiliki sifat dan mekanisme kerja yang berbeda sehingga diharapkan percampuran kedua bahan ini bersifat sinergis dan mampu meningkatkan efektivitas pengendalian gulma.

Herbisida berbahan aktif parakuat diklorida termasuk herbisida bersifat kontak, tidak selektif serta dapat mengendalikan gulma golongan rumput, teki dan daun lebar dengan mekanisme kerja yaitu menghambat proses fotosistem I yang akan merusak sel dan jaringan tanaman sedangkan herbisida berbahan aktif diuron merupakan herbisida bersifat sistemik, selektif, dan dapat mengendalikan gulma berdaun lebar dengan mekanisme kerja yaitu menghambat transpor elektron pada fotosistem II sehingga dengan adanya dua bahan aktif ini dapat mempercepat kematian gulma.

Untuk menganalisa sifat kombinasi antara kedua bahan aktif dapat diuji dengan metode MSM (*Multiplicative Survival model*). Oleh karena itu, dilakukan pengujian herbisida berbahan aktif campuran parakuat diklorida dan diuron menggunakan metode analisis MSM.

1.6. Hipotesis

Menurut kerangka pemikiran yang telah diutarakan, maka hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah:

1. Aplikasi herbisida herbisida berbahan aktif campuran parakuat diklorida+diuron memiliki daya racun yang efektif mengendalikan gulma golongan rumput dan golongan daun lebar lebih baik dibandingkan dengan herbisida berbahan aktif tunggal.
2. Herbisida campuran parakuat diklorida+diuron yang diaplikasikan pada gulma golongan rumput dan golongan daun lebar bersifat sinergis.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Gulma

Gulma merupakan jenis tumbuhan yang mengganggu atau merugikan kepentingan manusia sehingga manusia berusaha untuk mengendalikannya. Jika dikaitkan dengan budidaya tanaman, gangguan yang disebabkan oleh gulma ini antara lain berupa persaingan antara gulma dan tanaman dalam memanfaatkan sarana tumbuh yang ada seperti air, hara, cahaya, dan ruang tumbuh serta menjadi inang alternatif bagi hama dan penyakit tanaman sehingga berujung pada kerugian secara ekonomi karena dapat menurunkan produksi (Sembodo, 2010). Keberadaan gulma menyebabkan kerugian berkaitan dengan penurunan produksi dan kualitas produk, mempertinggi biaya produksi berkaitan dengan penggunaan tenaga penyiangan dan panen, serta merupakan tumbuhan inang hama (Kristanto, 2006).

Beberapa faktor yang menyebabkan timbulnya kerugian akibat persaingan antara tanaman perkebunan dan gulma antara lain pertumbuhan tanaman terhambat sehingga waktu mulai berproduksi lebih lama, penurunan kuantitas dan kualitas hasil produksi tanaman, produktivitas kerja terganggu, gulma dapat menjadi sarang hama dan penyakit, serta biaya pengendalian gulma yang sangat mahal (Barus, 2003).

Gulma dapat digolongkan menjadi beberapa kelompok berdasarkan tempat hidup,

siklus hidup, dan respon terhadap herbisida. Berdasarkan daur hidupnya Sastroutomo (1990), mengelompokkan gulma menjadi 3 antara lain gulma semusim yaitu mempunyai daur hidup satu tahun atau kurang dimulai dari perkecambahan biji sampai menghasilkan biji lagi. Gulma dua musim yaitu gulma yang dapat hidup lebih dari satu tahun namun tidak dapat hidup lebih dari dua tahun. Kemudian gulma tahunan yaitu gulma yang dapat tumbuh lebih dari dua tahun. Berdasarkan responnya terhadap herbisida gulma digolongkan menjadi 3 yaitu gulma golongan rumput-rumputan, golongan teki-tekian, dan golongan daun lebar (Sembodo, 2010). Berikut ini merupakan beberapa contoh gulma dari golongan daun lebar dan golongan rumput:

2.1.1 *Chromolaena odorata* L.

Klasifikasi dari *Chromolaena odorata* yaitu:

Kingdom : Plantae
 Divisi : Magnoliophyta
 Kelas : Magnoliopsida
 Ordo : Asterales
 Famili : Asteraceae
 Genus : *Chromolaena*
 Spesies : *Chromolaena odorata* L. (Backer dan Brink, 1965).

C. odorata (Gambar 1) merupakan gulma potensial yang berasal dari daerah tropis dan subtropis. Gulma ini tumbuh di daerah tepi sungai, hutan semak, batas hutan, tepi jalan, area limbah, padang rumput yang diabaikan, dan perkebunan. Ciri-ciri dari gulma ini yaitu batang ramping berwarna hijau kekuningan dan agak berbulu

di bagian ujung tetapi menjadi berkayu pada pangkal tanaman. Tingginya dapat mencapai 7 meter. Daunnya tersusun berlawanan dengan panjang 5-12 cm dan lebar 3-7 cm, berbentuk segitiga atau berbentuk telur dan ujungnya runcing (Gambar 1). Penyebaran gulma ini menggunakan biji yang sangat mudah ditiup dan disebarkan angin (Weeds Of Australia, 2016).



Gambar 1. *Chromolaena odorata*

2.1.2 *Commelina benghalensis*

Klasifikasi dari *Commelina benghalensis* yaitu:

- Kingdom : Plantae
 Divisi : Spermathophyta
 Kelas : Monocotyledonae
 Ordo : Commelinales
 Famili : Commelinaceae
 Genus : *Commelina*
 Spesies : *Commelina benghalensis* (CABI, 2018).

C. benghalensis terdiri dari 500-600 spesies dengan karakteristik yang berbeda-beda. Ciri-ciri dari gulma ini yaitu batangnya merayap dengan panjang 15-40 cm,

bercabang dan akar pada simpul. Daunnya bulat telur atau elips, panjang 3-7 cm dan lebar 1-2,5 cm dengan alas menyempit jadi tangkai daun. Bunganya berwarna biru keunguan dan terdiri dari 3 kelopak. Alat perkembangbiakan berupa biji dan stolon yang mengandung bunga dan biji kleistogami. Gulma ini tumbuh subur di tanah yang lembab. Di beberapa negara, *C. benghalensis* menjadi gulma utama pada beberapa komoditas seperti di India menjadi gulma utama pada tanaman padi gogo dan teh, kopi di Tanzania, kedelai dan padi gogo di Filipina, kopi, kapas dan jagung di Kenya (CABI, 2018). Berikut ini gambar dari *C. benghalensis* (Gambar 2).



Gambar 2. *Commelina benghalensis*

2.1.3 *Paspalum conjugatum*



Gambar 3. *Paspalum conjugatum*

Klasifikasi dari *Paspalum conjugatum* yaitu:

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Kelas : Monocotyledonae
Ordo : Cyperales
Famili : Poaceae
Genus : *Paspalum*
Spesies : *Paspalum conjugatum* (CABI, 2018).

P. conjugatum (Gambar 3) adalah gulma dominan pada tanaman tahunan di daerah tropis lembab seperti teh, karet, kelapa sawit, tanaman buah dan pohon hutan. Gulma ini tahan naungan namun dapat tumbuh subur juga di bawah sinar matahari penuh dan memiliki sifat hipertoleran karena mampu hidup di daerah yang memiliki kandungan merkuri tinggi dan miskin unsur hara dan mampu mengakumulasi logam merkuri dalam jumlah yang cukup tinggi yaitu mencapai 47 mg Hg/Kg bobot kering, sehingga mampu bertahan hidup (Juheati dkk., 2009). Ciri-ciri dari *P.conjugatum* yaitu ruas 5-15 cm, setiap node menghasilkan akar dan pucuk berdaun. Tunas setinggi 30 cm, memiliki bilah hijau lembut tebal 1 cm dan panjang 20 cm, berbulu jarang di kedua permukaan. Batang setinggi 60 cm dengan perbungaan 2 ras ramping, hampir horizontal. Spikelet ada dalam 2 baris masing-masing rata, bulat telur dengan panjang 1,5-1,7 mm (CABI, 2018). *P. conjugatum* melakukan perbanyakan melalui biji maupun anakan sehingga gulma ini cepat menyebar.

2.1.4 *Borreria alata*

Klasifikasi dari *Borreria alata* yaitu:

- Kingdom : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Rubiales
Famili : Rubiaceae
Genus : *Borreria*
Spesies : *Borreria alata*



Gambar 4. *Borreria alata*

B. alata (Gambar 4) adalah tumbuhan perdu tegak tingginya 5-75 cm, dan umumnya bercabang mulai dari bawah. Batangnya bersegi empat dan lunak, daun agak tebal, berbentuk lonjong dengan tangkai daun yang pendek. Bunga biseksual, kecil, bertandan dan terletak pada ketiak daun. Alat perkembangbiakannya yaitu biji. *B. alata* dapat tumbuh mulai dari dataran rendah hingga ketinggian 1600 mdpl dan banyak ditemukan di daerah musim kemarau pendek dan lahan yang mendapat sinar matahari penuh atau agak ternaungi (Marwati, 2014).

2.1.5 *Ottochloa nodosa* (Kunth) Dandy

Klasifikasi dari *Ottochloa nodosa* yaitu:

Kingdom : Plantae

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Liliopsida

Ordo : Poales

Famili : Poaceae

Genus : *Ottochloa*

Spesies : *Ottochloa nodosa* (Kunth) Dandy (Plantamor, 2019).



Gambar 5. *Ottochloa nodosa*

O. nodosa (Gambar 5) merupakan gulma tahunan dengan nama umum yaitu rumput pait, rumput rawa, dan rumput pahang (Malaysia). Ciri-ciri dari *O. nodosa* yaitu batang menjalar dengan panjang 20-200 cm, lurik, nodus kasar dan cokelat keunguan, pengakaran dari nodus bawah. Daun seperti pisau, lanset dengan panjang 1,5-20 cm, dan lebar 2-20 mm. Susunan daun silang tidak beraturanm permukaan daun terdapat rambut-rambut halus. Bunga berbentuk malai majemuk panjangnya 2-15 cm bercabang dua. Bentuknya seperti bintik-

bintik tunggal (Australian Tropical Rainforest Plants, 2019).

2.2 Pengendalian Gulma

Pengendalian gulma adalah suatu usaha untuk mengubah keseimbangan ekologis yang bertujuan untuk menekan pertumbuhan gulma, tetapi tidak berpengaruh negatif terhadap tanaman budidaya (Sukman dan Yakup, 2002). Efisiensi pengendalian gulma tergantung pada efektifitas tindakan pengendalian untuk mencapai batas minimum. Pada suatu pertanaman terdapat suatu periode dimana gulma harus dipertahankan di bawah batas daya saing tertentu, sehingga dapat dicapai produksi optimum. Pengendalian gulma yang tepat dilaksanakan pada saat periode kritis gulma (Sukman, 2002).

Menurut Sukman dan Yakup (1991), pada dasarnya ada enam macam metode pengendalian gulma yaitu mekanis, kultur teknis, fisik, biologis, kimia dan terpadu. Namun, metode yang saat ini banyak digunakan yaitu pengendalian dengan cara kimiawi. Pengendalian dengan cara kimiawi ini adalah dengan menggunakan herbisida. Menurut Tjitrosoedirdjo dkk., (1984), pengendalian dengan menggunakan herbisida memiliki beberapa keuntungan yaitu penggunaan tenaga kerja yang lebih sedikit dan lebih mudah dan cepat dalam pelaksanaan pengendaliannya.

Dalam usaha pengendalian gulma menggunakan herbisida diperlukan pengetahuan dan keterampilan khusus antara lain pengenalan jenis-jenis gulma yang dominan, tingkat pengaruhnya terhadap tanaman, alternatif cara pengendalian yang perlu dilakukan, pengenalan jenis herbisida, peralatan, serta teknik aplikasi

maupun faktor keamanan dan keamanan lingkungan. Kemudian herbisida yang digunakan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut: tidak berbahaya bagi manusia, hewan dan lingkungan jika digunakan secara benar; efektif terhadap gulma sasaran; mempunyai ketahanan yang lama; dan biaya operasional relatif murah (Barus, 2003).

2.3 Herbisida

Herbisida merupakan bahan kimia atau kultur hayati yang dapat menghambat pertumbuhan atau mematikan tumbuhan. Herbisida tersebut dapat mempengaruhi satu atau lebih proses-proses metabolisme seperti pembelahan sel, perkembangan jaringan, pembentukan klorofil, fotosintesis, respirasi, metabolisme nitrogen, aktifitas enzim dan sebagainya yang sangat diperlukan tumbuhan untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya. Pengertian tersebut mengandung arti herbisida berasal dari senyawa kimia baik organik maupun anorganik atau berasal dari metabolit, hasil ekstraksi, atau bagian dari suatu organisme (Sembodo, 2010).

Menurut Sukman dan Yakup (1991), terdapat beberapa keuntungan menggunakan herbisida diantaranya yaitu dapat mengendalikan gulma sebelum mengganggu tanaman budidaya, dapat mencegah kerusakan perakaran tanaman yang dibudidayakan, lebih efektif dalam membunuh gulma, dalam dosis rendah dapat berperan sebagai hormon tumbuh, dan dapat meningkatkan produksi tanaman budidaya dibandingkan dengan perlakuan pengendalian gulma dengan cara yang lain. Pemakaian suatu jenis herbisida secara terus menerus akan membentuk gulma yang resisten sehingga akan sulit mengendalikannya. Menurut Pane dan Jatmiko (2009), ada beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam aplikasi

herbisida diantaranya adalah ketepatan pemilihan herbisida, tepat jenis, tepat dosis, dan tepat waktu aplikasi.

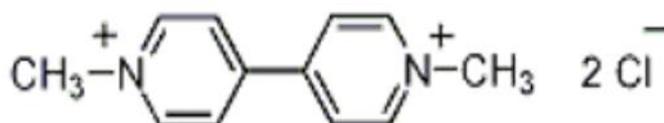
Menurut translokasinya herbisida dapat dibedakan menjadi dua, yaitu herbisida kontak dan herbisida sistemik. Herbisida kontak yaitu bila diaplikasikan, bagian gulma yang terkena herbisida jaringannya akan mati. Herbisida kontak diaplikasikan dengan cara penyemprotan dan digunakan untuk mengendalikan gulma setahun/semusim, seperti ciplukan (*Physalis angulata*), babadotan (*Ageratum conyzoides*), dan bayam berduri (*Amaranthus spinosus*). Namun, bila diaplikasikan pada gulma tahunan, maka hanya bagian atas yang mati dan akarnya tetap hidup. Sedangkan herbisida sistemik yaitu bila diaplikasikan, herbisida akan diabsorpsi oleh akar atau daun masuk ke dalam jaringan pembuluh kemudian diedarkan ke bagian lain sehingga gulma mengalami kematian secara perlahan. Aplikasinya dengan cara penyemprotan daun atau penyiraman ke akar tanaman. Gulma sasarannya adalah gulma tahunan, seperti alang-alang (*Imperata cylindrica*) (Wudianto, 2006).

Berdasarkan kombinasi bahan aktifnya herbisida dibagi menjadi dua yaitu herbisida tunggal dan herbisida campuran. Herbisida tunggal adalah herbisida yang terdiri dari satu jenis bahan aktif, efektivitas herbisida ini hanya terbatas pada satu golongan tertentu (gulma berdaun sempit atau berdaun lebar saja) sehingga pada dosis tertentu spektrum pengendaliannya menjadi sangat sempit. Contoh herbisida tunggal yaitu Ally 20 WDG, Agroxone 4, Basta 150 SC, dan sebagainya. Sedangkan herbisida campuran adalah jenis herbisida yang terdiri atas dua jenis atau lebih bahan aktif. Campuran dua atau lebih bahan aktif dalam

formulasi yang diproduksi formulator disebut *premix*. Pencampuran dua atau lebih bahan aktif dalam satu formulasi harus bersifat sinergis sehingga reaksi yang terjadi tidak bertentangan. Contoh herbisida campuran yaitu Bimastar 240/120 AS, Paracol (paraquat+diuron), dan sebagainya (Barus, 2003).

2.4 Parakuat Diklorida

Parakuat (1,1-dimethyl-4,4'-bipyridylium chloride), *bipyridyl compound*, merupakan suatu herbisida golongan *bipyridylum*. Komposisi kimia dari parakuat adalah $C_{12}H_{14}N_2$ (Gambar 6). Herbisida parakuat diklorida merupakan herbisida kontak dari golongan piridin yang digunakan untuk mengendalikan gulma yang diaplikasikan purna tumbuh (Humburg, 1989 *dalam* Umiyati dkk., 2018). Parakuat digunakan untuk mengendalikan gulma tahunan dan gulma berdaun lebar dan dapat menekan pertumbuhan gulma semusim. Dibawah kondisi intensitas sinar matahari yang tinggi, parakuat dapat bertindak sebagai herbisida kontak, membunuh jaringan hijau tanaman dengan cepat dan pada kondisi gelap parakuat akan berpenetrasi ke daun melalui sistem vaskular dan selanjutnya ditransportasikan melalui jaringan xilem (Anderson 1977 *dalam* Tampubolon 2009).



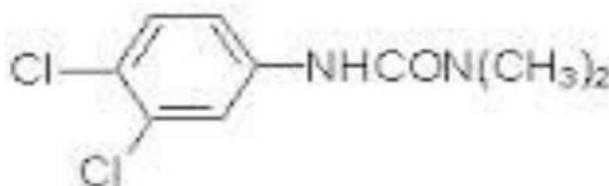
Gambar 6. Rumus bangun kimia parakuat diklorida (Tomlin, 2010).

Karakteristik dari parakuat adalah tidak dapat diserap oleh bagian tanaman yang tidak hijau seperti batang dan akar serta tidak aktif di tanah. Ketidak aktifan

tersebut disebabkan adanya reaksi antara dua muatan ion positif pada parakuat dan ion negatif mineral tanah sehingga molekul positif parakuat terabsorpsi kuat dengan lapisan tanah dan tidak aktif lagi. Penetrasi parakuat terjadi melalui daun. Aplikasi parakuat akan lebih efektif apabila ada sinar matahari karena reaksi keduanya akan menghasilkan hidrogen peroksida yang merusak membran sel. Cara kerja parakuat yaitu menghambat proses dalam fotosistem I, yaitu mengikat elektron bebas hasil fotosistem dan mengubahnya menjadi elektron radikal bebas. Radikal bebas yang terbentuk akan diikat oleh oksigen membentuk superoksida yang bersifat sangat aktif. Superoksida tersebut mudah bereaksi dengan komponen asam lemak tak jenuh dari membran sel, sehingga akan menyebabkan rusaknya membran sel dan jaringan tanaman (Pusat Informasi Paraquat, 2006). Herbisida parakuat diserap oleh tumbuhan melalui dedaunan (Britt dkk., 2003). Herbisida parakuat diabsorpsi oleh daun selama 30 menit setelah aplikasi. Daun yang terkena akan cepat layu dalam 2-3 jam disinari matahari yang terik, serta nekrosis pada daun terjadi secara menyeluruh selama 1-3 hari (Vencil dkk., 2002 dalam Erida dan Evisa, 2010).

2.5 Diuron

Herbisida diuron merupakan herbisida dari turunan urea yang memiliki bentuk molekul seperti pada Gambar 7.



3-(3,4-dichlorophenyl)-1,1-dimethylurea

Gambar 7. Rumus bangun herbisida diuron (Tjitrosoedirjo dkk., 1984).

Herbisida ini termasuk herbisida selektif, bersifat sistemik dan herbisida ini diabsorpsi melalui akar dan ditranslokasikan ke daun melalui batang. Di dalam tubuh tumbuhan diuron mengalami degradasi, terutama melalui pelepasan gugus metil. Herbisida ini menghambat reaksi Hill pada fotosintesis yaitu dalam fotosistem II dengan demikian pembentukan ATP dan NADPH terganggu (Tjitrosoedirdjo dkk., 1984).

Menurut Ashton dkk., (1982) dalam Akbar (2016), herbisida yang berasal dari golongan urea lebih cepat diserap melalui akar tumbuhan dan dengan segera ditranslokasikan ke bagian atas tumbuhan (daun dan batang) melalui sistem apoplastik. *Mode of action* primer dari herbisida ini yaitu menghambat transport elektron fotosintesis pada fotosistem II, sehingga menyebabkan adanya produksi sejumlah oksidan yang dapat merusak membran, pigmen dan lain sebagainya sehingga merusak sel dengan cepat (Tampubolon, 2009). Gejala yang terjadi akibat aplikasi diuron tergantung pada jenis tumbuhan itu sendiri. Biasanya kematiannya diawali pada ujung daun dan apabila ujung daun telah mati, maka tidak akan terjadi turgor lagi kemudian akan mengalami klorosis yang biasanya akan diikuti oleh pertumbuhan yang lambat dan kematian yang mendadak (Akbar, 2016).

Herbisida diuron termasuk herbisida pratumbuh yang dapat diaplikasikan pada permukaan tanah sebelum gulma tumbuh. Beberapa kelebihan diuron sebagai herbisida pratumbuh yaitu lebih cepat diserap oleh biji-biji gulma yang masih dorman yang akan segera ditranslokasikan saat proses perkecambahan. Selain itu, diuron dapat tetap berada dipermukaan tanah dalam waktu yang relatif lama

karena jenis herbisida ini tidak mudah larut dalam air sehingga tidak mudah mengalami pencucian di dalam tanah (Saragih, 2011).

2.6 Pencampuran Herbisida

Berdasarkan jumlah bahan aktifnya herbisida dibedakan menjadi herbisida tunggal dan herbisida campuran. Herbisida tunggal adalah herbisida yang hanya memiliki kandungan satu bahan aktif sedangkan herbisida campuran adalah herbisida yang memiliki dua atau lebih kandungan bahan aktif (Paulo dkk., 2008). Herbisida non selektif mempunyai spektrum pengendalian yang luas sedangkan herbisida selektif mempunyai spektrum pengendalian lebih sempit oleh karena itu, orang sering menggabungkan herbisida yang kuat terhadap gulma rumput dan yang kuat terhadap gulma berdaun lebar untuk memperluas spektrum pengendalian (Djojsumarto, 2000). Menurut Rao (2000), dengan mencampurkan herbisida tersebut akan didapatkan suatu herbisida yang berspektrum luas untuk mengendalikan gulma.

Pengujian interaksi herbisida campuran dapat dilakukan dengan menggunakan metode MSM (*Multiplicative Survival Model*) dan ADM (*Additive Dose Model*). Metode MSM digunakan untuk pengujian respon tumbuhan terhadap herbisida campuran yang memiliki cara kerja berbeda. Metode ini dapat digunakan untuk mengetahui sifat campuran herbisida. Kombinasi bahan aktif bersifat aditif apabila tidak mempengaruhi efektivitas herbisida. Kombinasi bahan aktif bersifat sinergis apabila mampu menurunkan dosis herbisida tanpa menurunkan efektivitas herbisida. Kombinasi bahan aktif bersifat antagonis apabila harus meningkatkan dosis herbisida untuk memperoleh efek yang sama (Streibig, 2003).

Analisis data dengan menggunakan metode MSM menggunakan persamaan regresi linear probit $Y=a+bX$. Nilai Y merupakan transformasi nilai probit dari persen kerusakan gulma. Nilai X adalah logaritmik penggunaan dosis herbisida. Persamaan regresi linear tersebut digunakan untuk menghitung LD50 kemudian dianalisis pencampuran herbisida menggunakan rumus:

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

Keterangan:

$P(A)$ = Persen kerusakan gulma herbisida A

$P(B)$ = Persen kerusakan gulma herbisida B

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

LD50 adalah ukuran standar toksisitas akut untuk bahan kimia, dinyatakan dalam jumlah kimia (miligram) per berat badan (kg) yang dibutuhkan untuk membunuh 50% dari populasi hewan/tumbuhan uji. LD50 adalah ukuran standar yang digunakan untuk membandingkan toksisitas senyawa kimia. Semakin rendah nilai LD50 maka semakin beracun bagi manusia (Hesis, 2008). Nilai LD50 digunakan untuk mengetahui nilai ko-toksistas = LD50 harapan dibagi dengan LD50 perlakuan. Nilai ko-toksistas >1 berarti campuran herbisida tersebut sinergis, namun jika nilai <1 berarti campuran tersebut antagonis (Streibig, 2003)

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

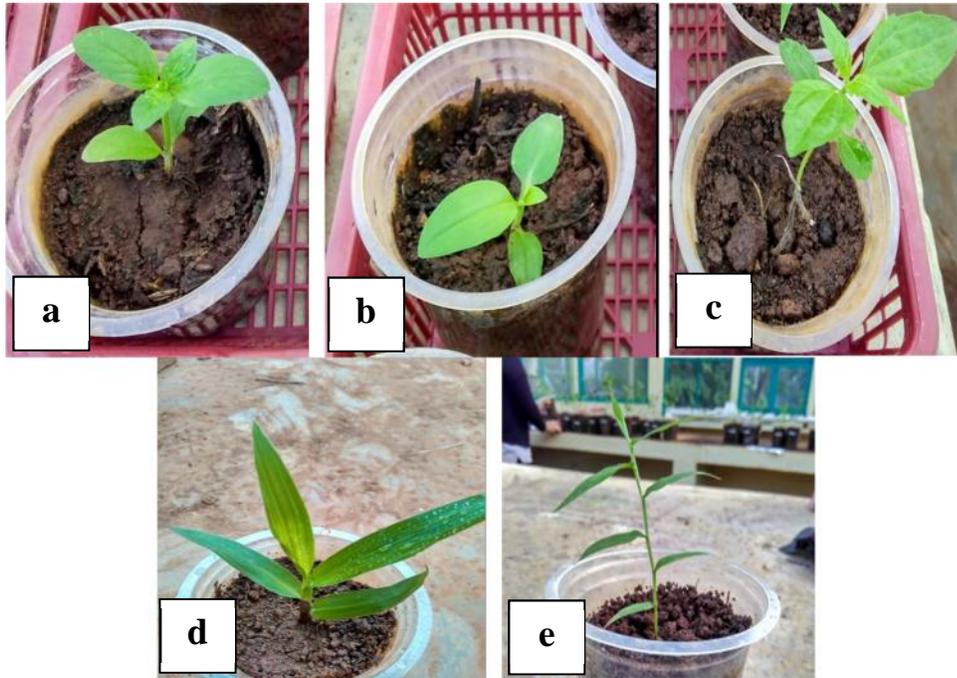
Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca kebun percobaan terpadu dan di Laboratorium Ilmu Gulma, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Gedong Meneng, Bandar Lampung pada bulan Desember 2018 sampai Februari 2019.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah *knapsack sprayer semi otomatis*, nozel merah (lebar semprot 2 meter), gelas ukur, pot diameter 9,50 cm dan tinggi 12 cm, timbangan digital, kantong kertas, oven, dan alat tulis.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kertas label, herbisida berbahan aktif parakuat diklorida 280 g/l, diuron 200 g/l dan herbisida campuran parakuat diklorida 280 g/l dan diuron 200 g/l (PENTACOL 280/200 SC), bibit gulma dalam bentuk tumbuhan muda dengan umur 2 minggu setelah pindah tanam dari golongan rumput (*Ottochloa nodosa* dan *Paspalum conjugatum*) dan gulma golongan daun lebar (*Borreria alata*, *Commelina benghalensis* dan *Chromolaena odorata*) yang diambil dari sekitar Lab. lapangan terpadu Universitas Lampung, dan

perkebunan kelapa sawit di Kecamatan Natar dan Seputih Surabaya (Gambar 8), dan media tanam berupa tanah.



Gambar 8. Bibit Gulma. (a) *Borreria alata*, (b) *Commelina benghalensis*, (c) *Chromolaena odorata*, (d) *Paspalum conjugatum*, (e) *Ottochloa nodosa*.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas 13 perlakuan dan masing-masing perlakuan diterapkan pada 5 spesies gulma dan masing-masing perlakuan diulang 6 kali sehingga diperoleh 390 satuan percobaan. Jenis dan dosis herbisida perlakuan disajikan dalam Tabel 1.

Homogenitas ragam data hasil pengamatan diuji dengan menggunakan uji Bartlett dan aditivitas data diuji dengan uji Tukey. Data dianalisis dengan sidik ragam, dan pemisahan nilai tengah diuji dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Penyiapan Gulma

Penelitian ini menggunakan 5 spesies gulma yang terdiri atas golongan daun lebar (*Borreria alata*, *Chromolaena odorata* dan *Commelina benghalensis*), dan gulma golongan rumput (*Paspalum conjugatum* dan *Ottochloa nodosa*). Gulma-gulma diambil dalam bentuk bibit atau tanaman muda dengan umur 2 minggu setelah pindah tanam dan ditentukan berdasarkan sifat bahan aktif herbisida yang akan diuji dan diambil dari sekitar Lab. lapangan terpadu Universitas Lampung dan perkebunan kelapa sawit Kecamatan Natar dan Seputih Surabaya. Pengelompokan ulangan gulma didasarkan pada tinggi tanaman: 1) Ulangan 1 (4-9,5 cm), 2) Ulangan 2 (10-12 cm), 3) Ulangan 3 (12-14 cm), 4) Ulangan 4 (15-17 cm), 5) Ulangan 5 (18-20 cm), 6) Ulangan 6 (20-25 cm).

3.4.2 Persiapan Media

Media tanam yang digunakan berupa tanah yang diambil dari lahan lapangan terpadu Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Tanah digemburkan dengan cangkul kemudian dibersihkan dari kotoran akar-akar tanaman dan gulma. Media tanah kemudian dimasukkan ke dalam pot diameter 9,50 cm dan tinggi 12 cm yang telah dilubangi pada bagian alas sebanyak 5 lubang sampai penuh kemudian pot diletakkan

pada tempat penelitian sesuai dengan tata letak percobaan (Gambar 9).

3.4.3 Penanaman gulma

Gulma ditanam pada media tanam yang telah disiapkan, setiap pot ditanam 2 gulma dan setelah tanam dilakukan penyiraman dengan menggunakan hand sprayer.

Penanaman dilakukan 2 minggu sebelum aplikasi.

3.4.4 Pemeliharaan Gulma

Pemeliharaan dilakukan mulai tanam hingga 21 HST. Pemeliharaan gulma meliputi penyiraman, penyiangan gulma nontarget, dan pengendalian hama dan penyakit.

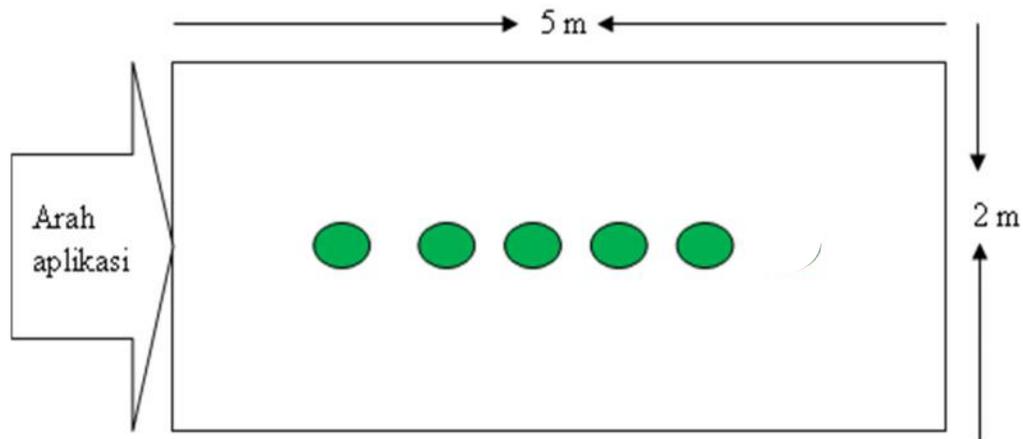
Penyiraman gulma dilakukan sesuai kebutuhan tanaman. Penyiangan gulma nontarget dilakukan secara manual agar pertumbuhan gulma target tidak terganggu.

Pengendalian hama dan penyakit dapat dilakukan jika perlu.

3.5 Aplikasi Herbisida

Kalibrasi dilakukan terhadap alat semprot punggung (*knapsack sprayer*) dengan nozel merah. Kalibrasi dilakukan sebelum digunakan untuk aplikasi agar diperoleh kecepatan penyemprotan dan keluaran dari nozel yang tepat. Kalibrasi dilakukan dengan metode luas untuk mengetahui volume larutan yang dibutuhkan untuk aplikasi seluas petak yang telah ditentukan. Volume larutan yang akan diaplikasikan diperoleh dengan cara memasukan satu liter air kedalam tangki *knapsack sprayer* dan mengaplikasikan air tersebut pada petak (Gambar 10). Aplikasi herbisida hanya dilakukan satu kali selama pengujian dengan waktu aplikasi yang dilakukan pada 10-

15 hari setelah gulma dipindah tanam. Aplikasi herbisida dilakukan sesuai dosis perlakuan percobaan yaitu dengan cara dimulai dari dosis yang terendah sampai dosis yang tertinggi.



Gambar 10. Sketsa Pelaksanaan Aplikasi Herbisida Parakuat Diklorida, Diuron, dan Campuran (Parakuat diklorida+Diuron) terhadap 2 Golongan Gulma

Keterangan: ● = pot percobaan

3.6 Pemanenan

Contoh gulma sasaran dipanen dengan cara memotong gulma tepat di atas permukaan media tanam dan kemudian dipisahkan menurut perlakuan masing-masing. Waktu pengamatan dilakukan hanya satu kali. Bagian gulma yang diambil hanya bagian yang masih hidup saja, sedangkan bagian yang sudah mati dibuang. Pemanenan gulma dilakukan pada 4-10 HSA (hari setelah aplikasi) tergantung pada respon gulma sasaran terhadap herbisida yang diaplikasikan.

3.7 Pengamatan

3.7.1 Gejala Keracunan

Pengamatan dilakukan dengan mengambil foto sampel gulma dari setiap perlakuan kemudian dibandingkan dengan sampel dari perlakuan kontrol (tanpa aplikasi herbisida). Hal tersebut dilakukan untuk membandingkan antara perlakuan dan kontrol serta mengetahui perubahan morfologi yang terjadi pada gulma pasca aplikasi herbisida yang menunjukkan gejala keracunan. Gejala keracunan akibat herbisida parakuat diklorida yaitu dapat menyebabkan kelayuan dan kekeringan daun yang dimulai dari gangguan pada membran sehingga terjadi nekrosis dan kematian daun. Parakuat juga dapat menekan senyawa-senyawa fotosintesis dan hasil respirasi sehingga daun tidak normal (Anwar, 2002). Sedangkan gejala keracunan akibat herbisida diuron biasanya terjadi kematian yang diawali dari ujung daun kemudian apabila ujung daun telah mati, maka tidak akan terjadi turgor lagi. Setelah gejala tersebut timbul akan disusul dengan timbulnya klorosis yang biasanya akan diikuti oleh pertumbuhan yang lambat dan kematian yang mendadak (Mustopa, 2011).

3.7.2 Bobot Kering Gulma

Biomassa gulma yang telah dipanen dan masih segar kemudian dimasukkan dalam kantong kertas dan diberi label, selanjutnya dioven pada temperatur 80° C selama 48 jam (2×24 jam) hingga tercapai bobot kering konstan, kemudian ditimbang bobot keringnya. Bobot kering gulma tersebut digunakan untuk menentukan persentase kerusakan gulma.

3.8 Analisis Data

Data bobot kering dikonversi menjadi nilai persen kerusakan. Persen kerusakan merupakan nilai yang menunjukkan seberapa besar kemampuan herbisida dalam mematikan gulma. Olah data yang dilakukan yaitu dengan menggunakan aplikasi Statistik X. Data bobot kering dan persen kerusakan diuji kehomogenannya dengan uji Bartlett dan keaditivan data diuji dengan uji Tukey. Berdasarkan hasil uji aditivitas dan 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. Analisis sifat campuran herbisida dilakukan dengan pengujian MSM (*Multiplicative Survival Model*) karena dua campuran herbisida yang diuji memiliki mekanisme kerja yang berbeda.

3.8.1 Analisis Data Model MSM (*Multiplicative Survival Model*)

Model MSM (*Multiplicative Survival model*) dipakai dalam analisis data pada penelitian ini karena Parakuat diklorida dan Diuron memiliki mekanisme kerja yang berbeda. Dari data bobot kering, selanjutnya dihitung persen kerusakan perlakuan dengan rumus sebagai berikut :

$$\%KP = \left\{ 1 - \frac{Bsp}{Bsk} \right\} \times 100\%$$

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 dapat dicari dengan menggunakan rumus NORMINV dalam Microsoft Excel, kemudian dosis diubah ke dalam bentuk log dosis menggunakan rumus LOG pada M. Excel. Nilai probit (y) dan log dosis (x) akan dibuat persamaan regresi linier.

3.8.2 Menghitung Nilai LD₅₀ Perlakuan

a) 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.

b) 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. Dari 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 parakuat diklorida, LD₅₀ diuron, dan LD₅₀ parakuat diklorida+diuron.

c) Menghitung nilai LD₅₀ perlakuan masing-masing herbisida dalam LD₅₀ perlakuan campuran herbisida

LD₅₀ perlakuan campuran herbisida dibagi dengan jumlah perbandingan kedua komponen bahan aktif parakuat diklorida (A) dan diuron (B). Kemudian nilai LD₅₀ perlakuan masing-masing herbisida disesuaikan nilainya berdasarkan nilai perbandingan A:B.

d) Menghitung persen kerusakan masing-masing herbisida

Nilai LD₅₀ perlakuan komponen masing-masing herbisida diubah kedalam nilai log, nilai log yang diperoleh merupakan nilai X. Kemudian nilai X dimasukkan kedalam 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.

e) Menghitung persen kerusakan campuran herbisida pada LD₅₀ perlakuan

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

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).

3.8.3 Menghitung Nilai LD₅₀ Harapan

- a. Mengubah LD₅₀ perlakuan masing-masing komponen herbisida.
- b. Mengubah dosis menjadi log dosis.
- c. 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.
- d. Melihat nilai yang mendekati nilai Y1 dan Y2 yang telah diperoleh dari hasil

sebelumnya.

- e. Mengubah nilai Y1 dan Y2 menjadi persen kerusakan dengan mengubah nilai tersebut menjadi anti probit.
- f. 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

P(B) = Persen kerusakan gulma oleh herbisida B

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

- g. Menentukan LD₅₀ harapan

Melihat dosis herbisida setelah mengalami perubahan nilai X₁ dan X₂ yang menyebabkan persen kerusakan harapan herbisida campuran mendekati 50%.

Kemudian dilakukan penjumlahan dosis tersebut.

3.8.4 Menghitung ko-toksisitas LD₅₀

Nilai ko-toksisitas = LD₅₀ harapan dibagi dengan LD₅₀ perlakuan. Jika nilai ko-toksisitas > 1 berarti campuran herbisida tersebut sinergis, namun jika nilai < 1 berarti campuran herbisida tersebut antagonis (Streibig, 2003).

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Herbisida parakuat diklorida efektif mengendalikan gulma *Borreria alata* dari dosis 70-280 g/ha, gulma *Commelina benghalensis*, *Chromolaena odorata*, *Ottochloa nodosa* dan *Paspalum conjugatum* dari dosis 35-280 g/ha.
2. Herbisida diuron efektif mengendalikan gulma *Borreria alata* dari dosis 50-200 g/ha, gulma *Commelina benghalensis* dan *Chromolaena odorata* dari dosis 25-200 g/ha, gulma *Ottochloa nodosa* dari dosis 100-200 g/ha dan gulma *Paspalum conjugatum* dari dosis 50-200 g/ha.
3. Herbisida campuran parakuat diklorida + diuron efektif mengendalikan gulma *Borreria alata*, *Commelina benghalensis*, *Chromolaena odorata*, *Ottochloa nodosa*, dan *Paspalum conjugatum* dari dosis 60-480 g/ha.
4. Pencampuran herbisida parakuat diklorida + diuron efektif dalam mengendalikan 5 spesies gulma yang diuji dibandingkan dengan herbisida berbahan aktif tunggal parakuat diklorida atau diuron.
5. LD₅₀ perlakuan dan LD₅₀ harapan untuk herbisida campuran adalah 25,24 g/ha dan 45,44 g/ha dengan nilai ko-toksisitas sebesar 1,80 (nilai ko-toksisitas >1) sehingga campuran bahan aktif bersifat sinergis.

5.2 Saran

Herbisida dengan bahan aktif campuran antara parakuat diklorida dan diuron dari dosis 60-480 g/ha dapat digunakan untuk mengendalikan gulma golongan rumput dan daun lebar. Perlu dilakukan penelitian serupa, namun dengan jenis spesies gulma yang lebih beragam dan mewakili golongan daun lebar, golongan rumput, dan golongan teki.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, Hasanuddin, Manfarizah. 2012. Aplikasi beberapa dosis herbisida glifosat dan paraquat pada sistem tanpa olah tanah (tot) serta pengaruhnya terhadap sifat kimia tanah, karakteristik gulma, dan hasil kedelai. *Jurnal Agrista*. 16 (3): 135-145.
- Akbar, D.F. 2016. Efikasi herbisida pratumbuh diuron pada gulma di pertanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) lahan kering. *Skripsi*. Universitas Lampung. 73 hlm.
- Anderson, W.P. 1977. *Weed Science Principle*. West Publishing Company. Los Angeles. 220-228 hlm.
- Anwar, C. 2001. *Manajemen Teknologi Budidaya Karet*. Pusat Penelitian Karet. Medan. 24 hlm.
- _____. 2002. Residu Herbisida Paraquat + Diuron pada Baby Corn. *J. Akta Agro* 5 (1): 35-40 hlm.
- Ashton, F. M., G. C. Klingman, and L. J. Noordhoff. 1982. *Weed Science : Principles and Practices (2nd ed.)*. John Wiley and Sons, Inc. New York 257-259.
- Australian Tropical Rainforest Plants. 2019. *Ottochloa nodosa*. http://keys.trin.org.au/key_server/data/0e0f0504-0103-430d-8004060d07080d04/media/Html/taxon/Ottochloa_nodosa.htm. Diakses pada 27 Januari 2019 pukul 20:00 WIB.
- Barus, E. 2003. *Pengendalian Gulma di Perkebunan, Efektivitas dan Efisiensi Aplikasi Herbisida*. Kanisius. Yogyakarta. 103 hlm.
- Backer, C.A. & Van Den Brink, R.C.B. 1965. Flora of Java (Spermatophytes Only) Vol II. N.V.P, 363-364, 424-425. Noordhoff-Groningen.
- Britt, C., A. Mole, F. Kirkham, and A. Terry. 2003. *The Herbicide Handbook: Guidance on the Use of Herbicides on Nature Conservation Sites*. English Nature. West Yorkshire. 108 hlm

- CABI. 2018. *Paspalum conjugatum*. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/38951>. Diakses pada 25 Januari 2019 pukul 22:00 WIB.
- _____. 2018. *Commelina benghalensis*. <https://www.cabi.org/ISC/datasheet/14977>. Diakses pada 25 Januari 2019 pukul 22:57 WIB.
- Dharma Guna Wibawa. 2019. Herbisida Dimex 80 WP. <http://www.pt-dgw.com/index.php/produk/daimex-80-wp-21>. Diakses pada tanggal 20 Agustus 2019 pukul 16.30 WIB.
- Djojosumarto, P. 2008. *Pestisida dan aplikasinya*. PT Agromedia Pustaka. Tangerang. 340 hlm.
- Erida, G. dan E. Herman. 2010. Aplikasi beberapa dosis herbisida paraquat pada biduri dengan umur yang berbeda. *J. Floratek* 5: 94-102.
- Farmindo Ann Chemical. 2008. *Para Special 250 SL- 20 L (Parakuat Diklorida)*. <http://fac-pt.com/produk/paraspecial-250-sl-parakuat-diklorida/>. Diakses pada tanggal 20 Agustus 2019 pukul 16.15 WIB.
- Finney, D.J. 1952. *Probit Analysis: A Statistical Treatment Of The Sigmoid Response Curve*. Edisi Kedua. Cambridge University Press. London. 264 hlm.
- Fryer, J.D dan Matsunaka, S. 1977. *Penanggulangan Gulma Secara Terpadu*. Penerbit Bina Aksara. Jakarta.
- Gerbang Bibit. 2017. *Pembasmi Rumput Herbisida Gramoxone 276 SL*. <https://www.gerbangbibit.com/pembasmi-rumput-herbisida-paraquat-gramoxone-276-sl-250-ml.html>. Diakses pada tanggal 20 Agustus 2019 pukul 16.00 WIB.
- Hastuti, D., Rusmana, Z. Krisdianto. 2013. Respon pertumbuhan gulma tukan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* JACQ.) terhadap pemberian beberapa jenis dan dosis herbisida di PTPN VIII Kebun cisalak baru. *J. Agroekotek* 6 (2): 178-187.
- Hasanuddin. 2013. Aplikasi beberapa dosis herbisida campuran atrazina dan mesotriona pada tanaman jagung: i. Karakteristik gulma. *J. Agrista*. 17(1): 36-41.
- Hermania, W., S. M. F. Ledoh, dan P. D. Rozari. 2010. Studi Kinetika Degradasi Paraquat (1,1- Dimetil-4,4-Bipiridilium) dalam Lingkungan Tanah Pertanian Kabupaten Kupang. *J. Media Exacta* 10 (2): 1-10.
- Hidayati, N., T. Juhaeti, dan F. Syarif. 2009. Mercury and cyanide contaminations in gold mine environment and possible solution of cleaning up by using phytoextraction. *HAYATI Journal of Biosciences*. 16(3): 88-94.

- Humburg, N. E., S. R. Colby, R. 2000. *Herbicide Handbook of the Weed Science Society of America*. WSSA, Inc., Champaign, Illinois, USA.
- Kristanto, B.A. 2006. Perubahan Karakter Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Akibat Alelopati dan Persaingan Teki (*Cyperus rotundus* L.). *Journal Indonesia Tropic Animal Agricultur*. 31 (3): 189–194.
- Kristiawati, I. 2003. Uji tipe campuran herbisida fluroksipir dan glifosat (Topstar 50/30 EW) menggunakan gulma *Paspalum conjugatum* Berg. dan *Mikania micranta* (L.) Kunth. *Skripsi*. Jurusan Biologi, FMIPA Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Marwati. 2014. *Pengendalian gulma rumput setawar/ Borreria alata DC pada tanaman ubi kayu*. <http://cybex.pertanian.go.id/materipenyuluhan/detail/9700/pengendalian-gulma-rumput-setawar-borreria-alata-dc-pada-tanaman-ubi-kayu>. Badan Penyuluhan dan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pertanian. Kementerian Pertanian. Diakses pada tanggal 25 Januari pukul 20:00 WIB.
- Moenandir, J. 1988. *Fisiologi Herbisida*. Rajawali Pers. Jakarta. 143 hlm.
- Mustopa, D.N. 2011. Pengaruh efektifitas herbisida diuron 500 g/l sc dalam pengendalian gulma pada tanaman tebu (*saccharum officinarum* L.). *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 67 hlm.
- Nufarm Indonesia. 2019. *Bimaron 80 WP*. <https://www2.nufarm.com/id/product/bimaron-80-wp/>. Diakses pada tanggal 16 Agustus 2019 Pukul 21.00 WIB.
- Nusa Mandiri Utama. 2019. *Rexxone 276 SL*. <http://www.Nusamandiriutama.com/product/herbisida/rexxone-276sl/>. Diakses pada tanggal 16 Agustus 2019 pukul 21.15 WIB.
- Pahan, I. 2008. *Panduan Lengkap Kelapa Sawit Manajemen Agribisnis Dari Hulu Hingga Hilir*. Penebar Swadaya. Jakarta. 412 hlm.
- Pane, H, dan Jatmiko, S.Y. 2009. *Pengendalian Gulma Pada Tanaman Padi*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi dan Balai Penelitian Lingkungan Pertanian. 267-293 Hlm.
- Paulo, A. T., Alisia, C. R., dan Carlos, Z. L. 2008. *Management of Herbicide Resistant Weed Populations*. Food and Agriculture Organization of The United Nations. Roma. 1 hlm.
- Petrosida Gresik. 2015. *Sidaron 500 SC*. <http://petrosida-gresik.com/id/bisnis/herbisida/sidaron-500-sc>. Diakses pada tanggal 20 Agustus 2019 pukul 16.25 WIB.
- Purba, E. Dan S.J. Damanik. 1996. *Dasar-dasar Ilmu Gulma*. USU Press. Medan.

- Pusat Informasi Paraquat. 2006. *The paraquat Information Center Of Syngenta Crop Protection ag.* <http://www.paraquat.com>.
- Plantamor. 2019. *Ottochloa nodosa*. <http://plantamor.com/species/info/ottochloa/nodosa>. Diakses pada 27 Januari 2019 pukul. 21:00 WIB
- Rao, V.S. 2000. *Principles Of Weed Science* 2nd ed. Science Publisher. Inc USA.
- Saragih, A.L. 2011. Pengaruh herbisida diuron 78,5% wp terhadap pengendalian gulma pada pertanaman tebu (*saccharum officinarum* L.). *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 57 hlm.
- Sastroutomo, S.S. 1990. *Dasar-dasar Pestisida dan Dampak Penggunaannya*. Gramedia. Jakarta. 186 hlm.
- Sembodo, D.R.J. 2010. *Gulma dan Pengelolaannya*. Graha Ilmu. Yogyakarta. 166 hlm.
- Streibig, J. C. 2003. *Assessment of herbicide effects*. CRC Press, Boca Raton, Florida. USA. 22 – 31.
- Sukman, Y., dan Yakup, M.S. 1991. *Gulma dan Teknik Pengendaliannya*. Rajawali Pers. Jakarta. 157 hlm.
- _____. 2002. *Gulma dan Teknik Pengedaliannya*. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya Palembang. Grafindo. Jakarta. 131 hlm.
- Sukman Y. 2002. *Gulma dan Teknik Pengendalian*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta. 217 hlm.
- Syahputra, E., Sarbino, dan S. Dian. 2011. Weeds assessment di perkebunan kelapa sawit lahan gambut. Perkebunan dan Lahan Tropika. *J.Tek. Perkebunan PSDL* 1:37–42 hlm.
- Tampubolon, I. 2009. Uji efektivitas herbisida tunggal maupun campuran dalam pengendalian *Stenoclaena palustris* di gawangan kelapa sawit. *Skripsi*. Program Sarjana. Universitas Sumatera Utara. Medan. 55 hlm.
- Tomlin, C. D. S. 2010. *A World Compedium The Pesticide Manual. Fifteenth ed. British Crop Protection Council*. English. 1606 p.
- Tjitrosoedirjo, S., Utomo I.H., Wiroatmojo J. 1984. *Pengelolaam Gulma di Perkebunan*. PT Gramedia. Jakarta. 201 hlm.
- Tjitrosoemito, S. dan A.H. Burhan. 1995. Campuran herbisida. Prosiding Seminar Pengembangan Aplikasi Kombinasi Herbisida. *Komisi Pestisida dan HIGI*. 25-26 hlm.
- Tresjia, C., Rakian, dan Muhidin. 2008. *Peningkatan efektivitas herbisida glifosat*

dengan penambahan ajuvan ammonium sulfat untuk mengendalikan alang-alang. Universitas Haluoleo. Kendari.

- Umiyati, U., Dedi. W., N. Salarti. 2018. Efektifitas herbisida paraquat diklorida 276 g/l sebagai pengendali gulma pada tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.). *J. Agrosintesa*. 1(1): 37-44.
- Umiyati, U. 2005. Sinergisme campuran herbisidaklomazon dan metribuzin terhadap gulma. *Jurnal Agrijati*. 1(1): 216-219.
- Vencill, W. K., K. Armburust, H. G. Hancock, D. John, G. McDonald, D. Kintner, F. Lichtner, H. McLean, J. Reynolds, D. Rushing, S. Senseman, D. Wauchope. 2002. 8th ed. *Herbicide handbook*. Weed Science Society of America, Wisconsin.
- Weeds Of Australia. 2016. *Chromolaena odorata*. https://keyserver.lucidcentral.org/weeds/data/media/Html/chromolaena_odorata.htm. Diakses pada 25 Januari 2019 pukul 22:00 WIB.
- Weedscience. 2011. *Herbicide Resistant Weed Summary Table*. <http://www.weedscience.org>. Diakses pada tanggal 8 Juli 2019 pukul 20.00 WIB.
- Widayat, D., U. Umiyati, Y. Sumekar, D. Riswandi. 2018. Sifat campuran herbisida berbahan aktif atrazin 500 g/l + mesotrion 50 g/l terhadap beberapa jenis gulma. *J. Kultivasi*. 17(2): 670-675 hlm.
- Wudianto, R. 2006. *Petunjuk Penggunaan Pestisida*. Penebar Swadaya. Jakarta. 209 hlm.