

**EFIKASI HERBISIDA PARAKUAT DIKLORIDA TERHADAP GULMA
PADA TANAMAN KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.) BELUM
MENGHASILKAN (TBM)**

(Skripsi)

Oleh

**Athmarratu Wintani Putri
1954161011**



**PROGRAM STUDI AGRONOMI
JURUSAN AGRONOMI DAN HORTIKULTURA
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

EFIKASI HERBISIDA PARAKUAT DIKLORIDA TERHADAP GULMA PADA TANAMAN KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.) BELUM MENGHASILKAN (TBM)

Oleh

Athmarratu Wintani Putri

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan salah satu komoditas perkebunan utama di Indonesia. Kelapa sawit dikenal sebagai komoditi sektor nonmigas andalan yang berperan penting bagi subsektor perkebunan yang menunjang pembangunan Indonesia. Kelapa sawit belum menghasilkan (TBM) memerlukan pemeliharaan yang efektif untuk berhasil menjadi tanaman produktif. Salah satu unsur pemeliharaan tanaman kelapa sawit adalah pengendalian gulma. Pengendalian gulma dilakukan dengan menggunakan herbisida. Herbisida yang digunakan pada penelitian ini yaitu herbisida dengan bahan aktif parakuat diklorida yang diaplikasi secara pasca tumbuh dan bersifat kontak.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efikasi herbisida parakuat diklorida terhadap gulma pada tanaman kelapa sawit belum menghasilkan. Penelitian dilakukan pada bulan September 2022 sampai dengan November 2022 di Desa Sido Mukti, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan dan Laboratorium Ilmu Gulma Universitas Lampung. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 6 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan yang ditetapkan yaitu Parakuat diklorida 276 g/l dosis 621 g/ha, Parakuat diklorida 276 g/l dosis 828 g/ha, Parakuat diklorida 276 g/l dosis 1.035 g/ha, Parakuat diklorida 276 g/l dosis 1.242 g/ha, penyiangan manual dan Kontrol (tanpa pengendalian gulma).

Uji homogenitas ragam data dilakukan dengan uji Barlett, uji aditivitas dengan menggunakan uji Tukey. Jika syarat asumsi memenuhi, maka data dianalisis dengan sidik ragam dan untuk menguji perbedaan nilai tengah dilakukan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa : (1) Herbisida parakuat diklorida pada dosis 621 g/ha – 1.242 g/ha efektif mengendalikan pertumbuhan gulma total, gulma golongan daun lebar, gulma dominan *Praxelis clematidea*, *Borreria alata*, dan *Paspalum conjugatum*. Sedangkan pada taraf dosis 828 g/ha – 1.242 g/ha efektif mengendalikan gulma golongan rumput, gulma dominan *Digitaria ciliaris*, dan *Eleusine indica*. (2) Herbisida parakuat diklorida mengakibatkan perubahan komposisi gulma pada areal tanaman kelapa sawit (TBM), yang berarti memiliki nilai koefisien komunitas (C) < 75%. (3) Aplikasi herbisida parakuat diklorida tidak menimbulkan keracunan pada tanaman kelapa sawit belum menghasilkan.

Kata kunci : Herbisida, Parakuat diklorida, gulma, Kelapa sawit.

**EFIKASI HERBISIDA PARAKUAT DIKLORIDA TERHADAP GULMA
PADA TANAMAN KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.) BELUM
MENGHASILKAN (TBM)**

Oleh

Athmarratu Wintani Putri

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
2023**

Judul Skripsi : **EFIKASI HERBISIDA PARAKUAT
DIKLORIDA TERHADAP GULMA PADA
TANAMAN KELAPA SAWIT (*Elaeis
guineensis* Jacq.) BELUM MENGHASILKAN
(TBM)**

Nama Mahasiswa : **Athmarratu Wintani Putri**

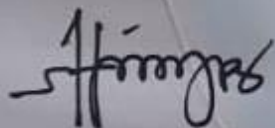
Nomor Pokok Mahasiswa : 1954161011

Jurusan : Agronomi dan Hortikultura


Fakultas : Pertanian

Komisi Pembimbing 1

Komisi Pembimbing 2

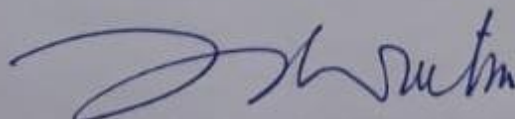


Dr. Hidayat Pujiswanto, S.P., M.P.
NIP 197512172005011004



Prof. Dr. Ir. Rusdi Evizal, M.S.
NIP 196108261986031001

Ketua Jurusan Agronomi dan Hortikultura



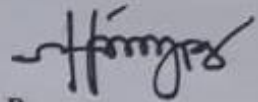
Prof. Dr. Ir. Setyo Dwi Utomo, M. Sc.
NIP 196110211985031002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Pembimbing Utama

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



Anggota Pembimbing

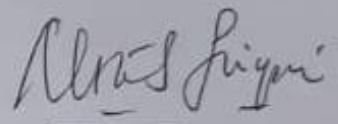
: Prof. Dr. Ir. Rusdi Evizal, M.S.



Penguji

Bukan Pembimbing

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

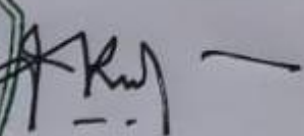


2. Dekan Fakultas Pertanian



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

NIP. 196110201986031002



Tanggal lulus ujian skripsi : 18 Juli 2023

SURAT PERNYATAAN

Saya Athmarratu Wintani Putri mahasiswi Jurusan Agronomi dan Hortikultura angkatan 2019 yang bertanda tangan di bawah ini sebagai penulis, menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "**Efikasi Herbisida Parakuat Diklorida terhadap Gulma pada Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Belum Menghasilkan (TBM)**" adalah hasil tulisan saya sendiri yang menjadi suatu karya dan menjadi syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Pertanian, Universitas Lampung. Tulisan yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku di Universitas Lampung.

Bandar Lampung, 18 Juli 2023
Penulis



Athmarratu Wintani Putri
NPM 1954161011

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 23 Oktober 2001 sebagai anak dari pasangan Bapak Edwin M Zubair dan Ibu Leonita. Penulis adalah anak kedua dari tiga bersaudara.

Penulis mengawali pendidikan formal TK Al Kautsar Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2007 dan SD Al Kautsar Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2013 . Pada tahun yang sama, Penulis melanjutkan pendidikan di SMP Al Kautsar Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2016. Kemudian, Penulis melanjutkan pendidikan ke SMA Al Kautsar Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2019, Penulis mengikuti tes penerimaan masuk universitas pada tahun 2019 dan diterima di Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Untuk meningkatkan kemampuan sebagai mahasiswa pertanian dan sebagai wujud pengabdian kepada masyarakat, Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Labuhan Dalam pada tahun 2021. Kemudian, sebagai bekal untuk melakukan penelitian, melaksanakan Praktik Umum (PU) di PTPN 7 Unit Way Berulu pada bulan Juni-Agustus 2022.

Selama menjadi mahasiswa, Penulis aktif di organisasi internal kampus yaitu, Persatuan Himpunan Mahasiswa Agronomi (HIMAGRHO). Penulis menjalani karirnya selama 2 periode dan mengawali di organisasi internal kampus sebagai anggota bidang Kaderisasi Himagrho.

PERSEMBAHAN

Atas berkat rahmat Allah Yang Maha Kuasa
Sebagai ungkapan rasa syukur, bakti, cinta dan sayang,
kupersembahkan karya sederhanaku ini kepada

Kedua orang tua saya yang tercinta, teristimewa dan yang paling saya sayangi
Ayah Edwin M Zubair dan Ibu Leonita, Kakak dan adek yang saya sayangi
Fahrunnisa Wintani Putri dan Indirazora Wintani Putri, terima kasih selalu sabar
menghadapi penulis, memfasilitasi, membiayai, mendorong, mengingatkan serta
menjadi motivasi saya untuk menyelesaikan studi dan cita – cita agar mampu
membuat mereka bangga dan Bahagia

Dosen di lingkungan Fakultas Pertanian Universitas Lampung

Sahabat – sahabat seperjuangan saya

Almamater yang kubanggakan Universitas Lampung.

SANWACANA

Puji syukur Penulis panjatkan kepada Allah SWT karena limpahan nikmat dan ridha-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan penelitian dan menyusun skripsi ini shalawat serta salam Penulis haturkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW yang Penulis rindukan safaatnya di yaumul akhir kelak. *Aamiin*.

Penulis Skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

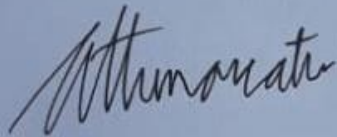
1. Bapak Prof. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M. Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Prof.Dr. Ir. Setyo Dwi Utomo, M. Sc., selaku Ketua Jurusan Agronomi dan Hortikultura Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Hidayat Pujisiswanto, S.P, M.P., selaku Pembing Akademik dan Pembimbing Pertama atas nasihat, motivasi, bimbingan, kesabaran, bantuan, dan kebaikan hati.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Rusdi Evizal, M.S., selaku Pembimbing Kedua atas bimbingan, kesabaran, bantuan, dan kebaikan hati.
5. Ibu Prof. Dr. Ir. Nanik Sriyani M.Sc., selaku Penguji atas saran kebaikan hati.
6. Ibu Prof. Dr. Ir. Yusnita M.Sc., selaku Pembimbing Akademik yang telah mengarahkan, membimbing, dan membantu penulis selama masa perkuliahan.
7. Teristimewa dan utama untuk Orang tua tercinta Ayah Edwin Muhammad Zubair dan Ibu Leonita atas doa, dukungan, kasih sayang, bantuan moril dan materil, serta kesabaran dalam memberikan semangat, motivasi, dan selalu memaklumi semua kesibukkan penulis.

8. Kakakku (Ajo Icha) dan Adekku (Adek Indi) atas doa dan dukungan yang telah diberikan.
9. Teman seperjuangan penelitian Gulma 2019.
10. Teman seperjuangan wisuda Dea, Mara, Wisma, Putu dan Zuisda
11. Teman-teman Agronomi dan Hortikultura angkatan 2019.

Meskipun skripsi ini masih belum sempurna, Penulis berharap dapat bermanfaat bagi pembaca. Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan yang telah kalian berikan kepada penulis.

Bandar Lampung, 18 Juli 2023

Penulis,



Athmarratu Wintani Putri

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	viii
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	6
1.6 Hipotesis.....	9
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kelapa Sawit (<i>Elaeis guineensis</i> jacq.)	10
2.2 Gulma pada Tanaman Sawit	11
2.3 Pengendalian Gulma	12
2.4 Herbisida Parakuat Diklorida.....	13
2.5 Resistensi	16
III. BAHAN DAN METODE	
3.1 Waktu dan Tempat	18
3.2 Bahan dan Metode.....	18
3.3 Metode Penelitian.....	18
3.4 Pelaksanaan Penelitian	19

3.4.1	<i>Pemilihan Lokasi</i>	19
3.4.2	<i>Penentuan Petak Penelitian</i>	19
3.4.3	<i>Aplikasi Herbisida</i>	20
3.4.4	<i>Penyiangan Mekanis</i>	21
3.5	<i>Pengamatan</i>	21
3.5.1	<i>Bobot Kering Gulma</i>	21
3.5.2	<i>Summed Dominance Ratio (SDR)</i>	22
3.5.3	<i>Koefisien Komunitas (C)</i>	23
3.5.4	<i>Penekanan Herbisida terhadap Gulma</i>	24
3.5.5	<i>Kriteria Efikasi</i>	24
3.5.6	<i>Fitotoksisitas Tanaman Kelapa Sawit</i>	24

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	<i>Efikasi Herbisida Parakuat Diklorida terhadap Gulma Total</i>	25
4.2	<i>Efikasi Herbisida Parakuat Diklorida terhadap Gulma Per Golongan</i>	27
4.2.1	<i>Efikasi Herbisida Parakuat Diklorida terhadap Gulma Golongan Rumput</i>	27
4.2.2	<i>Efikasi Herbisida Parakuat Diklorida terhadap Gulma Golongan Daun Lebar</i>	29
4.3	<i>Efikasi Herbisida Parakuat Diklorida Terhadap Gulma Dominan</i>	31
4.3.1	<i>Efikasi Herbisida Parakuat Diklorida terhadap Gulma <i>Eleusine indica</i></i>	31
4.3.2	<i>Efikasi Herbisida Parakuat Diklorida terhadap Gulma <i>Digitaria ciliaris</i></i>	33
4.3.3	<i>Efikasi Herbisida Parakuat Diklorida terhadap Gulma <i>Paspalum conjugatum</i></i>	35
4.3.4	<i>Efikasi Herbisida Parakuat Diklorida terhadap Gulma <i>Praxelis clematidea</i></i>	37
4.3.5	<i>Efikasi Herbisida Parakuat Diklorida terhadap Gulma <i>Borreria alata</i></i>	39
4.4	<i>Perbedaan Komposisi Gulma</i>	41
4.5	<i>Fitotoksisitas Tanaman Kelapa Sawit</i>	43
4.6	<i>Rekomendasi</i>	43

V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	44
5.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perlakuan dosis herbisida yang diaplikasikan.....	19
2. Pengaruh herbisida parakuat diklorida terhadap bobot kering gulma total.....	26
3. Pengaruh herbisida parakuat diklorida terhadap bobot kering gulma golongan rumput.....	28
4. Pengaruh herbisida parakuat diklorida terhadap bobot kering gulma golongan daun lebar	30
5. Pengaruh herbisida parakuat diklorida terhadap bobot kering gulma dominan <i>Eleusine indica</i>	32
6. Pengaruh herbisida parakuat diklorida terhadap bobot kering gulma dominan <i>Digitaria ciliaris</i>	34
7. Pengaruh herbisida parakuat diklorida terhadap bobot kering gulma dominan <i>Paspalum conjugatum</i>	36
8. Pengaruh herbisida parakuat diklorida terhadap bobot kering gulma dominan <i>Praxelis clematidea</i>	38
9. Pengaruh herbisida parakuat diklorida terhadap bobot kering gulma dominan <i>Borreria alata</i>	40
10. Pengaruh herbisida parakuat diklorida terhadap koefisien komunitas di 4 MSA	42
11. Pengaruh herbisida parakuat diklorida terhadap koefisien komunitas di 8 MSA	42
12. Jenis dan tingkat dominasi gulma di lahan kelapa sawit pada 4 MSA	51
13. Jenis dan tingkat dominasi gulma di lahan kelapa sawit pada 8 MSA	52
14. Bobot kering gulma total pada 4 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida.....	53

15. Transformasi $\sqrt{\sqrt{x + 0,5}}$ Bobot kering gulma total pada 4 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	53
16. Analisis ragam bobot kering gulma total pada 4 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	53
17. Bobot kering gulma total pada 8 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	54
18. Transformasi $\sqrt{\sqrt{x + 0,5}}$ Bobot kering gulma total pada 8 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	54
19. Analisis ragam bobot kering gulma total pada 8 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	54
20. Bobot kering gulma golongan rumput pada 4 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	55
21. Transformasi $\sqrt{\sqrt{x + 0,5}}$ Bobot kering gulma golongan rumput pada 4 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida.....	55
22. Analisis ragam bobot kering gulma golongan rumput pada 4 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida.....	55
23. Bobot kering gulma golongan rumput pada 8 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	56
24. Transformasi $\sqrt{\sqrt{\sqrt{x + 0,5}}}$ Bobot kering gulma golongan rumput pada 8 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	56
25. Analisis ragam bobot kering gulma golongan rumput pada 8 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	56
26. Bobot kering gulma golongan daun lebar pada 4 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	57
27. Transformasi $\sqrt{\sqrt{x + 0,5}}$ Bobot kering gulma golongan daun lebar pada 4 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	57
28. Analisis ragam bobot kering gulma golongan daun lebar pada 4 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida.....	57
29. Bobot kering gulma golongan daun lebar pada 8 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	58
30. Transformasi $\sqrt{\sqrt{\sqrt{x + 0,5}}}$ Bobot kering gulma golongan daun lebar pada 8 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	58
31. Analisis ragam bobot kering gulma golongan daun lebar pada 8 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida.....	58
32. Bobot kering gulma <i>Eleusine indica</i> pada 4 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	59
33. Transformasi $\sqrt{\sqrt{x + 0,5}}$ Bobot kering gulma <i>Eleusine indica</i> pada 4 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	59

34. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Eleusine indica</i> pada 4 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	59
35. Bobot kering gulma <i>Eleusine indica</i> pada 8 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	60
36. Transformasi $\sqrt{\sqrt{x + 0,5}}$ Bobot kering gulma <i>Eleusine indica</i> pada 8 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	60
37. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Eleusine indica</i> pada 8 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	60
38. Bobot kering gulma <i>Praxelis clematidea</i> pada 4 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	61
39. Transformasi $\sqrt{\sqrt{x + 0,5}}$ Bobot kering gulma <i>Praxelis clematidea</i> pada 4 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	61
40. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Praxelis clematidea</i> pada 4 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida.....	61
41. Bobot kering gulma <i>Praxelis clematidea</i> pada 8 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	62
42. Transformasi $\sqrt{x + 0,5}$ Bobot kering gulma <i>Praxelis clematidea</i> pada 8 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	62
43. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Praxelis clematidea</i> pada 8 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida.....	62
44. Bobot kering gulma <i>Digitaria ciliaris</i> pada 4 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	63
45. Transformasi $\sqrt{x + 0,5}$ Bobot kering gulma <i>Digitaria ciliaris</i> pada 4 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	63
46. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Digitaria ciliaris</i> pada 4 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	63
47. Bobot kering gulma <i>Digitaria ciliaris</i> pada 8 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	64
48. Transformasi $\sqrt{\sqrt{x + 0,5}}$ Bobot kering gulma <i>Digitaria ciliaris</i> pada 8 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	64
49. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Digitaria ciliaris</i> pada 8 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	64
50. Bobot kering gulma <i>Borreria alata</i> pada 4 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	65
51. Transformasi $\sqrt{x + 0,5}$ Bobot kering gulma <i>Borreria alata</i> pada 4 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida.....	65
52. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Borreria alata</i> pada 4 MSA akibat	

perlakuan herbisida parakuat diklorida	65
53. Bobot kering gulma <i>Borreria alata</i> pada 8 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	66
54. Transformasi $\sqrt{\sqrt{x + 0,5}}$ Bobot kering gulma <i>Borreria alata</i> pada 8 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	66
55. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Borreria alata</i> pada 8 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida.....	66
56. Bobot kering gulma <i>Paspalum conjugatum</i> pada 4 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	67
57. Transformasi $\sqrt{x + 0,5}$ Bobot kering gulma <i>Paspalum conjugatum</i> pada 4 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	67
58. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Paspalum conjugatum</i> pada 4 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	67
59. Bobot kering gulma <i>Paspalum conjugatum</i> pada 8 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida.....	68
60. Transformasi $\sqrt{\sqrt{x + 0,5}}$ Bobot kering gulma <i>Paspalum conjugatum</i> pada 8 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida	68
61. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Paspalum conjugatum</i> pada 8 MSA akibat perlakuan herbisida parakuat diklorida.....	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema Kerangka Pemikiran.....	8
2 Rumus parakuat diklorida	15
3. Tata letak percobaan	20
4. Denah satuan petak perlakuan untuk keperluan pengambilan contoh gulma dan pengamatan fitotoksisitas	22
5. Tingkat penekanan herbisida parakuat diklorida terhadap bobot kering gulma total.....	27
6. Tingkat penekanan herbisida parakuat diklorida terhadap bobot kering gulma golongan rumput	29
7. Tingkat penekanan herbisida parakuat diklorida terhadap bobot kering gulma golongan daun lebar	31
8. Tingkat penekanan herbisida parakuat diklorida terhadap bobot kering gulma dominan <i>Eleusine indica</i>	33
9. Tingkat penekanan herbisida parakuat diklorida terhadap bobot kering gulma dominan <i>Digitaria ciliaris</i>	35
10. Tingkat penekanan herbisida parakuat diklorida terhadap bobot kering gulma dominan <i>Paspalum conjugatum</i>	37
11. Tingkat penekanan herbisida parakuat diklorida terhadap bobot kering gulma dominan <i>Praxelis clematidea</i>	39
12. Tingkat penekanan herbisida parakuat diklorida terhadap bobot kering gulma dominan <i>Borreria alata</i>	41
13. Pengamatan fitotoksisitas 2 MSA	69
14. Pengamatan fitotoksisitas 4 MSA	70
15. Pengamatan fitotoksisitas 6 MSA	71

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan salah satu komoditas perkebunan utama di Indonesia. Kelapa sawit dikenal sebagai komoditi sektor nonmigas andalan yang berperan penting bagi subsektor perkebunan yang menunjang pembangunan Indonesia. Penyebaran kelapa sawit di Indonesia berada pada pulau Sumatra, Kalimantan, Jawa, Sulawesi, Papua, dan beberapa pulau tertentu di Indonesia. Luas areal perkebunan kelapa sawit di Indonesia mencapai 10 juta Ha dan untuk produksi mencapai 29 juta ton, sedangkan untuk Sumatera Barat luas perkebunan kelapa sawit mencapai 3 juta Ha dan untuk produksinya mencapai 1 juta ton (BPS, 2014).

Tingginya pertumbuhan industri kelapa sawit merupakan hal positif yang perlu dipertahankan dan ditingkatkan lagi. Usaha untuk mempertahankan dan meningkatkan produktivitas tanaman dapat dilakukan melalui kegiatan pemeliharaan yang tepat. Kehadiran gulma di perkebunan kelapa sawit dapat mengakibatkan penurunan kuantitas dan kualitas produksi tandan buah segar (TBS), gangguan terhadap pertumbuhan tanaman, peningkatan serangan hama dan penyakit, dan gangguan tata guna air (Pusat Penelitian Kelapa Sawit, 2019).

Kelapa sawit belum menghasilkan (TBM) memerlukan pemeliharaan yang efektif untuk berhasil menjadi tanaman produktif. Pemeliharaan tanaman kelapa sawit TBM biasanya meliputi sanitasi tanaman, pengendalian hama dan penyakit,

pemeliharaan piringan tanaman, pengendalian gulma, dan pemupukan. Dari banyaknya kegiatan pemeliharaan tanaman kelapa sawit TBM, terdapat salah satu faktor yang sering menjadi permasalahan petani dalam budidaya kelapa sawit yaitu masalah pengendalian gulma. Menurut Sarjono dan Sofyan (2017), penurunan produktifitas kelapa sawit terjadi secara signifikan disebabkan oleh adanya pertumbuhan gulma yang tidak terkendali.

Gulma merupakan tumbuhan yang tumbuh yang merugikan petani atau manusia dan harus dikendalikan. Hal ini karena gulma dapat menyebabkan terjadinya persaingan dengan tanaman budidaya dalam memperoleh air, unsur hara, dan cahaya matahari sehingga tanaman budidaya tidak menunjukkan hasil yang sesuai dengan potensinya (Umiyati, dkk., 2021). Dampak yang diakibatkan oleh adanya gulma tidak dapat dilihat secara langsung dan berjalan dengan lambat, berbeda dengan hama dan penyakit tanaman. Namun, kerugian yang ditimbulkan oleh adanya gulma sangat besar karena dapat memengaruhi jumlah produksi yang hasilnya akan menurun secara perlahan dan bertahap.

Penggunaan herbisida merupakan teknik pengendalian gulma secara kimia yang memiliki keuntungan terutama pada lahan budidaya yang luas. Keberhasilan aplikasi herbisida ditentukan oleh beberapa faktor antara lain, gulma sasaran, cuaca, jenis herbisida yang digunakan dan tata cara aplikasinya. Syarat untuk mengaplikasikan herbisida juga harus sesuai dengan kondisi di lapangan. Sebelum herbisida diaplikasikan terhadap gulma, maka terlebih dahulu harus mengetahui gulma sasaran dan tanaman yang dibudidayakan serta sifat – sifatnya. Jenis herbisida juga penting untuk diketahui apakah sesuai untuk mengendalikan gulma sasaran dan tidak meracuni tanaman serta bagaimana herbisida tersebut diaplikasikan. Selain itu, faktor lain yang sangat menentukan keberhasilan suatu aplikasi herbisida adalah cuaca, alat yang digunakan dan orang yang mengaplikasikan herbisida tersebut. Apabila hal hal tersebut sudah dilaksanakan dengan baik maka hasil dari pengaplikasian herbisida juga diharapkan dapat baik pula (Djojsumarto, 2000).

Menurut Mukhtar (2004), herbisida parakuat merupakan herbisida kontak dan bila molekul herbisida ini terkena sinar matahari setelah berpenetrasi ke dalam daun atau bagian lain yang hijau maka molekul ini akan bereaksi menghasilkan molekul hidrogen peroksida yang merusak membran sel dan seluruh organ tumbuhan. Semakin tinggi dosis yang diberikan maka herbisida yang diserap akan semakin banyak sehingga menekan pertumbuhan gulma. Hal ini disebabkan semakin tinggi dosis herbisida yang diaplikasikan maka semakin peka gulma terhadap herbisida sebab bahan aktifnya akan lebih banyak diserap sehingga kematian gulma semakin cepat. Herbisida parakuat diklorida dapat menyebabkan tumbuhan cepat layu dan mengering beberapa jam setelah aplikasi yang dimulai dengan nekrosis secara menyeluruh dalam 1–3 hari.

Herbisida berbahan aktif parakuat diklorida dapat mengendalikan gulma pada tanaman kelapa sawit, sengon, cengkeh, kakao (TBM), kapas, jeruk, karet, kopi, lada, ubi, padi pasang surut, rosela, tebu, teh, jagung (TOT). Herbisida parakuat diklorida bekerja dalam kloroplas. Kloroplas merupakan bagian dalam proses fotosintesis, yang mengabsorpsi cahaya matahari yang digunakan untuk menghasilkan gula. Diketahui bahwa parakuat diklorida bekerja dalam sistem membran fotosintesis, yang menghasilkan elektron bebas untuk menjalankan proses fotosintesis. Tingginya persentase pengendalian gulma akibat aplikasi herbisida parakuat diklorida juga disebabkan karena terhambatnya proses fotosistem I pada fotosintesis (Sukman dan Yakup, 2002).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka penelitian ini dilakukan untuk menjawab rumusan masalah, sebagai berikut :

1. Berapa dosis herbisida parakuat diklorida yang efektif dalam mengendalikan gulma pada piringan tanaman kelapa sawit belum menghasilkan ?
2. Apakah terjadi perubahan komposisi gulma pada pertanaman kelapa sawit setelah aplikasi herbisida parakuat diklorida ?

3. Apakah aplikasi herbisida parakuat diklorida di piringan bersifat meracuni tanaman kelapa sawit belum menghasilkan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui dosis herbisida parakuat diklorida yang efektif dalam mengendalikan gulma pada areal pertanaman kelapa sawit belum menghasilkan
2. Mengetahui perubahan komposisi gulma pada pertanaman kelapa sawit setelah aplikasi herbisida parakuat diklorida.
3. Mengetahui fitotoksisitas herbisida parakuat diklorida pada tanaman kelapa sawit belum menghasilkan setelah aplikasi di piringan

1.4 Landasan Teori

Gulma merupakan tumbuhan yang merugikan kepentingan manusia, baik dari segi ekonomi, ekologis, kesehatan, maupun estetika. Gulma dapat berkompetisi dengan tanaman budidaya dalam memperebutkan sarana tumbuh, seperti unsur hara, air tanah, cahaya matahari, maupun ruang tumbuh selama proses budidaya tanaman. Menurut Kilkoda (2015) jenis golongan gulma meliputi gulma rumput (*grasses*), gulma golongan daun lebar (*broad leaves*) dan gulma golongan tekian (*sedges*). Salah satu faktor yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman selain faktor alam, budidaya tanaman dan genetik adalah gulma. Pengendalian gulma biasanya dilakukan dengan menggunakan herbisida, namun relatif mahal harganya (Prasetyo dan Sofyan, 2016).

Berbagai macam metode pengendalian gulma telah banyak dilakukan di perkebunan seperti metode mekanis, metode manual, biologis, kultur teknis, maupun metode kimiawi dengan penggunaan herbisida, atau bahkan dengan menggabungkan beberapa metode sekaligus. Metode yang paling banyak

digunakan untuk pengendalian gulma yaitu metode kimiawi dengan menggunakan herbisida. Metode ini dinilai lebih praktis dan menguntungkan dibandingkan dengan metode yang lain. Hal tersebut karena pengendalian gulma dengan metode kimiawi dengan menggunakan herbisida membutuhkan tenaga kerja yang lebih sedikit dan waktu pelaksanaan yang relatif lebih singkat (Barus, 2003).

Herbisida parakuat diklorida merupakan herbisida yang sangat efektif membunuh tumbuhan secara kontak dan bersifat non selektif (Djojoseumarto, 2008). Cara mengaplikasikan herbisida juga dapat dilakukan pada alur di antara baris tanaman atau aplikasi dengan menggunakan pelindung sehingga cipratan herbisida (droplet) tidak akan mengenai tanaman budidaya (Sembodo, 2010). Ledoh, dkk., (2010) menyatakan molekul herbisida parakuat terikat kuat oleh butir-butir tanah yang menyebabkan senyawa ini dapat bertahan lama di dalam tanah. Parakuat diklorida digunakan untuk mengendalikan gulma seperti enceng gondok di danau dan di pantai, rumput teki di sawah dan gulma lainnya di perkebunan sawit, kopi, lada, tebu, dan lain-lain.

Parakuat diklorida tidak bergerak di lumpur lempung dan tanah liat berdebu, namun sedikit bergerak di tanah liat berpasir. Parakuat diklorida akan stabil selama 30 hari dilingkungan yang baik. Parakuat diklorida dapat diurai ke produk akhir tidak beracun oleh bakteri tanah. Terlebih lagi residu parakuat diklorida hilang dengan cepat dari air, sehingga residu tidak meresap ke tanaman. Parakuat diklorida cepat mengadsorpsi partikel tanah, namun tidak mudah dekomposisi oleh sinar matahari (Binarjo, 2001).

Menurut penelitian yang dilakukan Anggriawan (2018), herbisida yang digunakan untuk mengendalikan gulma pada tanaman kelapa sawit belum menghasilkan adalah herbisida berbahan aktif parakuat diklorida. Aplikasi herbisida pada gulma kelapa sawit belum menghasilkan (TBM) diperoleh hasil bahwa dosis herbisida parakuat diklorida 276 SL 1,50 l.ha⁻¹ , 2,00 l.ha⁻¹ , 2,50 l.ha⁻¹ , dan 3,00 l.ha⁻¹ dapat menurunkan bobot kering gulma jika dibandingkan dengan bobot kering gulma pada petak perlakuan kontrol. Hal ini dapat terjadi karena herbisida

parakuat diklorida merupakan herbisida kontak dan nonselektif. 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).

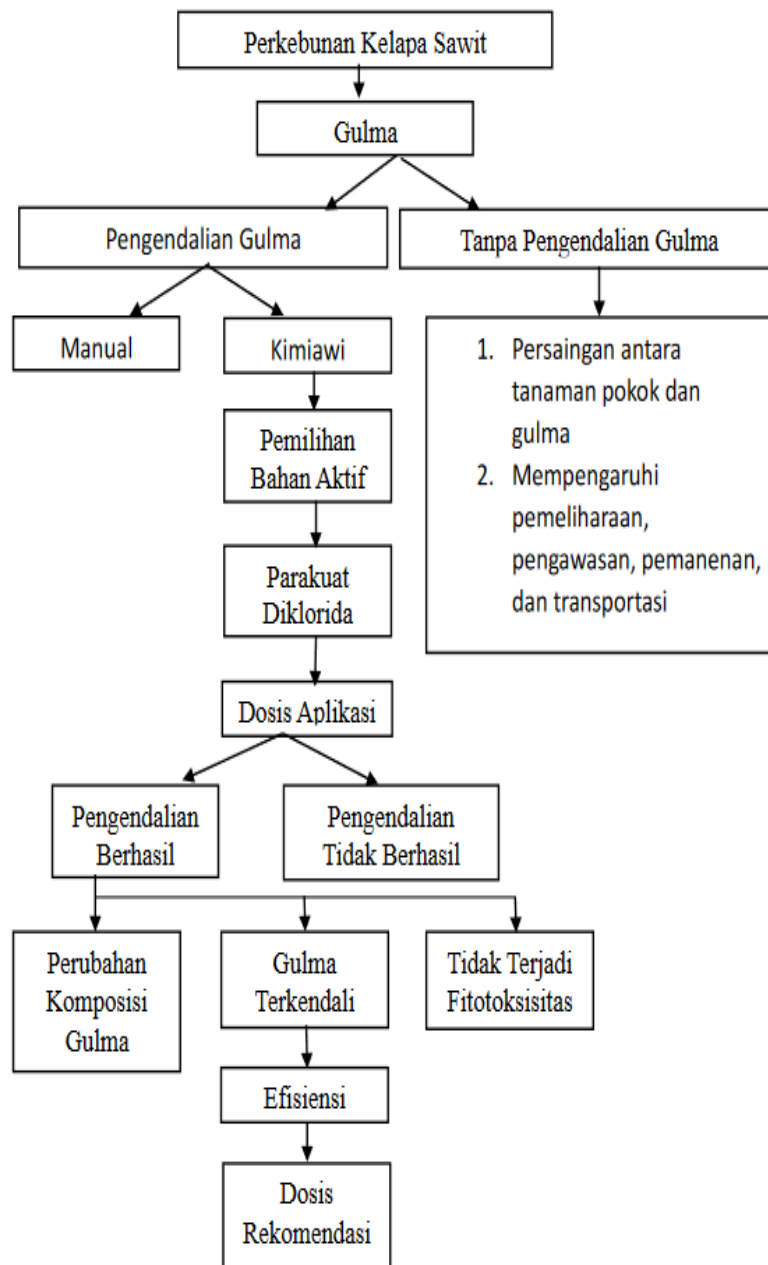
1.5 Kerangka Pemikiran

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan salah satu komoditas perkebunan utama di Indonesia. Di Provinsi Lampung, kelapa sawit merupakan komoditas perkebunan unggulan dan berkembang dengan pesat. Tingginya pertumbuhan industri kelapa sawit merupakan hal positif yang perlu dipertahankan dan ditingkatkan lagi. Salah satu unsur pemeliharaan tanaman kelapa sawit pada periode tanaman menghasilkan (TM) adalah pengendalian gulma. Kelapa sawit belum menghasilkan (TBM) juga memerlukan pemeliharaan meliputi sanitasi tanaman, pengendalian hama dan penyakit, pemeliharaan piringan tanaman, pengendalian gulma dan pemupukan. Kehadiran gulma di perkebunan kelapa sawit dapat mengakibatkan penurunan kuantitas dan kualitas produksi tandan buah segar (TBS), gangguan terhadap pertumbuhan tanaman, peningkatan serangan hama dan penyakit, dan gangguan tata guna air.

Pertumbuhan gulma pada lahan budidaya tidak dapat dihindarkan terutama pada lahan yang tidak ditanami. Gulma sangat merugikan para petani karena dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Hal ini karena gulma dapat menyebabkan kompetisi berupa air, unsur hara, sinar matahari, dan ruang tumbuh terhadap tanaman budidaya yang dapat merugikan. Terdapat 3 macam golongan gulma, yaitu gulma rumput (*grasses*), gulma golongan daun lebar (*broad leaves*) dan gulma golongan tekian (*sedges*). Pengendalian gulma dapat dilakukan dengan berbagai metode., antara lain dengan metode kimiawi, mekanis, kultur teknis, biologis, dan dapat juga secara manual.

Pengendalian gulma dengan metode kimiawi merupakan teknik pengendalian gulma dengan pemberian zat-zat kimia tertentu pada gulma yang dimana zat-zat tersebut bersifat racun/toksin yang dapat merusak jaringan tanaman/gulma. Bahan kimiawi yang digunakan untuk mengendalikan gulma sering disebut dengan istilah Herbisida. Metode ini paling banyak digunakan untuk pengendalian gulma. Penggunaan herbisida dinilai lebih praktis dan menguntungkan dibandingkan dengan metode yang lain. Hal tersebut karena pengendalian gulma dengan metode kimiawi dengan menggunakan herbisida membutuhkan tenaga kerja yang lebih sedikit dan waktu pelaksanaan yang relatif lebih singkat.

Salah satu herbisida yang digunakan untuk mengendalikan gulma adalah parakuat diklorida. Herbisida parakuat diklorida merupakan herbisida yang sangat efektif membunuh tumbuhan secara kontak dan bersifat non selektif. Parakuat diklorida dapat digunakan untuk mengendalikan gulma seperti enceng gondok di danau dan di pantai, rumput teki di sawah dan gulma lainnya di perkebunan sawit, kopi, lada, tebu, dan lain-lain. Herbisida parakuat diklorida 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. Semakin tinggi dosis herbisida yang diaplikasikan maka semakin peka gulma terhadap herbisida, sebab bahan aktifnya akan lebih banyak diserap sehingga kematian gulma semakin cepat. Pada Gambar 1 menunjukkan skema kerangka pemikiran.



Gambar 1. Skema Kerangka Pemikiran

1.6 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah dikemukakan, maka pada penelitian ini hipotesis yang dapat diajukan adalah :

1. Herbisida parakuat diklorida pada dosis 621 g/ha – 1.242 g/ha efektif dalam pengendalian gulma pada tanaman kelapa sawit belum menghasilkan (TBM)
2. Terjadi perubahan komposisi gulma yang terdapat pada pertanaman kelapa sawit setelah aplikasi herbisida parakuat diklorida.
3. Aplikasi herbisida parakuat diklorida di piringan tidak meracuni tanaman kelapa sawit belum menghasilkan (TBM).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* jacq.)

Kelapa sawit diklasifikasikan menurut Pahan (2012), sebagai berikut:

- Divisi : Embryophyta Siphonagama
- Kelas : Angiospermae
- Ordo : Monocotyledonae
- Famili : Arecaceae
- Subfamili : Cocoideae
- Genus : *Elaeis*
- Spesies : *Elaeis guineensis* Jacq.

Kelapa sawit adalah salah satu komoditas yang utama di dunia. Dalam dua dekade tersebut bisnis sawit tumbuh diatas 10% per tahun, jauh meninggalkan komoditas perkebunan lainnya yang tumbuh dibawah 5%. Kecenderungan tersebut semakin mengerucut, dengan ditemukanya hasil-hasil penelitian terhadap deversifikasi yang dapat dihasilkan oleh komoditi ini, selain komoditi utama berupa minyak sawit, sehingga menjadi komoditi ini sangat digemari investor perkebunan. Masa umur ekonomi kelapa sawit yang cukup lama sejak mulai tanaman mulai menghasilkan, yaitu sekitar 25 tahun menjadi jangka waktu perolehan manfaat dari investasi di sektor ini menjadi salah satu pertimbangan yang ikut menentukan bagi kalangan dunia (Krisnohadi, 2011).

Kelapa sawit merupakan tanaman monokotil (berbiji tunggal) yang dapat tumbuh dengan baik di daerah dataran rendah. Tanaman kelapa sawit baru dapat berproduksi setelah berumur sekitar 30 bulan setelah ditanam di lapangan. Buah yang dihasilkan disebut tandan buah segar (TBS) atau fresh fruit bunch (FFB). Produktivitas tanaman kelapa sawit meningkat mulai umur 3-14 tahun dan akan menurun kembali setelah umur 15-25 tahun. Setiap pohon sawit dapat menghasilkan 10-15 TBS per tahun dengan berat 3-40 kg per tandan, tergantung umur tanaman. Dalam satu tandan, terdapat 1.000-3.000 brondolan dengan berat brondolan berkisar 10-20 gram (Pahan, 2012).

2.2 Gulma pada Tanaman Sawit

Salah satu tantangan terbesar dalam peningkatan potensi kelapa sawit di Indonesia adalah gulma. Gulma menjadi salah satu masalah penting dalam tumbuhan pengganggu tanaman pohon perkebunan sehingga perlu dilakukan tindakan pengendalian. Menurut Pahan (2008) menyatakan terdapat tiga jenis gulma yang harus dikendalikan, yaitu ilalang di piringan dan gawangan, rumput di piringan, dan anak kayu di gawangan. Ilalang di gawangan dan piringan efektif dikendalikan secara kimia dengan teknik sesuai dengan populasi ilalang yang ada. Gulma rumput di piringan dapat dikendalikan baik secara manual maupun kimia. Kegiatan pemeliharaan berperan penting dalam upaya peningkatan produksi kelapa sawit. Salah satu kegiatan utama dalam pemeliharaan tanaman kelapa sawit adalah pengendalian gulma.

Pengendalian gulma bertujuan untuk menghindari terjadinya persaingan antara tanaman kelapa sawit dengan gulma dalam pemanfaatan unsur hara, air dan cahaya. Selain itu, pengendalian gulma juga bertujuan untuk mempermudah kegiatan panen. Adriadi, dkk (2012) menyatakan gulma pada perkebunan kelapa sawit merupakan gulma campuran berdaun lebar, rumput-rumputan, dan teki-tekian. Populasi gulma rumput lebih dominan daripada gulma berdaun lebar pada perkebunan kelapa sawit muda. Gulma yang dominan di areal pertanaman kelapa

sawit adalah *Imperata cylindrica* (L.), *Mikania micrantha* (L.), *Cyperus rotundus* (L.), *Otochloa nodosa* (Kunth.), *Melostoma malabatricum* (L.), *Lantana camara* (L.), *Gleichenia linearis* (Burm.) dan sebagainya.

2.3 Pengendalian Gulma

Pengendalian gulma dapat diartikan sebagai proses membatasi populasi gulma sehingga tanaman dapat dibudidayakan secara produktif dan efisien. Populasi gulma pada lahan budidaya harus ditekan, sebelum merugikan tanaman. Hal ini merupakan prinsip penting dalam pengendalian gulma pada tanaman budidaya. Gulma pada lahan budidaya akan menyebar dan berkembang biak apabila menunda pengendalian gulma hingga gulma berbunga (Puspitasari, dkk., 2013). Pada perkebunan kelapa sawit menerapkan pengendalian gulma terpadu dengan menggunakan seluruh metode pengendalian seperti kultur teknis, preventif, biologi, kimiawi secara selektif maupun spesifik serta memperhatikan kelestarian lingkungan (Rambe, dkk., 2010).

Pengendalian gulma pada prinsipnya merupakan usaha meningkatkan daya saing tanaman utama dan melemahkan daya saing gulma. Keunggulan tanaman pokok harus menjadi sedemikian rupa sehingga gulma tidak mampu mengembangkan pertumbuhan secara berdampingan atau pada waktu bersamaan dengan tanaman utama. Dalam pengertian ini semua praktek budidaya di tanaman dapat dibedakan mana yang lebih meningkatkan daya saing tanaman utama atau meningkatkan daya saing gulma (Sukman dan Yakup, 2002). Pengendalian gulma harus memperhatikan teknik pelaksanaannya di lapangan (faktor teknis), biaya yang diperlukan (faktor ekonomis) dan kemungkinan dampak negatif yang ditimbulkannya. Terdapat beberapa metode/cara pengendalian gulma yang dapat dipraktekan dilapangan. Sebelum melakukan tindakan pengendalian gulma sangat penting mengetahui cara-cara pengendalian guna memilih cara yang paling tepat untuk suatu jenis tanaman budidaya dan gulma yang tumbuh disuatu daerah.

Menurut Sukman dan Yakup, (2002) terdapat beberapa teknik pengendalian gulma, antara lain :

1. Pengendalian secara mekanis/fisik (pengolah tanah, penyiangan, pencabutan, pembabatan, penggenangan dan pembakaran)
2. Pengendalian secara hayati (dengan menggunakan musuh alami, manipulasi musuh alami dan pengolahan musuh alami yang ada disuatu daerah)
3. Pengendalian secara kimiawi (herbisida dengan berbagai formulasi, surfaktan, alat aplikasi dsb).

2.4 Herbisida Parakuat Diklorida

Parakuat merupakan suatu herbisida golongan bipyridylum. Parakuat merupakan herbisida yang paling umum digunakan dari golongan ini. Bahan aktif parakuat termasuk golongan II dimana absorpsi parakuat mempunyai efek serius dalam jangka panjang. Angka kematian akibat toksisitas dari parakuat sangat tinggi karena toksisitasnya secara langsung dan belum adanya pengobatan yang efektif (Indika & Buckley, 2011).

Parakuat diklorida diperkenalkan oleh ICI Divisi Perlindungan Tanaman (sekarang Syngenta AG). Herbisida parakuat diklorida ditemukan pada tahun 1955, dan pertama kali dipasarkan pada tahun 1962. Herbisida ini terdaftar untuk spektrum tanaman yang cukup luas, antara lain pada cengkeh, kakao (TBM), kapas, jeruk, karet, kelapa sawit, kopi, lada, padi, rosela, tebu, teh, dan ubi kayu. Herbisida parakuat merupakan herbisida kontak dan bersifat non selektif. Parakuat diklorida diserap oleh tumbuhan melalui dedaunan (Britt dkk., 2003).

Herbisida parakuat diklorida merupakan herbisida yang dapat diaplikasikan pada saat purna tumbuh. Herbisida ini merupakan herbisida kontak yang dapat mematikan jaringan tumbuhan yang terkontaminasi dan beracun pada sel-sel tumbuhan yang hidup. Apabila daun tanaman terkena herbisida, daun akan segera layu dan akhirnya seperti terbakar. Keuntungan penggunaan herbisida kontak adalah gulma cepat mati sehingga dapat segera ditanami (Sarbino & Syahputra, 2012).

Terdapat beberapa sifat parakuat yang menguntungkan ketika digunakan untuk mengendalikan gulma secara kimiawi, antara lain: (1) reaksi yang cepat dalam meracuni dan mematikan gulma, (2) ketahanan terhadap pengaruh cuaca khususnya datangnya hujan, (3) Spektrum pengendalian yang luas, (4) di tanah nonaktif dan terjerap kuat oleh partikel tanah, (5) mudah terdegradasi secara biologis dalam larutan tanah dan (6) metabolisme dan degradasi fotokimia parakuat yang menghasilkan molekul tidak berbahaya (Sriyani,2020).

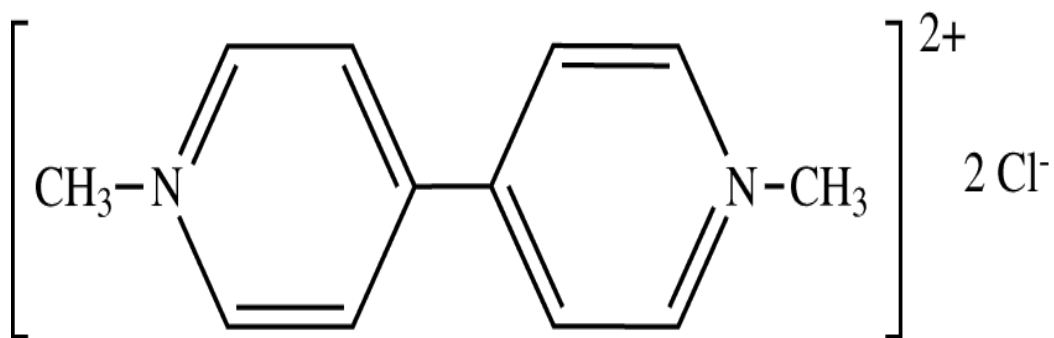
Herbisida parakuat diklorida tidak mudah tercuci ataupun bergerak menuju lapisan tanah yang lebih dalam, karena jerapan yang kuat oleh partikel tanah. Deteksi pergerakan parakuat dalam tanah menggunakan metode *bioassay* menunjukkan bahwa 12 minggu setelah aplikasi bahan aktif parakuat total yang terdeteksi kurang lebih 38% pada tanah podsolik merah kuning (PMK) dan sekitar 54% pada tanah latosol cokelat dari daerah Way Lima Lampung Selatan (Sriyani,2020).

Penggunaan herbisida, khususnya parakuat, memberikan dampak positif terhadap efisiensi teknis dan ekonomis. Secara Teknis, terjadi substitusi penggunaan tenaga kerja yang awalnya digunakan untuk mengendalikan gulma secara manual dan kimiawi. Dampak dari efisiensi teknis tersebut adalah para petani mengalami efisiensi biaya perawatan baik pada penggunaan di pasar pikul (jalur transportasi pengiriman hasil panen, TBS dan di piringan kelapa sawit). Efisiensi teknis mencapai angka lebih dari 50%, terjadi penghematan jam kerja lebih besar daripada 50%. Sementara itu, efisiensi ekonomis sangat bervariasi bergantung pada upah buruh yang berlaku di masing-masing lokasi kajian. Semakin mahal upah buruh, semakin besar efisiensi biaya yang dihasilkan (Hakim, 2020).

Herbisida parakuat diklorida memiliki efek toksisitas terhadap organisme eukariotik (Suntres,2002). Karakteristik dari herbisida ini adalah tidak dapat diserap oleh bagian tanaman yang tidak berwarna hijau seperti batang dan akar, serta tidak aktif di tanah. Ketidakaktifan tersebut disebabkan adanya reaksi antara dua muatan ion positif pada parakuat diklorida dan muatan ion negatif pada mineral tanah sehingga molekul positif parakuat terabsorpsi kuat dengan lapisan

tanah yang tidak aktif lagi. Penetrasi parakuat terjadi melalui daun. Aplikasi parakuat akan lebih efektif apabila tersedia cahaya matahari karena reaksi keduanya akan menghasilkan hidrogen peroksida yang merusak membran sel. Cara kerja paraquat 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.

Parakuat diklorida memiliki rumus molekul $C_{12}H_{14}Cl_2N_2$ dan rumus bangun seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Rumus parakuat diklorida (Tomlin, 2010)

Kelebihan herbisida berbahan aktif parakuat diklorida adalah bekerja secara langsung, cepat mematikan atau membunuh jaringan-jaringan atau bagian gulma sasaran yang terkena larutan herbisida, terutama pada bagian gulma yang berwarna hijau yang aktif berfotosintesis. Herbisida ini bereaksi sangat cepat dan efektif jika digunakan untuk mengendalikan gulma yang masih hijau, serta gulma yang masih memiliki sistem perakaran tidak meluas. Herbisida parakuat diklorida bekerja dengan cara menghasilkan radikal hidrogen peroksida yang memecahkan membran sel dan merusak seluruh konfigurasi sel. Keistimewaannya, dapat mengendalikan gulma secara cepat, 2–3 jam setelah disemprot gulma sudah layu dan 2–3 hari kemudian mati. Sehingga bermanfaat jika waktu penanaman harus segera dilakukan (Sarbin dan Syahputra, 2012).

LD50 merupakan 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. 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). Paraquat tergolong herbisida paling beracun, sebagaimana ditunjukkan oleh harga LD50 yang dimilikinya cukup rendah yaitu sebesar 93,4 – 113,5 mg/kg berat ion paraquat, demikian juga konsentrasi paraquat di lingkungan air, yaitu antara 1,2 mg/kg akan menimbulkan keracunan pada mamalia tikus (European Commission, 2003).

2.5 Resistensi

Pemakaian satu jenis bahan herbisida secara terus-menerus mungkin akan mengakibatkan terjadinya pertumbuhan gulma-gulma resisten. Akibat yang terjadi dari penggunaan herbisida dengan bahan aktif yang sama secara terus menerus dalam suatu lahan, yaitu terjadi perubahan dominansi dalam komunitas gulma dari jenis gulma yang peka menjadi jenis gulma yang toleran (Tampubolon, 2010). Peningkatan masalah terhadap populasi gulma yang resisten herbisida sebagian besar terjadi pada negara-negara dengan sistem pertanian yang intensif. Adanya ketergantungan dengan alat-alat manajemen gulma dengan mengabaikan prinsip-prinsip pengelolaan gulma terpadu, sangat erat kaitannya dengan perubahan pada komunitas populasi gulma. Keterbatasan dalam sistem penanaman, kurangnya pergantian bahan kimia herbisida dan cara kerja, keterbatasan dalam teknik pengendalian gulma, peningkatan dosis merupakan pendorong utama terjadinya resistensi herbisida (Menne dan Kocher, 2007).

Gulma yang resisten terhadap herbisida dapat dipengaruhi oleh dua faktor. Faktor pertama yang dapat memicu terbentuknya populasi gulma resisten adalah munculnya biotipe resisten di antara populasi sensitif sehingga populasi resisten

bertambah banyak. Faktor yang kedua adalah karena penerapan pola tanam monokultur di perkebunan, sehingga dengan penggunaan herbisida yang sama untuk mengendalikan gulma di areal yang sama dan melindungi tanaman yang sama selama bertahun-tahun maka akan memunculkan gulma resisten terhadap herbisida secara cepat (Ferrel, 2014).

Kejadian resistensi herbisida pertama di Indonesia dijumpai pada genjer (*Limnocharis flava*) gulma berdaun lebar yang resisten terhadap 2,4-D pada lahan padi sawah di daerah Simalungun, Sumatera Utara. Sampai tahun 2012 tidak ada kasus resistensi lagi yang dilaporkan di Indonesia. Namun, sejak tahun 2012 hingga sekarang perkembangan kejadian resistensi meningkat secara tajam. Sebuah survei, dilakukan untuk mengevaluasi resistensi gulma *E. indica* terhadap parakuat dilakukan di dua wilayah sentra produksi jagung di Sumatra Utara, Kabupaten Simalungun dan Karo. Hasil survei menunjukkan bahwa gulma *E. indica* telah resisten terhadap parakuat di 80% dari 59 areal pertanaman jagung di Simalungun dan 97% dari 72 areal pertanaman jagung di Kabupaten Karo (Purba, 2020).

Kasus resistensi gulma *Eleusine indica* yang resisten terhadap herbisida parakuat ditemukan pertama kali di kebun sayuran di Malaysia, Penang pada tahun 1990. Wilayah tempat penemuannya meliputi Pahang, Trengganu, Perak, Johore, Kedah, Selandar, dan Penang. Selain itu, kasus resistensi gulma *Eleusine indica* terhadap herbisida parakuat juga ditemukan di USA, Florida pada pertanaman tomat pada tahun 1996.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan di desa Sido Mukti, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan, dan Laboratorium Ilmu Gulma, Universitas Lampung pada Bulan September - November 2022.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan adalah tanaman Kelapa sawit berumur 4 tahun atau TBM (Tanaman Belum Menghasilkan), plastik, dan cat kayu. Herbisida yang digunakan adalah dengan bahan aktif Parakuat diklorida 276 g/l.

Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi semprotan punggung semi otomatis dan nozel T-jet, gelas ukur, pipet, timbangan analitik, oven, timbangan, cangkul, dan kuadran pipa berukuran 0,5 m x 0,5 m.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan pengendalian gulma menggunakan herbisida dengan 6 perlakuan yang diulang sebanyak 4 kali (Tabel 1). Setiap satuan percobaan terdiri atas 3 tanaman kelapa sawit belum menghasilkan, berumur 4 tahun.

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

Tabel 1. Perlakuan dosis herbisida yang diaplikasikan

No.	Perlakuan	Dosis formulasi (l/ha)	Dosis bahan aktif (g/ha)
1.	Parakuat diklorida 276 g/l	2,25	621
2.	Parakuat diklorida 276 g/l	3,00	828
3.	Parakuat diklorida 276 g/l	3,75	1.035
4.	Parakuat diklorida 276 g/l	4,50	1.242
5.	Penyiangan manual	-	-
6.	Kontrol (tanpa pengendalian gulma)	-	-

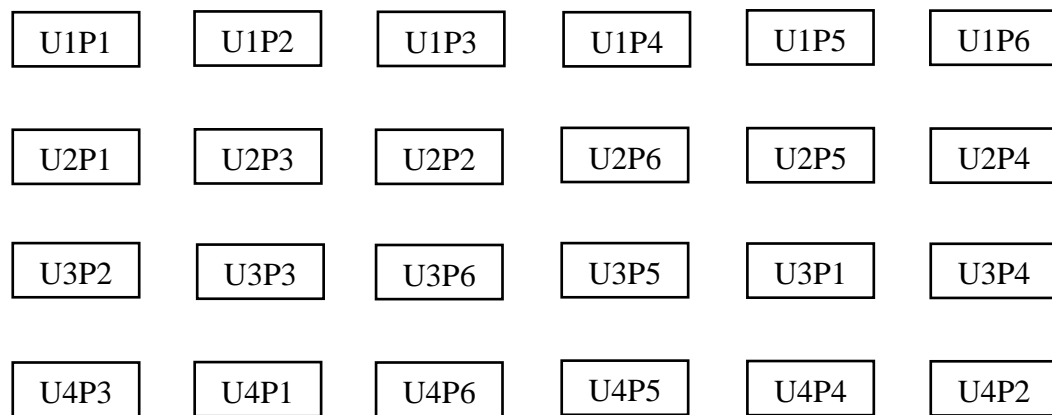
3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pemilihan Lokasi

Lokasi yang digunakan untuk penelitian ini adalah areal kebun kelapa sawit belum menghasilkan dengan kondisi penutupan gulma yang seragam pada piringan mencapai 75%. Jarak tanam kelapa sawit adalah 9 meter x 9 meter x 9 meter.

3.4.2 Penentuan Petak Penelitian

Petak percobaan ditentukan sebanyak 6 perlakuan dengan 4 ulangan. Setiap satuan percobaan terdiri atas 3 tanaman kelapa sawit. Jarak antar satuan petak perlakuan adalah satu tanaman kelapa sawit. Tata letak perlakuan dapat dilihat pada gambar 2.



Keterangan :

U1,U2,U3,U4 = Ulangan

P1 = Parakuat diklorida 276 g/l dosis 621 g/ha

P2 = Parakuat diklorida 276 g/l dosis 828 g/ha

P3 = Parakuat diklorida 276 g/l dosis 1.035 g/ha

P4 = Parakuat diklorida 276 g/l dosis 1.242 g/ha

P5 = Penyiangan manual

P6 = Kontrol

Gambar 3. Tata letak percobaan

3.4.3 Aplikasi Herbisida

Kalibrasi dilakukan sebelum aplikasi herbisida pada piringan kelapa sawit dengan metode luas untuk menentukan volume semprot yang dibutuhkan. Metode luas dilakukan dengan menghitung jumlah air yang digunakan untuk menyemprot satu petak percobaan yaitu dengan memasukkan sejumlah air pada tangki sebelum aplikasi kemudian dikurangi dengan sisa air setelah aplikasi. Volume kalibrasi didapat dari dimasukkan sejumlah air (1500 l) kedalam tangki dan dilakukan penyemprotan didalam satuan percobaan lalu didapatkan bahwa air yang terpakai 1200 l lalu dilakukan perhitungan volume semprot dan didapatkan hasil yaitu 566 l/ha. Aplikasi dilakukan pada pagi hari dengan menyemprotkan herbisida parakuat di piringan kelapa sawit dan pelepah daun kelapa sawit yang berada di tanah diangkat atau dipotong agar tidak terkena larutan herbisida.

Berikut adalah rumus yang digunakan :

$$\text{Volume semprot} = \frac{10.000 \text{ m}^2}{\text{Luas bidang}} \times \text{volume kalibrasi}$$

3.4.4 Penyiangan Mekanis

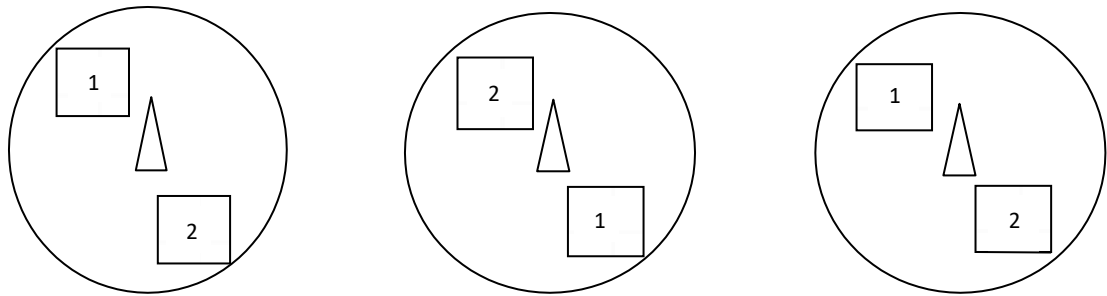
Penyiangan mekanis dilakukan sebanyak 1 kali (perlakuan 5), yaitu pada saat aplikasi dengan menggunakan cangkul.

3.5 Pengamatan

Pengamatan yang akan dilakukan adalah bobot kering gulma, penekanan herbisida terhadap gulma dan fitotoksisitas herbisida parakuat diklorida terhadap tanaman kelapa sawit belum menghasilkan atau tingkat keracunan tanaman kelapa sawit belum menghasilkan. Berdasarkan data bobot kering gulma yang diperoleh dapat dihitung *Summed Dominance Ratio* (SDR) dan *Koefisiensi Komunitas* (C).

3.5.1 Bobot Kering Gulma

Pengambilan gulma untuk mengetahui bobot kering gulma total dan gulma dominan dilakukan sebanyak 4 MSA dan 8 MSA. Gulma diambil dengan menggunakan alat kuadrat berukuran 0,5 m x 0,5 m pada dua titik pengambilan yang berbeda untuk setiap petak percobaan dan setiap waktu pengambilan contoh gulma. Dengan luas pengambilan contoh gulma berukuran 0,5 m². Pengambilan gulma dilakukan pada gulma yang berada di dalam petak kuadrat dipotong tepat setinggi permukaan tanah. Letak petak kuadrat ditetapkan secara sistematis. Selanjutnya, gulma dikelompokkan berdasarkan spesiesnya, dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 80° C selama 48 jam, kemudian ditimbang.



Keterangan :

1 Petak kuadrat pengambilan contoh gulma 4 MSA.

2 Petak kuadrat pengambilan contoh gulma 8 MSA.

▲ Tanaman kelapa sawit yang diamati fitotoksisitasnya secara acak.

Gambar 4. Denah satuan petak perlakuan untuk keperluan pengambilan contoh gulma dan pengamatan fitotoksisitas

3.5.2 Summed Dominance Ratio (SDR)

Summed Dominance Ratio (SDR) berguna untuk menggambarkan hubungan jumlah dominansi suatu jenis gulma dengan jenis gulma lainnya dalam suatu komunitas, sebab dalam suatu komunitas sering dijumpai spesies gulma tertentu yang tumbuh lebih dominan dari spesies yang lain. Data bobot kering dan frekuensi kemunculan gulma dalam setiap ulangan digunakan untuk menghitung jumlah nisbah dominan atau *Summed Dominance Ratio* (SDR) masing masing gulma.

Rumus yang digunakan adalah :

a. Dominansi Mutlak (DM)

Bobot kering spesies gulma tertentu dalam petak contoh

b. Dominansi Nisbi (DN)

$$\text{Dominansi Nisbi} = \frac{DM \text{ suatu spesies}}{DM \text{ semua spesies}} \times 100\%$$

c. Frekuensi Mutlak (FM)

Jumlah kemunculan gulma tertentu pada setiap ulangan

d. Frekuensi Nisbi (FN)

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

e. Nilai Penting

Jumlah Nilai peubah Nisbi yang digunakan (DN+FN)

f. Summed Dominance Ratio (SDR)

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

3.5.3 Koefisien Komunitas (C)

Dalam menilai koefisien komunitas untuk menentukan perubahan antar komunitas akibat perlakuan yang diuji. Dihitung menggunakan SDR dengan dua komunitas (perlakuan) yang dibandingkan. Rumus koefisien komunitas adalah :

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

Keterangan rumus :

C = Koefisien komunitas

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

a = Jumlah dari seluruh SDR komunitas pertama

b = Jumlah dari seluruh SDR komunitas kedua

3.5.4 Penekanan Herbisida terhadap Gulma

Dari data bobot yang didapat kemudian dikonversi dan dibuat grafik mengenai persen penekanan herbisida terhadap gulma, baik itu gulma total, gulma pergolongan, dan gulma dominan. Penekanan herbisida terhadap gulma diperoleh dengan rumus :

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

3.5.5 Kriteria Efikasi

Efikasi merupakan pengaruh daya racun herbisida dalam mengendalikan gulma, herbisida dinyatakan efektif apabila bobot kering gulma pada perlakuan herbisida relatif sama dengan penyiangan manual dan nyata lebih ringan dibanding control, serta mampu mengendalikan pertumbuhan gulma hingga 8 Minggu Setelah Aplikasi (MSA).

3.5.6 Fitotoksisitas Tanaman Kelapa Sawit

Pengamatan dilakukan terhadap 2 contoh tanaman yang diambil secara acak yang terletak pada bagian tengah baris tanaman. Tingkat keracunan dinilai secara visual terhadap tanaman contoh dalam petak perlakuan yang dinyatakan dengan skoring. Pengamatan dilakukan pada 2, 4, 6 MSA.

Dengan skoring keracunan sebagai berikut :

0 = tidak ada keracunan, 0 - 5 % bentuk daun atau warna daun, dan atau pertumbuhan tanaman tidak normal;

1 = keracunan ringan, > 5% - 20% bentuk daun atau warna daun, dan atau pertumbuhan tanaman tidak normal;

2 = keracunan sedang, > 20% - 50% bentuk daun atau warna daun, dan atau pertumbuhan tanaman tidak normal;

3 = keracunan berat, > 50% - 75% bentuk daun atau warna daun, dan atau pertumbuhan tanaman tidak normal;

4 = keracunan sangat berat, > 75% bentuk daun atau warna daun, dan atau pertumbuhan tanaman tidak normal sampai tanaman mati.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Herbisida parakuat diklorida pada dosis 621 g/ha – 1.242 g/ha efektif mengendalikan pertumbuhan gulma total, gulma golongan daun lebar, gulma dominan *Praxelis clematidea*, *Borreria alata*, dan *Paspalum conjugatum*. Sedangkan pada taraf dosis 828 g/ha – 1.242 g/ha efektif mengendalikan gulma golongan rumput, gulma dominan *Digitaria ciliaris*, dan *Eleusine indica*.
2. Berdasarkan hasil pengamatan dan perhitungan gulma pada areal tanaman kelapa sawit terjadi perubahan komposisi gulma, yang berarti memiliki nilai koefisien komunitas (C) < 75%.
3. Aplikasi herbisida parakuat diklorida pada tanaman kelapa sawit belum menghasilkan tidak menimbulkan keracunan.

5.2 Saran

Penulis menyarankan untuk dilakukannya uji lanjutan terhadap herbisida parakuat diklorida dengan campuran herbisida lain yang bersifat sistemik, karena herbisida parakuat diklorida merupakan herbisida kontak yang hanya mematikan bagian gulma yang berwarna hijau (daun), namun tidak untuk akar dan biji gulma seperti gulma golongan rumput. Diharapkan dengan pengujian herbisida campuran kontak dan sistemik mampu mengendalikan gulma pada tanaman kelapa sawit lebih efektif dengan jangka waktu yang lebih lama. Semakin efektif herbisida maka semakin menguntungkan petani dari segi biaya produksi, perawatan, dan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriadi, A. Chairul dan Solfiyeni. 2012. Analisis Vegetasi Gulma pada Perkebunan Kelapa Sawit (*Elais quineensis jacq.*) di Kilangan, Muaro Bulian, Batang Hari. *Jurnal Biologi* 1(2) :108-115 .
- Anggriawan, F., N.E. Suminarti. dan S. Y. Tyasmoro. 2018. Uji Lapang Herbisida Parakuat Diklorida 276 G/L Terhadap Gulma pada Budidaya Tanaman Kelapa Sawit (TBM) Tanaman Belum Menghasilkan. *Jurnal Produksi Tanaman*. 6(10): 2609 – 2614 .
- Barus, E. 2003. *Pengendalian Gulma di perkebunan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Binarjo, A. 2001. *Kinetika Foto Degradasi Paraquat (Ion 1,1– Dimetil– 4,4–Bipiridilium) dari Formula Gramoxone dalam Lingkungan Perairan Laut*. Skripsi. Fakultas Farmasi, UGM. Hal 235.
- Badan Pusat Statistik. 2014. *Luas Tanaman Perkebunan Menurut Provinsi (Ribu Hektar) dan Produksi Tanaman Perkebunan (Ribu Ton)*.
- Britt, C., M. Alison, K. Francis, dan T. Adrian. 2003. *The Herbicide Handbook: Guidance on the Use of Herbicides on Nature Conservation Sites*. English. 99 pp.
- Djojosumarto, P. 2008. *Panduan Lengkap Pestisida & Aplikasinya*. Jakarta. AgroMedia Pustaka. Hal 340.
- Djojosumarto, P. (2000). *Teknik Aplikasi Pestisida Pertanian*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- European Commission. 2003. *Paraquat*. Health & Consumer Protection Directorate-General.
- Ferrel, J. K. 2014. *The Use Paraquat for Weed Management in Oil Palm Plantation*. Papper Presented in Technical Seminar Organised by CCM Bioscience Sdn Bhd on 5th August 1995, Kuala Lumpur. 126 pp.

- Gangga, P. D., H. Susanto, K. F. Hidayat, dan H. Pujisiswanto. 2020. Efikasi Herbisida Parakuat Diklorida Terhadap Pertumbuhan Gulma dan Tanaman Serta Hasil Kedelai (*Glycine max* L. Merr). *J. Agrotek Tropika*. 8(3): 575-585.
- Hakim, D. B. 2020. *Profil Keamanan dan Penggunaan Herbisida Parakuat Diklorida di Indonesia*. Bogor. IPB Press. Hal. 96.
- Hayata., A. Meilin, dan T. Rahayu. 2016. Uji Efektivitas Pengendalian Gulma Secara Kimiawi dan Manual pada Lahan Replanting Karet (*Hevea brasiliensis* Muell.Arg.) di Dusun Suku Damai Desa Pondok Meja Kabupaten Muaro Jambi. *Jurnal Media Pertanian*. 1 (1): 36-44 .
- 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.
- Indika, G., and N. Buckley. 2011. Medical management of paraquat ingestion. *British Journal of Clinical Pharmacology*. University of New South Wales, Sydney, Australia.
- Jatmiko, U. S., D. R. J. Sembodo, R. Evizal, dan H. Pujisiswanto. 2020. Efikasi Herbisida Parakuat Untuk Pengendalian Gulma Pada Budidaya Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Tanaman Belum Menghasilkan. *J. Agrotek Tropika*. 8(2): 355-364.
- Kilkoda, A.K. 2015. Respon Allelopati Gulma *Ageratum Conyzoides* Dan *Borreria Alata* Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tiga Varietas Kedelai (*Glycine Max*). *Jurnal Agro*. 2 (1) : 39-49.
- Krisnohadi, A. 2011. Analisis Pengembangan Lahan Gambut untuk Tanaman Kelapa Sawit di Kabupaten Kubu Raya. *Jurnal Teknologi Perkebunan dan Lahan Tropika*. (1): 1-7.
- Ledoh, S.M.F., H.E. Wogo, dan S. Arianti. 2010. *Laju Adsorpsi dan Desorpsi Paraquat pada Tanah Pertanian Desa Oesao Kecamatan Kupang Timur*. Molekul. 5 (1): 1–9.
- Menne, H dan H. Kocher. 2007. *Classification of Herbicides and Resistance Development*. ISBN. 9 pp.
- Muktamar, Z. 2004. Adsorpsi dan Desorpsi Herbisida Paraquat oleh Bahan Organik Tanah. *J. Akta Agrosia* 1 (1): 1-8.
- Pahan, I. 2012. *Kelapa Sawit*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Pahan I. 2008. *Panduan Lengkap Kelapa Sawit Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir*. Penebar Swadaya. Jakarta. 411 hlm.

- Prasetyo, H. dan S, Zaman. 2016. Pengendalian gulma perkebunan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Perkebunan Padang Halaba, Sumatera Utara. *Buletin Agrohorti*. 4(1): 87-93.
- Purba, E. 2020. *Profil Keamanan dan Penggunaan Herbisida Parakuat Diklorida di Indonesia*. Bogor. IPB Press. Hal. 145.
- Pusat Penelitian Kelapa Sawit. 2019. *Kinerja Ekspor Kelapa Sawit Indonesia 2018*. IOPRI. Medan.
- Puspitasari, K., H.T, Sebayang. dan B, Guritno. 2013. Pengaruh Aplikasi Herbisida Ametrin dan 2,4-D dalam Mengendalikan Gulma Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *J Produksi Tanaman*. 1(2):72-80.
- Rambe, T.D., P, Lasiman., P.S, Sudharto. dan J.P, Caliman. 2010. *Pengelolaan Gulma Pada Perkebunan Kelapa Sawit di PT. Smart Tbk*. Jakarta.
- Sarbino dan E. Syahputra. 2012. Keefektifan Parakuat Diklorida sebagai Herbisida Persiapan Tanam Padi Tanpa Olah Tanah di Lahan Pasang Surut. *J. Perkebunan dan Lahan Tropika* 2 (1): 15–22.
- Sarjono, B. Y. dan Z. Sofyan. 2017. Pengendalian Gulma pada Perkebunan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Kebun Bangun Koling. *J. Agrohorti*. 5(3): 384 – 391.
- Sembodo, D.R.J. 2010. *Gulma dan Pengelolaannya*. Graha Ilmu. Yogyakarta. Hal 166.
- Sidik, J. U., D. R. J. Sembodo, R. Evizal, dan H. Pujisiswanto. 2020. Efikasi Herbisida Parakuat Untuk Pengendalian Gulma Pada Budidaya Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Tanaman Belum Menghasilkan. *J. Agrotek Tropika*. 8(2): 355-364.
- Sriyani, N. 2020. Profil Teknik dan Sifat Parakuat Diklorida yang Menguntungkan, dalam: *Profil Keamanan dan Penggunaan Herbisida Parakuat Diklorida di Indonesia*. Editor: Dadang. IPB Press. Bogor. Hal 41-55.
- Streibig, J. C. 2003. *Assessment of herbicide effects*. CRC Press, Boca Raton, Florida. USA. 22 – 31.
- Sukman, Y. dan Yakup. 2002. *Gulma dan Teknik Pengendaliannya*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta. Hal 159.
- Suntres, Z. E. 2002. *Role of antioxidants in paraquat toxicity*. *Toxicology* 180(1):65–77 .
- Tampubolon, I. 2010. *Uji efektivitas herbisida tunggal maupun campuran dalam pengendalian *Stenochlaena palustris* di gawangan kelapa sawit*. Universitas Sumatera Utara. Medan. Hal 55.

- Tjitrosoedirdjo, S., I. H. Utomo, dan J. Wiroatmodjo. 1984. *Pengelolaan Gulma di Perkebunan*. PT Gramedia. Jakarta. Hal 209.
- Tomlin, C.D.S. 2010. *A World Compedium The Pesticide Manual. Fifteenth ed. British Crop Protection Council*. English. 1606 p.
- Umiyati, U., D. Kurniadie dan Deden. 2021. Efektivitas Cyhalofop-butyl Mengendalikan Gulma pada Budidaya Padi Sawah Tabela. *Agrotechnology Research Journal*. 5(2) : 62-67.
- Yayan, S. 2022. *Pengaruh Herbisida Parakuat Diklorida 135 G/L Terhadap Penekanan Gulma pada Budidaya Kelapa Sawit Tanaman Belum Menghasilkan (TBM)*. Universitas Padjadjaran. Jatinangor, Jawa Barat.