

**PERBANDINGAN EFIKASI *KNAPSACK SPRAYER* KONVENSIONAL  
DENGAN *CLOSE LOOP KNAPSACK SYSTEM (CLKS)* UNTUK  
PERSIAPAN LAHAN PADI SAWAH MENGGUNAKAN HERBISIDA  
PARAKUAT DIKLORIDA**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**ERSAN ALIF WIBOWO**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

## ABSTRAK

### PERBANDINGAN EFIKASI *KNAPSACK SPRAYER* KONVENSIONAL DENGAN *CLOSE LOOP KNAPSACK SYSTEM (CLKS)* UNTUK PERSIAPAN LAHAN PADI SAWAH MENGGUNAKAN HERBISIDA PARAKUAT DIKLORIDA

Oleh

ERSAN ALIF WIBOWO

Pengaplikasian herbisida untuk mengendalikan gulma saat persiapan lahan pada budidaya padi sawah menggunakan alat semprot masih terdapat kelemahan yaitu dari segi keamanan dan pencampuran yang sering terjadi kesalahan. Alat semprot *knapsack sprayer* konvensional yang banyak digunakan oleh petani memiliki beberapa kelemahan terjadinya paparan dan kesalahan saat pencampuran herbisida. *Close Loop Knapsack System (CLKS)* adalah inovasi alat semprot pestisida berteknologi baru untuk mengatasi masalah kelemahan pada *knapsack sprayer* konvensional terjadi karena pada CLKS pencampuran secara otomatis sehingga kesalahan konsentrasi larutan saat pencampuran dan potensi kontak paparan herbisida dapat diminimalisir. Tujuan dari penelitian ini, yaitu (1) mengetahui efikasi CLKS dibandingkan dengan *knapsack sprayer* konvensional dalam mengendalikan gulma untuk persiapan lahan padi sawah menggunakan herbisida parakuat diklorida, (2) mengetahui pengaruh penggunaan CLKS terhadap fitotoksisitas tanaman padi sawah, dan (3) mengetahui pengaruh penggunaan CLKS terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman padi sawah. Penelitian ini dilaksanakan di Desa Tempuran, Kecamatan Trimurjo, Kabupaten Lampung Tengah dan Laboratorium Ilmu Gulma Fakultas Pertanian Univeristas Lampung dari bulan Mei 2022 hingga September 2022 dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan 4 ulangan dan 10 perlakuan yaitu aplikasi herbisida parakuat diklorida menggunakan CLKS dan *knapsack sprayer* konvensional masing-masing pada taraf dosis 414; 552; 690; dan 828 g/ha parakuat diklorida, penyiangan manual, dan kontrol (tanpa pengendalian gulma). Homogenitas ragam diuji dengan menggunakan Uji Bartlett dan aditifitas data diuji menggunakan Uji Tukey. Jika asumsi terpenuhi

maka data dianalisis dengan sidik ragam dan uji beda nilai tengah menggunakan Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5 %. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keefektifan CLKS sebagai alat aplikasi herbisida parakuat diklorida untuk mengendalikan gulma tidak berbeda dengan *knapsack sprayer* konvensional karena dari kedua alat ini menunjukkan hasil bobot kering gulma yang sama pada setiap taraf dosis yang sama (414-828 g/ha) hingga 6 MSA; tidak terjadi fototoksisitas pada tanaman padi sawah akibat aplikasi herbisida parakuat diklorida menggunakan CLKS maupun *knapsack sprayer* konvensional di seluruh taraf dosis yang digunakan 414-828 g/ha; dan tidak terjadi penghambatan pertumbuhan dan produksi tanaman padi sawah akibat aplikasi herbisida parakuat diklorida menggunakan CLKS maupun *knapsack sprayer* konvensional pada taraf dosis 690-828 g/ha.

**Kata kunci:** *Close Loop Knapsack System* (CLKS), parakuat diklorida, padi sawah, dan gulma.

**PERBANDINGAN EFIKASI *KNAPSACK SPRAYER* KONVENSIONAL  
DENGAN *CLOSE LOOP KNAPSACK SYSTEM (CLKS)* UNTUK  
PERSIAPAN LAHAN PADI SAWAH MENGGUNAKAN HERBISIDA  
PARAKUAT DIKLORIDA**

**Oleh**

**ERSAN ALIF WIBOWO**

**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**

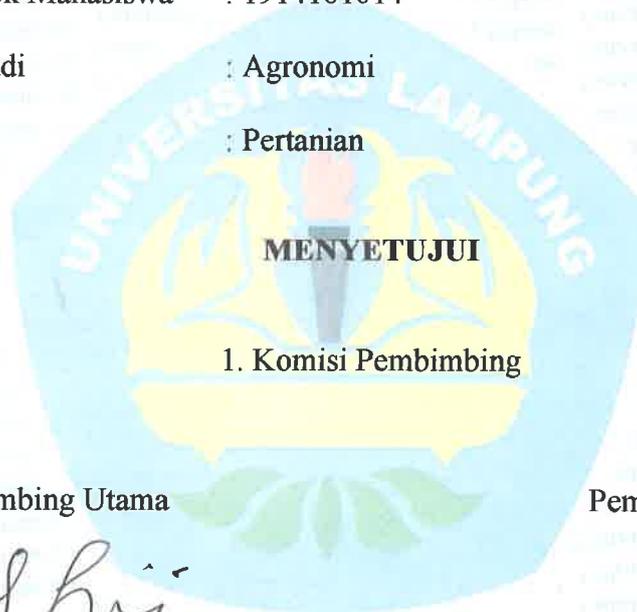
Judul Skripsi : **PERBANDINGAN EFIKASI KNAPSACK  
SPRAYER KONVENSIONAL DENGAN  
CLOSE LOOP KNAPSACK SYSTEM (CLKS)  
UNTUK PERSIAPAN LAHAN PADI SAWAH  
MENGUNAKAN HERBISIDA PARAKUAT  
DIKLORIDA**

Nama Mahasiswa : **Ersan Alif Wibowo**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1914161014

Program Studi : Agronomi

Fakultas : Pertanian



**1. Komisi Pembimbing**

Pembimbing Utama

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

Pembimbing Kedua

**Ir. Niar Nurmauli, M.S.**  
NIP 196102041986032002

**2. Ketua Jurusan Agronomi Dan Hortikultura**

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

**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

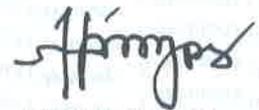
Ketua : **Prof. Dr. Ir. Nanik Sriyani, M.Sc.**



Sekretaris : **Ir. Niar Nurmauli, M.S.**



Penguji  
Bukan Pembimbing : **Dr. Hidayat Pujisiswanto, S.P., M.P.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.**  
NIP. 196110201986031002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **11 September 2023**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Perbandingan Efikasi *Knapsack Sprayer* Konvensional dengan *Close Loop Knapsack System* (CLKS) untuk Persiapan Lahan Padi Sawah Menggunakan Herbisida Parakuat Diklorida”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung.

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, 11 September 2023  
Penulis



Ersan Alif Wibowo  
NPM 1914161014

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dengan nama lengkap Ersan Alif Wibowo dilahirkan di Kota Metro, Provinsi Lampung, pada tanggal 22 Januari 2001. Penulis merupakan anak pertama dari 2 bersaudara, buah hati dari pasangan Bapak Setyo Saptono, S.H., dan Ibu Emi Retnowati, S.P. Penulis memulai pendidikan di Taman Kanak-kanak (TK) Asyiyah Bustanul Athfal Ganjar Asri pada tahun 2005 dan diselesaikan pada tahun 2007. Setelah itu, penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Dasar (SD) Negeri 3 Metro Pusat dimulai dari tahun 2007 sampai tahun 2013. Pada tahun yang sama yaitu pada tahun 2013, penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 1 Metro dan selesai pada tahun 2016, lalu penulis melanjutkan kembali pendidikan ke Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 5 Metro yang diselesaikannya pada tahun 2019.

Pada tahun 2019, penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Saat masih menjadi mahasiswa aktif, penulis pernah meraih beberapa penghargaan seperti Juara 3 PKM Kewirausahaan tingkat fakultas dalam ajang perlombaan Dekan Cup PKM Fakultas Pertanian Universitas Lampung tahun 2021 dan penerima Program Mahasiswa Wirausaha (PMW) Universitas Lampung tahun 2020. Salah satu upaya dalam meningkatkan kemampuan sebagai mahasiswa pertanian dan wujud pengabdian kepada masyarakat, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kelurahan Mulyojati, Kecamatan Metro Barat, Kota Metro dan melaksanakan Praktik Umum (PU) di Pusat Pengembangan Organisme Yayasan Bina Sarana Bakti, Bogor. Selain itu, penulis pernah berperan aktif juga dalam kegiatan pengabdian

kepada masyarakat berupa memperkenalkan aplikasi pertanian pintar yaitu *E-Commerce Agroped* di Pekon Sekincau, Kabupaten Lampung Barat.

Selama menjadi mahasiswa aktif, penulis memiliki pengalaman menjadi Asisten Dosen praktikum mata kuliah Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman, Pengelolaan Gulma Perkebunan, Produksi Tanaman Palawija, dan Teknologi Produksi Tanaman Pangan. Penulis juga pernah berpengalaman dalam keorganisasian internal kampus, seperti menjadi Anggota Bidang Dana Dan Usaha Himpunan Jurusan Agronomi dan Hortikultura (HIMAGRHO) Periode 2020, lalu pada tahun 2022 penulis menjabat sebagai Kepala Bidang Dana Dan Usaha (HIMAGRHO) Periode 2022.

## SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, serta inayah-Nya sehingga penulis dapat dimudahkan dalam menyelesaikan semua rangkaian proses penelitian dan penulisan skripsi ini yang berjudul **“Perbandingan Efikasi *Knapsack Sprayer* Konvensional dengan *Close Loop Knapsack System (CLKS)* untuk Persiapan Lahan Padi Sawah Menggunakan Herbisida Parakuat Diklorida”** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian di Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

Penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang tak terhingga kepada pihak-pihak yang telah membantu dan mendukung penulis demi terlaksananya penelitian dan terselesaikannya penulisan skripsi ini, yaitu kepada:

1. Prof. Dr. Ir Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Prof. Dr. Ir. Setyo Dwi Utomo, M.Sc., selaku Ketua Jurusan Agronomi dan Hortikultura Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Prof. Dr. Ir. Nanik Sriyani, M.Sc., selaku pembimbing pertama yang telah memberi bimbingan, saran, semangat, motivasi, kesabaran dan ketersediaannya memfasilitasi dan membimbing penulis dalam melakukan penelitian hingga penyelesaian skripsi.
4. Ir. Niar Nurmauli, M.S., selaku pembimbing kedua atas bimbingan, saran, semangat, motivasi, dan kesabaran kepada penulis selama penyelesaian skripsi.
5. Dr. Hidayat Pujisiswanto, S.P, M.P., selaku pembahas yang telah memberikan penulis bimbingan, motivasi serta segala masukan yang membangun dalam penulisan skripsi ini.

6. Dr. Ir. Paul Benyamin Timotiwu, M.S., selaku Pembimbing Akademik yang selalu memberi motivasi, nasihat, serta dukungannya dalam hal akademis selama penulis menjadi mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
7. Secara khusus penulis menyampaikan terimakasih sebesar - besarnya kepada Ayah penulis Setyo Saptono, S.H., Ibu penulis Emi Retnowati, S.P., Adik penulis Sofia Nur Ramadhani, dan keluarga penulis tercinta yang telah memberikan segala do'a, nasihat, dukungan dan dorongan, baik moril maupun materil sehingga selalu membuat penulis semangat dalam perkuliahan dan menyelesaikan skripsi ini.
8. Bapak Pujono dan Bapak Yono yang telah bersedia membantu penulis dalam melaksanakan penelitian di lapangan, bersama rekan penulis yaitu Nugroho, Eva, Regitha, Fenny, Alda, Hulay, Unggul, Ibrohim, Achmad, dan Thaher atas kerjasamanya hingga skripsi ini terselesaikan.
9. Faras Nur Arini Muharomah, perempuan yang selalu memberi semangat, motivasi, dan masukan selama penulis melakukan penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.
10. Sahabat - sahabat seperjuangan Tim Penelitian Gulma, Mahasiswa Agronomi Dan Hortikultura Angkatan 2019, dan Asrama 45 atas semangat kebersamaan dan kerjasamanya.
11. PT. Syngenta Indonesia yang memfasilitasi dan mendukung penelitian ini.
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang turut membantu dan memberi semangat dalam penyelesaian skripsi ini.

Meskipun skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, tetapi penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan untuk pembaca pada umumnya. Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Bandar Lampung, 11 September 2023

Ersan Alif Wibowo

*Alhamdulillahirrabil'amin....*

Dengan segala puji syukurku kepada Allah SWT,  
Sebagai insan yang penuh rasa bakti, cinta, dan sayang,  
Dengan bangga aku persembahkan karya ini kepada:

Kedua orang tuaku Bapak Setyo Saptono dan Ibu Emi Retnowati yang telah sabar merawatku, membesarkanku, mendidikku, serta memberikanku seluruh kasih sayang, perhatian, do'a, semangat, nasihat, dan dukungan demi keberhasilaku untuk dunia dan akhirat. Serta teruntuk adik perempuanku Sofia Nur Ramadhani yang telah memberikanku motivasi, kesabaran, do'a, dan kasih sayang.

Kalian adalah segalanya bagiku.

Seluruh keluarga besar dan teman-teman yang selalu menemani dalam suka maupun duka, berbagi pengalaman penuh warna, dukungan dan perhatian yang telah kalian berikan selama ini.

Karya ini juga ku persembahkan untuk

Almamater Tercinta

Jurusan Agronomi dan Hortikultura

Fakultas Pertanian

Universitas Lampung

*Bacalah, dengan (menyebut) nama Tuhan-mu yang menciptakan. Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah. Bacalah, dan Tuhan-mulah Yang Maha mulia. Yang mengajarkan (manusia) dengan pena. Dia mengajarkan manusia apa yang tidak diketahuinya.*

***(Q.S. Al-Alaq: 1-5)***

*Niscaya Allah akan mengangkat (derajat) orang-orang beriman diantaramu yang diberi ilmu berberapa derajat.*

***(Q.S. Al-Mujadilah: 11)***

*Belajarlah mengucapkan syukur dari hal-hal baik dihidupmu.  
Belajarlah menjadi kuat dari hal-hal buruk dihidupmu.*

***(BJ. Habibie)***

*Jika Anda tidak bisa terbang, maka berlarilah.*

*Jika Anda tidak bisa berlari, maka berjalanlah.*

*Jika Anda tidak bisa berjalan, maka merangkaklah.*

*Tetapi apapun yang kamu lakukan, Anda harus terus bergerak maju.*

***(Martin Luther King Jr)***

*Semua yang Anda lakukan haruslah berdasarkan kebaikan.  
Karena kebaikan pasti akan bermanfaat bagi kehidupan.*

***(Ersan Alif Wibowo)***

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xxiv</b>
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Landasan Teori.....	5
1.5 Kerangka Pemikiran.....	8
1.6 Hipotesis.....	12
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>13</b>
2.1 Tanaman Padi.....	13
2.2 Gulma Pada Pertanaman Padi .....	16
2.3 Pengendalian Gulma Pada Pertanaman Padi Sawah.....	18
2.4 Parakuat Diklorida .....	19
2.5 <i>Knapsack Sprayer</i> Konvensional .....	21
2.6 <i>Close Loop Knapsack System (CLKS)</i> .....	23
<b>III. BAHAN DAN METODE .....</b>	<b>25</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	25
3.2 Bahan dan Alat.....	25
3.3 Metode Penelitian .....	25
3.4 Pelaksanaan Penelitian .....	26

3.4.1	Pembuatan Petak Percobaan .....	26
3.4.2	Kondisi Gulma dan Aplikasi Herbisida .....	27
3.4.3	Pengolahan Lahan .....	29
3.4.4	Penanaman .....	29
3.4.5	Pemeliharaan.....	30
3.4.5.1	Pemupukan .....	30
3.4.5.2	Pengairan .....	30
3.4.5.3	Penyulaman .....	30
3.4.5.4	Penyiangan .....	31
3.4.5.5	Pengendalian Hama dan Penyakit .....	31
3.4.6	Panen.....	32
3.5	Pengamatan Gulma .....	32
3.5.1	Bobot Kering Gulma.....	32
3.5.2	<i>Summed Dominance Ratio</i> (SDR) .....	33
3.6	Pengamatan Tanaman Padi Sawah .....	34
3.6.1	Fitotoksisitas .....	34
3.6.2	Tinggi Tanaman .....	35
3.6.3	Jumlah Anakan Produktif per Rumpun.....	35
3.6.4	Bobot Gabah Kering Giling per Petak Panen .....	35
3.7	Kriteria Efikasi .....	36
<b>IV.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>38</b>
4.1	Komposisi Gulma Sebelum Aplikasi.....	38
4.2	Bobot Kering Gulma Total .....	38
4.3	Bobot Kering Gulma per Golongan .....	39
4.3.1	Bobot Kering Gulma Golongan Rumput .....	40
4.3.2	Bobot Kering Gulma Golongan Teki.....	41
4.3.3	Bobot Kering Gulma Golongan Daun Lebar .....	43
4.4	Bobot Kering Gulma Dominan .....	44
4.4.1	Bobot Kering Gulma <i>Leptochloa chinensis</i> .....	44
4.4.2	Bobot Kering Gulma <i>Cyperus iria</i> .....	46
4.4.3	Bobot Kering Gulma <i>Fimbristylis miliacea</i> .....	48
4.4.4	Bobot Kering Gulma <i>Ludwigia octovalvis</i> .....	49
4.4.5	Bobot Kering Gulma <i>Monochoria vaginalis</i> .....	51
4.5	Pengamatan Tanaman Padi .....	53
4.5.1	Fitotoksisitas Tanaman .....	53
4.5.2	Tinggi Tanaman .....	54
4.5.3	Jumlah Anakan Produktif per Rumpun.....	55
4.5.4	Bobot Gabah Kering Giling per Petak Panen dan Bobot Gabah Kering Giling per Hektar .....	56

4.6 Rekomendasi.....	58
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>59</b>
5.1 Kesimpulan .....	59
5.2 Saran.....	59
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>60</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>66</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Satuan perlakuan pada percobaan perbandingan efikasi CLKS dengan <i>knapsack sprayer</i> konvensional untuk persiapan lahan padi sawah.....	26
2. Tingkat dominasi gulma sebelum aplikasi.....	37
3. Bobot kering gulma total akibat aplikasi herbisida parakuat menggunakan CLKS versus <i>knapsack sprayer</i> konvensional .....	38
4. Bobot kering gulma golongan rumput akibat aplikasi herbisida parakuat menggunakan CLKS versus <i>knapsack sprayer</i> konvensional .....	41
5. Bobot kering gulma golongan teki akibat aplikasi herbisida parakuat menggunakan CLKS versus <i>knapsack sprayer</i> konvensional .....	42
6. Bobot kering gulma golongan daun lebar akibat aplikasi herbisida parakuat menggunakan CLKS versus <i>knapsack sprayer</i> konvensional .....	44
7. Bobot kering gulma <i>Leptochloa chinensis</i> akibat aplikasi herbisida parakuat menggunakan CLKS versus <i>knapsack sprayer</i> konvensional .....	45
8. Bobot kering gulma <i>Cyperus iria</i> akibat aplikasi herbisida parakuat menggunakan CLKS versus <i>knapsack sprayer</i> konvensional .....	47
9. Bobot kering gulma <i>Fimbristylis miliacea</i> akibat aplikasi herbisida parakuat menggunakan CLKS versus <i>knapsack sprayer</i> konvensional .....	48
10. Bobot kering gulma <i>Ludwigia octovalvis</i> akibat aplikasi herbisida parakuat menggunakan CLKS versus <i>knapsack sprayer</i> konvensional .....	50

11. Bobot kering gulma <i>Monochoria vaginalis</i> akibat aplikasi herbisida parakuat menggunakan CLKS versus <i>knapsack sprayer</i> konvensional .....	52
12. Tinggi tanaman padi sawah akibat aplikasi herbisida parakuat menggunakan CLKS versus <i>knapsack sprayer</i> konvensional .....	55
13. Jumlah anakan produktif padi per rumpun akibat aplikasi herbisida parakuat menggunakan CLKS versus <i>knapsack sprayer</i> konvensional .....	56
14. Bobot gabah kering giling per petak panen dan bobot gabah kering giling per hektar akibat aplikasi herbisida parakuat menggunakan CLKS versus <i>knapsack sprayer</i> konvensional.....	57
15. Deskripsi Padi Varietas Inpari 32.....	67
16. Bobot kering gulma <i>total</i> 1 MSA.....	68
17. Transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ bobot kering gulma <i>total</i> 1 MSA.....	68
18. Uji homogenitas ragam bobot kering gulma <i>total</i> 1 MSA.....	69
19. Analisis ragam bobot kering gulma <i>total</i> 1 MSA .....	69
20. Bobot kering gulma <i>total</i> 4 MSA.....	70
21. Uji homogenitas ragam bobot kering gulma <i>total</i> 4 MSA .....	70
22. Analisis ragam bobot kering gulma <i>total</i> 4 MSA .....	71
23. Bobot kering gulma <i>total</i> 6 MSA.....	71
24. Uji homogenitas ragam bobot kering gulma <i>total</i> 6 MSA .....	72
25. Analisis ragam bobot kering gulma <i>total</i> 6 MSA .....	72
26. Bobot kering gulma golongan rumput 1 MSA .....	73
27. Transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ bobot kering gulma golongan rumput 1 MSA.....	73
28. Uji homogenitas ragam bobot kering gulma golongan rumput 1 MSA.....	74
29. Analisis ragam bobot kering gulma golongan rumput 1 MSA.....	74
30. Bobot kering gulma golongan rumput 4 MSA .....	75

31. Transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ bobot kering gulma golongan rumput 4 MSA.....	75
32. Uji homogenitas ragam bobot kering gulma golongan rumput 4 MSA.....	76
33. Analisis ragam bobot kering gulma golongan rumput 4 MSA.....	76
34. Bobot kering gulma golongan rumput 6 MSA .....	77
35. Uji homogenitas ragam bobot kering gulma golongan rumput 6 MSA.....	77
36. Analisis ragam bobot kering gulma golongan rumput 6 MSA.....	78
37. Bobot kering gulma golongan teki 1 MSA .....	78
38. Transformasi $\sqrt{\sqrt{(x+0,5)}}$ bobot kering gulma golongan teki 1 MSA ..	79
39. Uji homogenitas ragam bobot kering gulma golongan teki 1 MSA ...	79
40. Analisis ragam bobot kering gulma golongan teki 1 MSA.....	80
41. Bobot kering gulma golongan teki 4 MSA .....	80
42. Transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ bobot kering gulma golongan teki 4 MSA ....	81
43. Uji homogenitas ragam bobot kering gulma golongan teki 4 MSA ...	81
44. Analisis ragam bobot kering gulma golongan teki 4 MSA.....	82
45. Bobot kering gulma golongan teki 6 MSA .....	82
46. Uji homogenitas ragam bobot kering gulma golongan teki 6 MSA ...	83
47. Analisis ragam bobot kering gulma golongan teki 6 MSA.....	83
48. Bobot kering gulma golongan daun lebar 1 MSA .....	84
49. Transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ bobot kering gulma golongan daun lebar 1 MSA.....	84
50. Uji homogenitas ragam bobot kering gulma golongan daun lebar 1 MSA.....	85
51. Analisis ragam bobot kering gulma golongan daun lebar 1 MSA.....	85

52. Bobot kering gulma golongan daun lebar 4 MSA .....	86
53. Transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ bobot kering gulma golongan daun lebar 4 MSA.....	86
54. Uji homogenitas ragam bobot kering gulma golongan daun lebar 4 MSA.....	87
55. Analisis ragam bobot kering gulma golongan daun lebar 4 MSA.....	87
56. Bobot kering gulma golongan daun lebar 6 MSA .....	88
57. Uji homogenitas ragam bobot kering gulma golongan daun lebar 6 MSA.....	88
58. Analisis ragam bobot kering gulma golongan daun lebar 6 MSA.....	89
59. Bobot kering gulma <i>Leptochloa chinensis</i> 1 MSA.....	89
60. Transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ bobot kering gulma <i>Leptochloa chinensis</i> 1 MSA.....	90
61. Uji homogenitas ragam bobot kering gulma <i>Leptochloa chinensis</i> 1 MSA.....	90
62. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Leptochloa chinensis</i> 1 MSA.....	91
63. Bobot kering gulma <i>Leptochloa chinensis</i> 4 MSA.....	91
64. Transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ bobot kering gulma <i>Leptochloa chinensis</i> 4 MSA.....	92
65. Uji homogenitas ragam bobot kering gulma <i>Leptochloa chinensis</i> 4 MSA.....	92
66. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Leptochloa chinensis</i> 4 MSA.....	93
67. Bobot kering gulma <i>Leptochloa chinensis</i> 6 MSA.....	93
68. Uji homogenitas ragam bobot kering gulma <i>Leptochloa chinensis</i> 6 MSA.....	94
69. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Leptochloa chinensis</i> 6 MSA.....	94
70. Bobot kering gulma <i>Cyperus iria</i> 1 MSA.....	95
71. Transformasi $\sqrt{\sqrt{(x+0,5)}}$ bobot kering gulma <i>Cyperus iria</i> 1 MSA....	95

72. Uji homogenitas ragam bobot kering gulma <i>Cyperus iria</i> 1 MSA.....	96
73. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Cyperus iria</i> 1 MSA .....	96
74. Bobot kering gulma <i>Cyperus iria</i> 4 MSA.....	97
75. Transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ bobot kering gulma <i>Cyperus iria</i> 4 MSA .....	97
76. Uji homogenitas ragam bobot kering gulma <i>Cyperus iria</i> 4 MSA.....	98
77. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Cyperus iria</i> 4 MSA .....	98
78. Bobot kering gulma <i>Cyperus iria</i> <i>Leptochloa chinensis</i> 6 MSA .....	99
79. Uji homogenitas ragam bobot kering gulma <i>Cyperus iria</i> 6 MSA.....	99
80. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Cyperus iria</i> 6 MSA .....	100
81. Bobot kering gulma <i>Fimbristylis miliacea</i> 1 MSA.....	100
82. Transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ bobot kering gulma <i>Fimbristylis miliacea</i> 1 MSA .....	101
83. Uji homogenitas ragam bobot kering gulma <i>Fimbristylis miliacea</i> 1 MSA.....	101
84. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Fimbristylis miliacea</i> 1 MSA ....	102
85. Bobot kering gulma <i>Fimbristylis miliacea</i> 4 MSA.....	102
86. Transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ bobot kering gulma <i>Fimbristylis miliacea</i> 4 MSA .....	103
87. Uji homogenitas ragam bobot kering gulma <i>Fimbristylis miliacea</i> 4 MSA.....	103
88. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Fimbristylis miliacea</i> 4 MSA ....	104
89. Bobot kering gulma <i>Fimbristylis miliacea</i> 6 MSA.....	104
90. Uji homogenitas ragam bobot kering gulma <i>Fimbristylis miliacea</i> 6 MSA.....	105
91. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Fimbristylis miliacea</i> 6 MSA ....	105
92. Bobot kering gulma <i>Ludwigia octovalvis</i> 1 MSA.....	106

93. Transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ bobot kering gulma <i>Ludwigia octovalvis</i> 1 MSA.....	106
94. Uji homogenitas ragam bobot kering gulma <i>Ludwigia octovalvis</i> 1 MSA.....	107
95. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Ludwigia octovalvis</i> 1 MSA .....	107
96. Bobot kering gulma <i>Ludwigia octovalvis</i> 4 MSA.....	108
97. Transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ bobot kering gulma <i>Ludwigia octovalvis</i> 4 MSA.....	108
98. Uji homogenitas ragam bobot kering gulma <i>Ludwigia octovalvis</i> 4 MSA.....	109
99. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Ludwigia octovalvis</i> 4 MSA .....	109
100. Bobot kering gulma <i>Ludwigia octovalvis</i> 6 MSA.....	110
101. Uji homogenitas ragam bobot kering gulma <i>Ludwigia octovalvis</i> 6 MSA.....	110
102. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Ludwigia octovalvis</i> 6 MSA .....	111
103. Bobot kering gulma <i>Monochoria vaginalis</i> 1 MSA .....	111
104. Transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ bobot kering gulma <i>Monochoria vaginalis</i> 1 MSA.....	112
105. Uji homogenitas ragam bobot kering gulma <i>Monochoria vaginalis</i> 1 MSA.....	112
106. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Monochoria vaginalis</i> 1 MSA...	113
107. Bobot kering gulma <i>Monochoria vaginalis</i> 4 MSA .....	113
108. Transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ bobot kering gulma <i>Monochoria vaginalis</i> 4 MSA.....	114
109. Uji homogenitas ragam bobot kering gulma <i>Monochoria vaginalis</i> 4 MSA.....	114
110. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Monochoria vaginalis</i> 4 MSA...	115
111. Bobot kering gulma <i>Monochoria vaginalis</i> 6 MSA .....	115

112. Uji homogenitas ragam bobot kering gulma <i>Monochoria vaginalis</i> 6 MSA .....	116
113. Analisis ragam bobot kering gulma <i>Monochoria vaginalis</i> 6 MSA...	116
114. Tinggi tanaman padi sawah 8 MST .....	117
115. Uji homogenitas ragam tinggi tanaman padi sawah 8 MST .....	117
116. Analisis ragam tinggi tanaman padi 8 MST.....	118
117. Jumlah anakan produktif padi per rumpun .....	118
118. Uji homogenitas ragam jumlah anakan padi produktif per rumpun ...	119
119. Analisis ragam jumlah anakan produktif padi per rumpun.....	119
120. Bobot gabah kering giling per petak panen .....	120
121. Uji homogenitas bobot gabah kering giling per petak panen .....	120
122. Analisis ragam bobot gabah kering giling per petak panen .....	121
123. Bobot gabah kering giling per hektar.....	121
124. Uji homogenitas ragam bobot gabah kering giling per hektar.....	122
125. Analisis ragam bobot gabah kering giling per hektar .....	122

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagan kerangka pemikiran penelitian.....	11
2. Struktur kimia parakuat diklorida .....	20
3. Alat semprot <i>knapsack sprayer</i> konvensional .....	23
4. Alat semprot <i>Closed Loop Knapsack System (CLKS)</i> .....	24
5. Tata letak percobaan .....	27
6. Bagan pengambilan sampel gulma .....	33
7. Keadaan gulma pada lahan sebelum aplikasi .....	123
8. Pengamatan gulma 1 MSA pada petak perlakuan (a) CLKS + parakuat 414 g/ha, (b) konvensional + parakuat 414 g/ha, (c) CLKS + parakuat 552 g/ha, (d) konvensional + parakuat 552 g/ha, (e) CLKS + parakuat 690 g/ha, (f) konvensional + parakuat 690 g/ha, (g) CLKS + parakuat 828 g/ha, (h) konvensional + parakuat 828 g/ha, (i) penyiangan manual, dan (j) kontrol.....	124
9. Pengamatan gulma 4 MSA pada petak perlakuan (a) CLKS + parakuat 414 g/ha, (b) konvensional + parakuat 414 g/ha, (c) CLKS + parakuat 552 g/ha, (d) konvensional + parakuat 552 g/ha, (e) CLKS + parakuat 690 g/ha, (f) konvensional + parakuat 690 g ha, (g) CLKS + parakuat 828 g/ha, (h) konvensional + parakuat 828 g/ha, (i) penyiangan manual, dan (j) kontrol .....	125
10. Pengamatan gulma 6 MSA pada petak perlakuan (a) CLKS + parakuat 414 g/ha, (b) konvensional + parakuat 414 g/ha, (c) CLKS + parakuat 551 g/ha, (d) konvensional + parakuat 552 g/ha, (e) CLKS + parakuat 690 g/ha, (f) konvensional + parakuat 690 g/ha, (g) CLKS + parakuat 828 g/ha, (h) konvensional + parakuat 828 g/ha, (i) penyiangan manual, dan (j) kontrol .....	126

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Padi (*Oryza sativa* L.) adalah tanaman pangan penghasil beras yang memiliki peranan penting, mengingat beras digunakan sebagai makanan pokok oleh sebagian penduduk di dunia salah satunya Indonesia. Menurut Octania (2021), Indonesia termasuk negara yang mengonsumsi beras tertinggi di dunia, yaitu mencapai 29,13 juta ton ditahun 2017. Angka tersebut diperkirakan akan meningkat pada tahun 2045 sebesar 31,7 juta ton. Peningkatan jumlah penduduk Indonesia yang mengonsumsi beras disetiap tahunnya harus diimbangi dengan peningkatan produksi beras agar kebutuhan beras nasional dapat terpenuhi (Pratiwi dkk., 2016). Akan tetapi, berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2022), bahwa produksi beras nasional untuk konsumsi pangan penduduk ditahun 2021 yang mencapai 31,3 juta ton mengalami penurunan sebanyak 140,73 ribu ton atau 0,45 % dibandingkan dengan produksi beras ditahun 2020 yang sebesar 31,50 juta ton. Penurunan ini terjadi karena penurunan luas panen sebesar 245,4 ribu hektar dan penurunan produksi padi 233,91 ribu ton dari tahun 2020 ketahun 2021. Salah satu kendala dalam mengoptimalkan produksi padi tersebut adalah gulma (Pujiswanto dkk., 2020).

Gulma merupakan salah satu organisme pengganggu tanaman terpenting pada tanaman padi yang perlu dikendalikan karena dapat menghambat pertumbuhan sehingga tingkat produksinya berkurang. Menurut Daramola *et al.* (2020), adanya gulma di lahan persawahan menjadi kendala utama dalam sistem budidaya padi karena dapat mengurangi hasil panen padi diatas 48 %, bahkan dapat menyebabkan gagal panen total karena gulma berkompetisi dengan tanaman padi.

Kompetisi gulma terhadap tanaman padi ini terjadi dalam hal kompetisi air, ruang tumbuh, unsur hara, oksigen, dan cahaya matahari dari awal periode tumbuh atau pada periode kritisnya. Selain itu, gulma juga dapat dijadikan sumber tempat hidup inang hama dan penyakit yang akan merugikan tanaman padi nantinya sehingga perlu dilakukan pengendalian dengan cara yang tepat (Yulita, 2020).

Persiapan lahan menjadi langkah strategis dalam menentukan keberhasilan pengendalian gulma. Apabila gulma tidak eradikasi pada saat persiapan lahan, gulma akan tetap tumbuh dan berkompetisi dengan tanaman budidaya dalam merebutkan sarana tumbuh untuk keberlangsungan kehidupannya serta menjadi sumber tempat hidup inang hama dan penyakit sehingga hal-hal tersebut dapat berdampak negatif terhadap kualitas dan kuantitas produksi, serta pertumbuhan tanaman budidaya. Pengendalian gulma secara kimiawi menggunakan herbisida pada persiapan lahan lebih menguntungkan dibandingkan pengendalian gulma dengan pengolahan tanah karena pengendalian gulma secara kimiawi mampu mengurangi erosi, mengurangi penggunaan bahan bakar, mengurangi emisi gas rumah kaca, dan menghemat air. Dalam hal pengendalian gulma pada persiapan lahan budidaya padi sawah, pengendalian gulma secara kimiawi jauh lebih efisien dalam segi waktu dan biaya dibandingkan pengendalian lainnya karena gulma yang dikendalikan menggunakan herbisida akan lebih cepat dikendalikan dan kemudian dapat langsung diolah tanah sehingga mempercepat persiapan lahan tanam, tanpa harus dilakukan berberapa kali pengolahan tanah untuk mengendalikan gulma di lahan budidaya padi sawah (Tjitrosemito, 2020).

Herbisida merupakan salah satu jenis pestisida yang tersusun dari bahan kimia ataupun kultur hayati yang dapat menghambat pertumbuhan atau mematikan tumbuhan sasaran (Sembodo, 2010). Menurut Sriyani (2020), jenis herbisida yang umum digunakan untuk persiapan lahan adalah herbisida yang tidak memiliki dampak residu di dalam tanah yang dapat meracuni tanaman, serta memiliki waktu kerja yang cepat. Herbisida parakuat dinilai tepat sebagai herbisida yang digunakan untuk pengendalian gulma pada persiapan lahan, hal tersebut didasarkan karena herbisida parakuat ialah herbisida pascatumbuh bersifat kontak dengan waktu kerja yang cepat, spektrum pengendalian gulmanya

yang luas, dan ikatan agregat dengan tanah rendah sehingga tidak bekerja dengan baik saat herbisida parakuat berada di tanah. Berdasarkan penelitian Sarbino dan Syahputra (2012), herbisida parakuat yang diaplikasikan untuk persiapan lahan pada budidaya tanaman padi sawah di lahan pasang surut dengan dosis 414-1.104 g/ha secara efektif mampu mengendalikan berbagai jenis gulma hingga 5 minggu setelah tanam serta tidak menimbulkan gejala keracunan dan tidak berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan tinggi dan hasil gabah kering giling tanaman padi sawah.

*Knapsack sprayer* yang dikenal sebagai alat semprot punggung gendong konvensional digunakan untuk mengaplikasikan suatu pestisida. Pestisida yang dapat mengendalikan tumbuhan, dalam hal ini adalah herbisida banyak diaplikasikan menggunakan *knapsack sprayer* konvensional oleh petani, khususnya petani padi sawah. Dalam pengaplikasian herbisida di lapangan, *knapsack sprayer* konvensional memiliki beberapa kendala yang dapat mempengaruhi keselamatan aplikator, keefektifan herbisida dalam mengendalikan gulma, dan lingkungan. Kendala tersebut yaitu belum adanya alat pencampur otomatis antara herbisida dan pelarut air sehingga pencampuran pada *knapsack sprayer* konvensional masih dilakukan secara manual di luar alat yang menyebabkan potensi kontak dengan herbisida dan kemungkinan kesalahan konsentrasi larutan saat pencampuran cukup besar. Selain itu, perawatan tangki *knapsack sprayer* konvensional yang kurang baik memungkinkan kebocoran yang menyebabkan larutan herbisida di dalam tangki keluar sehingga berbahaya bagi aplikator penyemprot herbisida. Bahan kimia beracun yang terkandung di dalam herbisida apabila tidak ditangani secara hati-hati dapat menimbulkan efek berupa merusak tanaman yang bukan sasaran karena efek residu herbisida, keracunan pada hewan, gangguan kesehatan terhadap manusia (utamanya aplikator), dan pencemaran terhadap lingkungan (Simatupang dkk., 2015). Oleh karena itu, perlu adanya teknologi penyemprotan pestisida yang dapat mengatasi masalah kelemahan alat penyemprot gendong konvensional tersebut.

Saat ini, terdapat inovasi terbaru mengenai teknologi penyemprotan yang lebih tepat dan aman yang dapat menyempurnakan kelemahan dari *knapsack sprayer*

konvensional yang sering digunakan oleh petani. Teknologi penyemprotan tersebut adalah alat semprot yang disebut *Close Loop Knapsack System (CLKS)*. Alat ini tidak lagi memerlukan pencampuran pestisida, dalam hal ini herbisida di luar alat semprot (*device*) dan konsentrasinya konstan 1% sehingga kesalahan konsentrasi larutan dan potensi kontak dengan herbisida saat pencampuran dapat diminimalisir. Selain itu, apabila terjadi kebocoran tidak ada risiko paparan herbisida karena yang di tangki semprot hanya air bersih. Alat ini memiliki dua komponen utama yaitu *cartridge* dan *device*. *Cartridge* adalah wadah berbentuk tabung untuk menyimpan pestisida. Sedangkan *device* adalah alat yang berfungsi untuk mencampurkan pestisida di dalam *cartridge* dengan air. Sementara ini, yang bisa diaplikasikan dengan alat CLKS adalah herbisida parakuat diklorida. Pemilihan parakuat diklorida sebagai herbisida yang diaplikasikan oleh CLKS selain daripada herbisida parakuat diklorida banyak digunakan petani karena keefektifannya dalam mengendalikan gulma dengan waktu yang cepat serta herbisida parakuat diklorida telah menjadi subjek dari lebih 1.200 studi keamanan yang diajukan kepada otoritas pengatur di seluruh dunia termasuk oleh FAO dan WHO akibat tingginya tingkat keracunan terhadap petani dan pekerja pertanian dari paparan herbisida parakuat diklorida (Syngenta, 2021).

Berdasarkan latar belakang di atas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai “Perbandingan Efikasi *Knapsack Sprayer* Konvensional dengan *Close Loop Knapsack System (CLKS)* untuk Persiapan lahan Padi Sawah Menggunakan Herbisida Parakuat Diklorida”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

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

1. Bagaimana efikasi CLKS dibandingkan dengan *knapsack sprayer* konvensional dalam mengendalikan gulma untuk persiapan lahan padi sawah menggunakan herbisida parakuat diklorida ?
2. Apakah penggunaan CLKS tidak memengaruhi fitotoksisitas tanaman padi sawah ?

3. Apakah penggunaan CLKS tidak memengaruhi pengahambatan pertumbuhan dan produksi padi sawah ?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Bedasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui efikasi CLKS dibandingkan dengan *knapsack sprayer* konvensional dalam mengendalikan gulma untuk persiapan lahan padi sawah menggunakan herbisida parakuat diklorida.
2. Mengetahui pengaruh penggunaan CLKS terhadap fitotoksisitas tanaman padi sawah.
3. Mengetahui pengaruh penggunaan CLKS terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman padi sawah.

### 1.4 Landasan Teori

Bedasarkan pernyataan yang telah dikemukakan maka disusun landasan teori dalam memberikan penjelasan teoritis terhadap perumusan masalah. Menurut Simatupang, dkk. (2015), keberadaan gulma di lahan padi sawah menjadi perhatian sebagai salah satu faktor pembatas produksi tanaman padi karena dapat menurunkan hasil apabila tumbuhnya tidak terkendali. Moenandir (2010), menyebutkan bahwa gulma memiliki karakteristik yang mampu berkompetisi pada faktor tumbuh (air, unsur hara, oksigen, ruang tumbuh, dan cahaya matahari) serta persamaan sifat fisiologi dan morfologi antara gulma dan tanaman budidaya pada stadia lanjut yang juga mendukung dampak negatif gulma sehingga gulma apabila tidak dikendalikan dapat mengganggu pertumbuhan tanaman budidaya yang mengakibatkan terjadinya penurunan hasil. Penurunan hasil panen gabah padi akibat gulma berkisar antara 6-87 %, sedangkan data secara nasional menunjukkan bahwa kehilangan panen gabah padi akibat gangguan gulma 15-42 % untuk padi sawah dan padi gogo 47-87 % (Pitoyo, 2006). Menurut Chauhan dan Johnson (2011), penurunan panen gabah padi akibat gulma dapat mencapai 94%

pada musim hujan dan 96% pada musim kemarau bila pengendalian gulma tidak dilakukan sama sekali.

Menurut Tjitrosemito (2020), pengendalian gulma pada tanaman semusim seperti tanaman padi dilakukan pada periode kritis kira-kira sepertiga dari awal siklus hidupnya atau tidak lain dapat dilakukan sebelum tanam saat persiapan lahan. Hal tersebut dikarenakan, gulma memiliki kemampuan berkompetisi dalam merebutkan sarana tumbuh dengan tanaman budidaya sehingga apabila kompetisi yang terjadi di antara keduanya dimenangkan oleh gulma maka populasi gulma akan jauh lebih tinggi daripada populasi tanaman budidaya yang mengakibatkan terganggunya pertumbuhan dan hasil tanaman budidaya jauh lebih rendah dari yang diharapkan. Pengendalian gulma dengan pengolahan tanah secara berulang-ulang saat persiapan lahan tidak mengefesienkan waktu dan biaya pengendalian. Widiyanto dkk. (2020), juga menyebutkan bahwa dibandingkan dengan pengolahan tanah, penggunaan herbisida pada pengendalian gulma disaat persiapan lahan lebih menguntungkan karena mampu mengurangi erosi, menghemat air, mengurangi penggunaan bahan bakar, dan mengurangi emisi gas rumah kaca.

Herbisida parakuat adalah herbisida yang dinilai tepat digunakan untuk pengendalian gulma pada persiapan lahan karena herbisida parakuat merupakan herbisida pascatumbuh, bersifat kontak dengan waktu kerja yang cepat, spektrum pengendalian gulmannya yang luas, dan ikatan agregat dengan tanah rendah sehingga tidak bekerja dengan baik saat herbisida parakuat berada di tanah yang dapat menekan keracunan tanaman akibat herbisida (Sriyani, 2020). Tjitrosemito (2020), melaporkan bahwa biasanya petani memerlukan waktu lebih dari dua bulan untuk membersihkan gulma yang ada di lahan sawah, tetapi dengan adanya aplikasi parakuat pekerjaan lebih mudah dan cepat, serta menghasilkan hasil yang lebih tinggi. Berdasarkan penelitian Sarbino dan Syahputra (2012), herbisida parakuat yang diaplikasikan untuk persiapan lahan pada budidaya tanaman padi sawah di lahan pasang surut dengan dosis 414-1.104 g/ha secara efektif mampu mengendalikan berbagai jenis gulma hingga 5 minggu setelah tanam serta tidak menimbulkan gejala keracunan dan tidak berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan tinggi dan hasil gabah kering giling tanaman padi sawah. Bahan

aktif parakuat memiliki bentuk pekatan yang bisa larut dalam air sehingga pengaplikasiannya dilakukan dengan penyemprotan menggunakan alat semprot.

Alat semprot yang sampai saat ini masih banyak digunakan dan belum banyak mengalami perubahan untuk mengendalikan gulma di lahan tanaman padi di lapangan adalah alat semprot punggung konvensional (*Knapsack Sprayer*). Hal tersebut tidak terlepas dari kelebihan *knapsack sprayer* konvensional sebagai alat penyemprot pestisida seperti penggunaannya yang mudah karena dimensinya yang relatif kecil, teknologi yang digunakan sederhana sehingga masih mudah perawatannya, serta harganya relatif murah (Priyatmoko dkk., 2016). Dibalik kelebihananya, *knapsack sprayer* juga memiliki kekurangan berupa belum dilengkapinya komponen yang dapat mencampurkan herbisida secara otomatis sehingga pencampuran herbisida dengan pelarut air yang dilakukan petani masih manual. Jika pencampuran tersebut tidak dilakukan secara benar maka dapat menyebabkan kekeliruan dosis pestisida yang dipakai (Priyatmoko dkk., 2013). Kurniadie dkk. (2021), menyebutkan bahwa kekeliruan saat pencampuran herbisida dapat mengakibatkan keracunan pada petani, residu mengendap di dalam tanah, dan herbisida yang disemprotkan pada tanaman nantinya akan kurang efektif sehingga dapat mengakibatkan penurunan produksi pada tanaman budidaya.

Selain kekurangan *knapsack sprayer* yang belum dilengkapinya komponen yang dapat mencampurkan herbisida secara otomatis, *knapsack sprayer* juga memiliki kekurangan lain yaitu sering terjadinya kebocoran tangki yang dapat membahayakan aplikator saat penyemprotan herbisida karena perawatan tangki *knapsack sprayer* konvensional yang kurang baik. Seperti yang disebutkan oleh Konthonbut *et al.* (2020), bahwa petani yang kebanyakan menggunakan alat semprot punggung konvensional dalam penyemprotan herbisida parakuat di lahan pertanian memiliki tingkat keracunan yang tinggi karena herbisida dapat terpapar ke kulit aplikator selama pencampuran, pengkabutan saat penyemprotan atau kebocoran dari tangki semprot gendong yang digunakan.

CLKS adalah alat semprot pestisida berteknologi baru, yang mana pencampuran pestisida pada alat ini sudah dilakukan secara otomatis di dalam alat semprot (*device*) dan konsentrasinya konstan 1% sehingga kesalahan konsentrasi larutan dan potensi kontak dengan herbisida saat pencampuran dapat diminimalisir. Disisi lain, apabila alat semprot bocor tidak ada risiko paparan pestisida karena yang terdapat di dalam tangki semprot hanya air bersih. Hal tersebut, tidak terlepas dari desain CLKS yang dirancang dengan 2 komponen yaitu *cartridge* (wadah berbentuk tabung untuk menyimpan pestisida) dan *divice* (alat yang berfungsi untuk mencampurkan pestisida di dalam *cartridge* dengan air dari tangki), yang mana pencampuran herbisida dan pelarut air sudah dilakukan secara otomatis dan tempat penampungan herbisida dipisah dengan tempat penampungan air sehingga aman bagi aplikator penyemprot herbisida (Syngenta, 2021).

### **1.5 Kerangka Pemikiran**

Bedasarkan landasan teori yang telah dikemukakan, berikut disusun kerangka pemikiran pada penelitian ini. Padi merupakan salah satu tanaman pangan penghasil beras yang memiliki kandungan karbohidrat cukup tinggi sehingga beras dijadikan makanan pokok sebagian besar penduduk di dunia salah satunya Indonesia. Seiring dengan laju pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat, produksi beras juga harus diimbangi agar kebutuhan beras masyarakat dapat terpenuhi. Disisi lain, luas lahan panen semakin berkurang akibatnya jumlah produksi padi juga semakin sedikit. Selain itu, keberadaan gulma juga menjadi masalah pada produksi padi. Keberadaan gulma pada lahan padi menyebabkan kompetisi dari segi ruang tumbuh, air, unsur hara, oksigen, dan cahaya matahari dari awal periode tumbuh, serta dapat juga menjadi tempat hidup inang hama dan penyakit. Apabila keberadaan gulma pada lahan padi tidak dikendalikan maka dapat menyebabkan penurunan hasil bahkan kegagalan panen (puso).

Pengendalian gulma saat persiapan lahan di lahan padi dapat menjadi langkah penentu esensial yang akan menentukan suatu keberhasilan pengendalian gulma karena periode kritis tanaman padi terhadap gulma terjadi saat kira-kira sepertiga dari awal siklus hidupnya atau tidak lain dapat dilakukan sebelum tanam saat

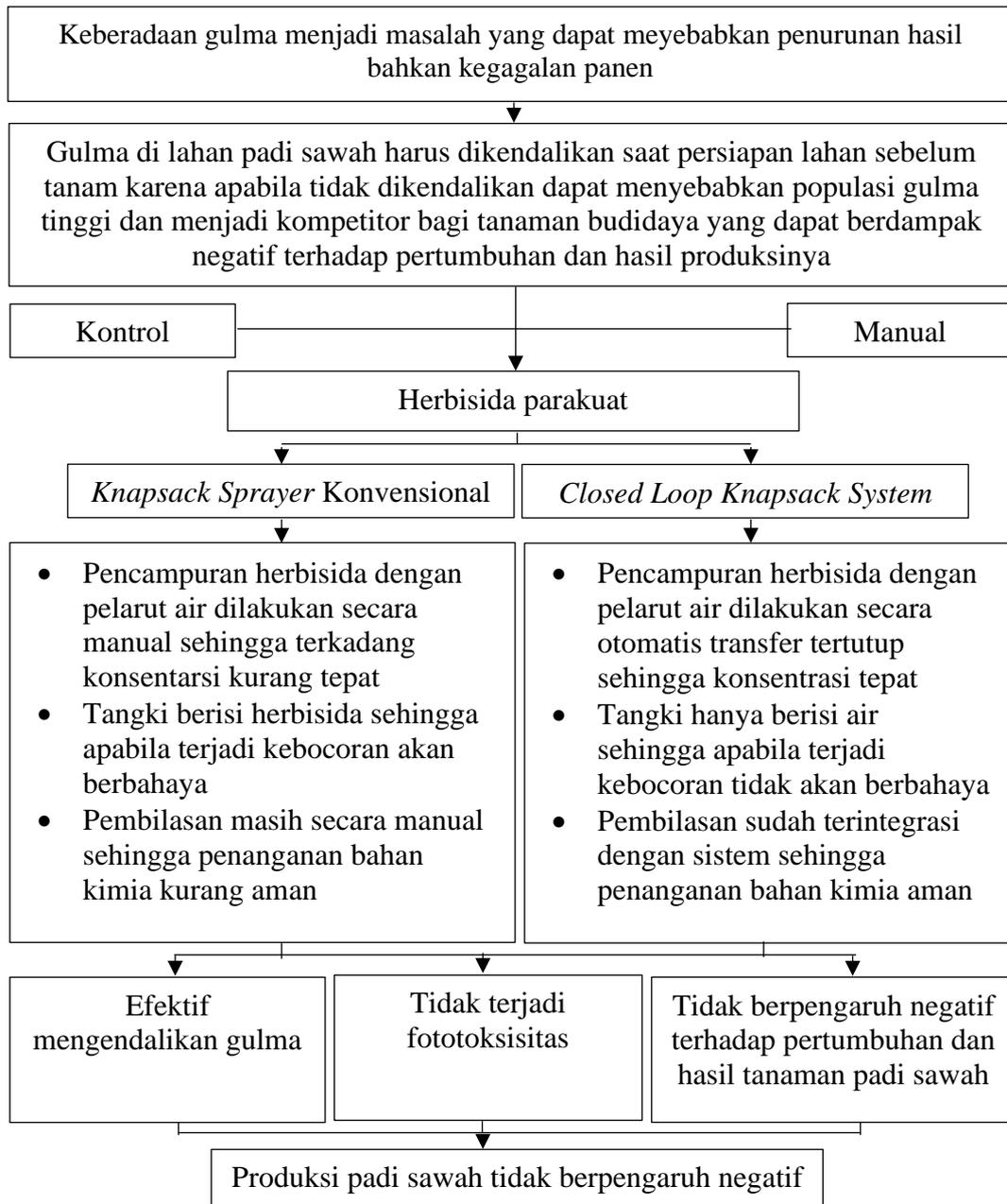
persiapan lahan. Populasi gulma yang tinggi saat persiapan lahan jika tidak dikendalikan dapat menyebabkan dampak negatif terhadap pertumbuhan dan hasil produksi tanaman budidaya. Hal tersebut dikarenakan, apabila gulma tidak dikendalikan sejak persiapan lahan maka gulma akan tetap tumbuh dan berkompetisi dengan tanaman budidaya saat setelah tanam dalam merebutkan sarana tumbuh untuk keberlangsungan kehidupannya serta menjadi sumber tempat hidup inang hama dan penyakit. Pengendalian gulma pada persiapan lahan padi umumnya dilakukan dengan pengolahan tanah yang berulang-ulang sehingga akan lebih memakan waktu dan biaya yang lebih dalam pengendaliannya serta secara tidak langsung memperlambat proses persiapan lahan. Disisi lain, pengendalian gulma secara kimiawi menggunakan herbisida pada persiapan lahan lebih menguntungkan dibandingkan pengendalian gulma lainnya karena gulma yang dikendalikan menggunakan herbisida akan lebih cepat dikendalikan dan kemudian dapat langsung diolah tanah sehingga mempercepat persiapan lahan tanam. Selain itu, pengendalian gulma secara kimiawi mampu mengurangi erosi, mengurangi penggunaan bahan bakar, mengurangi emisi gas rumah kaca, dan menghemat air.

Herbisida yang dapat digunakan dalam mengendalikan gulma pada persiapan lahan, khususnya persiapan lahan padi yaitu dengan karakteristik herbisida pascatumuh yang memiliki sepektrum pengendalian luas dalam waktu singkat, serta tidak memiliki dampak residu di dalam tanah yang dapat meracuni tanaman sehingga proses persiapan padi sawah akan lebih cepat dan efektif. Herbisida parakuat adalah salah satu herbisida yang memiliki karakteristik yang dibutuhkan pengendalian gulma pada persiapan lahan padi karena herbisida parakuat merupakan herbisida pascatumuh, bersifat kontak dengan waktu kerja yang cepat, spektrum pengendalian gulmanya yang luas, dan ikatan agregat dengan tanah rendah sehingga tidak bekerja dengan baik saat herbisida parakuat berada di tanah yang dapat menekan keracunan tanaman akibat herbisida. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh penelitian Sarbino dan Syahputra (2012), herbisida parakuat yang diaplikasikan untuk persiapan lahan pada budidaya tanaman padi sawah di lahan pasang surut dengan dosis 414-1.104 g/ha secara efektif mampu mengendalikan berbagai jenis gulma hingga 5 minggu setelah tanam serta tidak

menimbulkan gejala keracunan dan tidak berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan tinggi dan hasil gabah kering giling tanaman padi sawah. Herbisida berbentuk bentuk pekatan yang bisa larut dalam air seperti herbisida parakuat ini, pengaplikasiannya dilakukan dengan penyemprotan menggunakan alat semprot.

*Knapsack Sprayer* adalah alat semprot gendong konvensional yang sampai saat ini masih banyak digunakan oleh petani dan belum banyak mengalami perubahan untuk mengendalikan gulma di lahan tanaman padi di lapangan. *Knapsack sprayer* banyak digunakan petani karena penggunaannya yang mudah karena dimensinya yang relatif kecil, teknologi yang digunakan sederhana sehingga masih mudah perawatannya, serta harganya relatif murah. Akan tetapi, alat tersebut masih belum mampu mengatasi kendala seperti pencampuran pada *knapsack sprayer* konvensional masih dilakukan secara manual di luar alat yang menyebabkan potensi kontak dengan herbisida dan kemungkinan kesalahan konsentrasi larutan saat pencampuran cukup, serta jika perawatan tangki *knapsack sprayer* konvensional yang kurang baik memungkinkan kebocoran yang menyebabkan larutan herbisida di dalam tangki keluar sehingga berbahaya bagi aplikator penyemprot herbisida. Oleh karena itu, perlu adanya teknologi penyemprotan pestisida yang dapat mengatasi masalah kelemahan alat penyemprot gendong konvensional tersebut agar herbisida yang diaplikasikan dapat bekerja secara efektif dalam meningkatkan keselamatan aplikator, keefektifan herbisida dalam mengendalikan gulma, dan keselamatan lingkungan.

CLKS merupakan alat semprot berteknologi baru yang dapat digunakan dalam penyemprotan herbisida, dimana alat ini tidak lagi memerlukan pencampuran herbisida di luar alat semprot (*device*) dan konsentrasi herbisida yang dikeluarkan konstan 1% sehingga kesalahan konsentrasi larutan dan potensi kontak dengan herbisida saat pencampuran dapat diminimalisir. Selain itu, apabila terjadi kebocoran tidak ada risiko paparan herbisida karena yang di tangki semprot hanya air bersih. Desain CLKS yang dirancang dengan 2 komponen yaitu *cartridge* dan *divice* dapat meningkatkan ketepatan dosis dan keamanan aplikator saat penyemprot herbisida karena pencampuran herbisida dan pelarut air sudah dilakukan terintegrasi secara otomatis dalam kedua komponen tersebut.



Gambar 1. Bagan kerangka pemikiran penelitian.

Efikasi CLKS akan dibandingkan dengan *knapsack sprayer* konvensional diuji menggunakan herbisida parakuat diklorida pada dosis rekomendasi yang sama (414-828 g/ha) sehingga hasil efikasi CLKS diharapkan tidak berbeda dengan *knapsack sprayer* konvensional. Apabila hasil penelitian efikasi CLKS mampu menyamakan *knapsack sprayer* konvensional maka CLKS dapat menjadi alat

semprot alternatif untuk mengatasi masalah kesalahan dosis saat pencampuran herbisida dengan pelarut air dan keracunan aplikator penyemprot herbisida akibat kebocoran tangki semprot yang sering terjadi pada *knapsack sprayer* konvensional sehingga herbisida yang diaplikasikan bekerja efektif mengendalikan gulma dan keracunan akibat paparan herbisida dapat dikurangi. Apabila gulma sudah dikendalikan dengan baik maka tanaman padi diharapkan tumbuh serta berproduksi dengan baik karena kompetisi dengan gulma dapat ditekan, dan kebutuhan beras masyarakat juga dapat dipenuhi. Bagan kerangka pemikiran penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

## 1.6 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran dan landasan teori yang telah dijelaskan di atas, maka hipotesis yang diajukan pada penelitian ini, yaitu:

1. Efikasi CLKS sama dengan *knapsack sprayer* konvensional dalam mengendalikan gulma untuk persiapan lahan padi sawah menggunakan herbisida parakuat diklorida.
2. Penggunaan CLKS untuk tidak memengaruhi fitotoksisitas tanaman padi sawah.
3. Penggunaan CLKS tidak memengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman padi sawah.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Padi

Padi merupakan tanaman budidaya yang pokok karena banyak dibutuhkan oleh sebagian besar penduduk di dunia sebagai sumber utama bahan pangan. Padi termasuk tanaman semusim karena hanya dapat dipanen satu kali dalam musim tanam. Padi sebagian besar banyak ditemukan di wilayah tropis dan subtropis, seperti di Afrika, Amerika, Australia, dan Asia, yaitu salah satunya Indonesia. Padi masuk ke dalam genus *Oryza L.*, yang meliputi kurang lebih terdiri dari 25 spesies. Spesies *Oryza sativa (L.)* adalah spesies padi yang umum dibudidayakan oleh petani karena mampu berproduksi dan beradaptasi dengan baik. Spesies *Oryza sativa (L.)* ini kemudian dibagi mejadi 2 golongan yaitu *glutinosa* (beras ketan) dan *utillissima* (beras biasa). Padi golongan *utillissima*, lalu dibagi menjadi 2 golongan kembali, yaitu *communis* dan *minuta*. Golongan *communis* inilah yang banyak ditanam di Indonesia, yang kemudian dibagi 2 sub golongan yaitu *japonica* (padi cere) dan *indica* (padi berbulu). Berdasarkan tempat budidayanya, tanaman padi dapat dikelompokan menjadi 3 yaitu padi sawah, padi ladang (gogo), dan padi rawa (dapat tumbuh dalam air yang dalam) (Nazirah, 2018).

Secara morfologi padi memiliki akar yang digolongkan ke dalam akar serabut, yang mana akar yang pertama kali muncul saat perkecambahan disebut akar primer (seminal), dan kemudian akan digantikan dengan akar sekunder (advetif) yang tumbuh dari buku terbawah pada batang padi. Batang padi berbentuk bulat berongga dan beruas-ruas. Ruas-ruas tersebut dipisahkan oleh buku-buku,

yang mana di sela buku-buku tersebut terdapat sehelai daun, dan di sela daun itu terdapat kuncup yang akan berkembang menjadi batang padi baru (anakan). Daun padi tumbuh pada setiap buku batang padi yang berselang-seling. Daun padi tersusun dari pelepah daun yang meyelubungi batang padi, helai daun berbentuk seperti pita, lidah daun, dan telinga daun. Daun padi berdaun tunggal dan bersisik. Warna daun hijau tua dan akan berubah kuning keemasan setelah tanaman padi memasuki masa panen. Bunga padi secara keseluruhan, disebut juga dengan malai. Tiap unit bunga pada malai disebut dengan *spikelet* atau bulir padi, yang umumnya terdiri atas tangkai, bakal buah/karyopsis, lemma, palea, putik, dan benang sari. Bulir padi berbentuk oval, dimana pada lemma dan palea terdapat sisik halus. Apabila telah terjadi pembuahan, lemma dan palea menyatu serta karyopsis juga ikut berkembang sehingga terbentuklah gabah. Gabah yang telah tua ditandai dengan perubahan warna menjadi kuning keemasan (Sagala dkk., 2022).

Tanaman padi secara umum memerlukan syarat tumbuh yaitu memerlukan kebutuhan curah hujan yang optimal sebesar 1500-2000 mm/tahun. Suhu optimal untuk pertumbuhan padi berkisar antara 23° C. Kelembaban yang dikehendaki tanaman padi sawah yakni  $\pm 90\%$ . Intensitas sinar matahari yang dibutuhkan tanaman padi penuh tanpa naungan. Tanaman padi sangat membutuhkan air yang cukup untuk proses pertumbuhannya sehingga pada musim kemarau air harus tersedia untuk meningkatkan produksi. Tanaman padi dapat ditanam di tanah yang mengandung pasir, debu, dan lempung dengan tingkat keasaman tanah (pH) antara 4,0-7,0 (Purwono dan Purnawati, 2007).

Pertumbuhan tanaman padi dibagi menjadi 3 fase yaitu fase vegetatif (awal perkecambahan sampai pembentukan bakal malai /primordia), fase produktif (primordia sampai pembungaan), dan fase pematangan (pembungaan sampai gabah matang). Fase vegetatif merupakan fase dimana organ-organ vegetatif tanaman padi mengalami pertumbuhan dan perkembangan yang ditandai dengan anakan tanaman padi yang bertambah secara cepat, tanaman bertambah tinggi, dan daun tumbuh secara regular. Fase reproduktif tanaman padi dimulai ketika ruas teratas pada batang mulai terjadi pemanjangan, berkurangnya jumlah anakan,

munculnya daun bendera, bunting, dan munculnya pembungaan. Inisiasi primordia malai yang terjadi saat fase reproduktif biasanya dimulai 30 hari sebelum *heading* (pembungaan) serta waktunya hampir bersamaan dengan pemanjangan ruas batang, yang terus berlanjut sampai pembungaan. Sedangkan fase pemasakan tanaman padi terjadi apabila telah terjadi pembuahan. Fase pemasakan tanaman padi dimulai dari tahap masak susu, masak tepung, menguning, dan panen. Fase ini juga ditandai dengan daun padi yang menua (Nazirah, 2018).

Menurut Syahri dan Somantri (2016), penggunaan tanaman padi varietas unggul merupakan salah satu faktor terpenting yang dapat mempengaruhi peningkatan produksi padi. Peningkatan produksi padi nasional akibat dari penggunaan tanaman padi varietas unggul dapat mencapai 56%. Sementara itu, interaksi antara penggunaan tanaman padi varietas unggul dengan air irigasi dan pemupukan berkontribusi hingga 75% terhadap laju kenaikan produksi padi. Salah satu varietas unggul tanaman padi yang banyak digunakan oleh petani adalah Varietas Inpari 32.

Bedasarkan Surat Lampiran Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia, Nomor 4996/Kpts/SR.120/12/2013 mengenai deskripsi padi sawah varietas Inpari 32, bahwa varietas Inpari 32 baik untuk ditanam pada sawah daratan rendah hingga ketinggian 600 mdpl. Varietas ini memiliki umur tanaman yaitu  $\pm 120$  hari setelah sebar. Potensi hasil Gabah Kering Giling (GKG) yang diberikan varietas ini bisa mencapai 8,42 ton/ha, dengan rata-rata hasil  $\pm 6,3$  ton/ha. Berat 1000 butir padi  $\pm 27,1$  gram. Batang tegak bewarna hijau, dengan tinggi mencapai 97 cm. Daun sedikit kasar bewarna hijau, dimana posisi daun dan daun bendera tegak. Jumlah anak produktif bisa mencapai 17 batang per rumpun. Bentuk gabah medium, dengan jumlah gabah permalai  $\pm 118$  butir. Warna gabah saat panen bewarna kuning bersih. Tingkat kerebahan tanaman sedang serta agak tahan terhadap hawar daun bakteri patotipe III, IV, dan VII; blaa raa 033; dan tungro ras lanrang.

## 2.2 Gulma Pada Pertanaman Padi

Pada lahan budidaya, keberadaan gulma menjadi kendala dalam berbudidaya karena terjadi kompetisi antara gulma dan tanaman budidaya. Pada tanaman padi, hal ini juga dapat terjadi. Munculnya gulma saat awal persiapan tanam hingga menjelang panen di lahan padi sawah menyebabkan kerugian karena gulma dapat menjadi pesaing tanaman padi (Guntoro dan Fitri, 2013). Menurut Sukman dan Yakub (2002), persaingan antara gulma dan tanaman budidaya terjadi apabila suatu hal tidak tersedia dalam jumlah yang mencukupi bagi keduanya, hal tersebut antara lain hal untuk memperoleh unsur hara, cahaya, air, CO<sub>2</sub>, kelembaban, dan ruang tumbuh.

Kemampuan suatu tanaman untuk bersaing terhadap gulma ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain seperti spesies gulma, kerapatan populasi, tingkat kesuburan tanah, umur varietas yang ditanam, dan lamanya persaingan. Spesies yang berbeda akan menentukan kemampuan bersaing yang berbeda juga dari sistem fotosintesisnya, kondisi perakarannya, dan morfologinya. Tingginya kerapatan populasi tanaman budidaya akan mengurangi tingkat persaingan gulma pada suatu lahan. Unsur hara yang tersedia yang berasal dari tanah melalui penambahan pupuk meningkatkan peluang kompetisi gulma dengan tanaman budidaya. Varietas tanaman budidaya yang umurnya genjah lebih berpeluang untuk mengurangi persaingan terhadap gulma karena pertumbuhan dan perkembangannya lebih cepat. Persaingan yang terjadi antara gulma dan tanaman budidaya pada awal pertumbuhan akan mengurangi kuantitas hasil karena terganggunya pertumbuhan vegetatif dan reproduktif tanaman budidaya akibat gulma. Sedangkan persaingan yang terjadi antara gulma dan tanaman budidaya menjelang panen akan berpengaruh terhadap kualitas hasil karena gulma menjadi inang hama dan penyakit yang menyerang buah. Menurut Moenandir (2010), permasalahan yang ditimbulkan terkait persaingan antara gulma dan tanaman budidaya juga diakibatkan oleh karakteristik gulma yang mampu berkompetisi pada faktor tumbuh serta persamaan sifat fisiologi dan morfologi antara gulma dan tanaman budidaya pada stadia lanjut yang juga mendukung dampak negatif

gulma, seperti yang dicontohkan antara tanaman padi sawah dengan gulma *Echinochloa crus-galli*.

Bedasarkan penelitian Aryanti dkk. (2021), di Tugu Mulyo Kecamatan Belitang Madang Raya, Kabupaten OKU Timur, terdapat 13 jenis gulma di lokasi percobaan, gulma tersebut antara lain yaitu *Pistia stariotes*, *Eclipta prostrata* (L.), *Ludwigia octovalvis*, *Monochoria vaginalis*, *Hedyotis corymbosa* (L.), *Sphenoclea zeylancia*, *Digitaria longiflora*, *Echinocloa curusgalli*, *Leerisa hexandra*, *Cyperus difformis*, *Cyperus esculentus* (L.), *Cyperus iria* (L.), dan *Fimbristylis miliacea*. Sedangkan hasil penelitian Pujiswanto dkk. (2020), mengenai gulma-gulma yang ada di lahan persawahan Trimujo, Lampung Tengah, hasil analisis vegetasi 6 MSA ditemukan gulma *Ludwigia octovalvis*, *Monochoria vaginalis*, *Eleusine indica*, *Fimbristylis miliacea*, *Cyperus iria*, dan *Echinochloa crus-galli*. Gulma dominan hasil analisis yang diidentifikasi secara berurutan yaitu gulma *Fimbristylis miliacea*, *Cyperus iria*, dan *Monochoria vaginalis*.

Berberapa gulma sangat beresiko untuk terjadinya kompetisi dengan tanaman padi. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Aryanti dkk. (2021), bahwa gulma *Fimbristylis miliacea* memiliki tingkat dominasi yang tinggi pada lahan persawahan karena dapat tumbuh secara berumpun yang mengakibatkan peluang zat alelopati yang dikeluarkan akan lebih banyak sehingga dapat menghambat pertumbuhan tanaman padi. Selain itu, gulma *Fimbristylis miliacea* sangat kompetitif pada tanaman padi sawah sebab biji yang dihasilkan sangat banyak dan sangat mudah tumbuh. Sutrisno dkk. (1981), menyatakan juga mengenai gulma yang berkompetisi dengan tanaman padi yaitu adanya gulma *Echinochloa crus-galli* pada fase vegetatif tanaman padi dapat menunda pembentukan primordia bunga selama 6 hari. Tertundanya primordia berpengaruh kepada malai, dimana panjang dan pendeknya malai berpengaruh terhadap produksi. Paiman (2020), menyebutkan bahwa gulma *Echinochloa crus-galli* dapat menjadi inang penggerek padi *Trypophoriza innotata*. Sedangkan Simatupang dkk. (2015), mengemukakan unsur hara pada tanaman padi akan berkurang ketika terjadi persaingan dengan gulma pada fase pertumbuhannya

sehingga mengakibatkan penurunan pertumbuhan dan jumlah anakan serta malai pada tanaman padi berkurang sehingga menyebabkan hasil tanaman padi menurun.

### **2.3 Pengendalian Gulma Pada Pertanaman Padi Sawah**

Menurut Arsi, dkk. (2022), tanaman padi pada periode awal sebelum tanam sampai 30 hari setelah tanam, gulmanya harus dikendalikan secara intensif. Hal ini disampaikan juga oleh Pane dan Jatmiko (2009), bahwa pada fase awal, kanopi antar tanaman padi belum menutup sehingga memberi kesempatan kepada biji gulma dan gulma yang sudah tumbuh untuk memanfaatkan cahaya dan unsur hara untuk pertumbuhannya. Hal itu, menyebabkan pertumbuhan gulma lebih cepat dibandingkan dengan tanaman padi yang terkompetisi. Pertumbuhan gulma yang cepat ini menyebabkan keberadaannya menjadi ancaman yang perlu dikendalikan secepat mungkin. Pengendalian gulma dimaksudkan agar dapat menekan kompetisi yang disebabkan oleh gulma pada tanaman yang keberadaannya menjadi kepentingan manusia, seperti tanaman yang dibudidayakan.

Pengendalian gulma pada padi sawah dapat dilakukan dengan mengkombinasikan beberapa teknik pengendalian. Pengendalian tersebut yaitu pengendalian secara manual dengan menggunakan tangan, pengendalian secara mekanis dengan penyiangan menggunakan alat, pengelolaan air irigasi, dan penggunaan bahan kimia berupa herbisida. Gulma pada persiapan lahan budidaya tanaman padi efektif dan efisien waktu dan biaya jika dikendalikan dengan menggunakan herbisida. Herbisida disemprotkan pada gulma secara menyeluruh sebelum tanaman padi sawah ditanam yang bertujuan mengendalikan gulma di lahan agar pertumbuhan tanaman padi selanjutnya menjadi baik karena tidak terganggu oleh gulma. Persiapan lahan budidaya tanaman padi tidak terlepas dari penggunaan herbisida, jenis yang digunakan ialah herbisida pasca tumbuh untuk mengendalikan gulma yang terdapat pada lahan (Widayat, 2018).

Herbisida adalah bahan kimia beracun yang dapat mematikan tumbuhan. Bahan kimia beracun yang terdapat di dalam herbisida apabila tidak ditangani secara

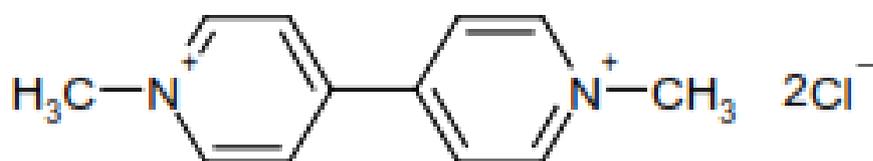
hati-hati dapat menimbulkan efek berupa merusak tanaman yang bukan sasaran karena efek residu herbisida, keracunan pada hewan peliharaan, gangguan kesehatan terhadap manusia (utamanya aplikator), dan pencemaran terhadap lingkungan. Supaya herbisida yang diaplikasikan dapat efektif, efisien, dan tidak menimbulkan efek negatif yang serius maka perlu memperhatikan beberapa faktor seperti waktu dan cara aplikasi, penggunaan dosis, keadaan pertumbuhan gulma, jenis gulma sasaran, alat semprot yang digunakan, kecepatan waktu aplikasi, tingkat keterampilan aplikator (tenaga penyemprot), dan ketepatan kalibrasi. Faktor waktu, dosis, sasaran, dan cara aplikasi saling memengaruhi sehingga dengan memperhatikan tiga faktor tersebut secara seksama maka efektivitas dan efisiensi herbisida yang diaplikasikan dapat ditingkatkan (Simatupang dkk., 2015).

#### **2.4 Parakuat Diklorida**

Parakuat diklorida merupakan bahan aktif yang banyak digunakan untuk mengendalikan rumput dan gulma berdaun lebar pada tanaman perkebunan, sayuran, buah-buahan, dan umbi-umbian. Selain itu, parakuat diklorida juga dapat digunakan untuk mengendalikan gulma air (Roberts *et al.*, 2007). Di lahan persawahan herbisida berbahan aktif parakuat diklorida mampu mengendalikan gulma berdaun lebar, berdaun sempit, dan teki, pada dosis 414-1.104 g/ha (Sabrino dan Syahputra, 2012). Penggunaan dosis herbisida yang tepat dapat mematikan gulma sasaran, tetapi jika dosisnya terlalu tinggi akan merusak tanaman budidaya (Sembodo, 2010).

Parakuat diklorida dengan rumus senyawa ( $C_{12}H_{14}Cl_2 N_2$ ) memiliki nama kimia *1,1'-dimethyl-4,4'-bipyridinium*, yang mana bahan aktif herbisida tersebut masuk ke dalam bahan aktif bipyridilium. Bahan aktif dari golongan bipyridilium memiliki karakteristik berupa bahan aktif yang diaplikasikan saat pasca tumbuh, tidak selektif, tidak dapat bekerja dengan baik apabila diaplikasikan lewat tanah, dan menimbulkan efek keracunan seperti terbakar diikuti dengan peluruhan klorofil. Bahan aktif parakuat diklorida ini tidak dapat bereaksi di tanah dikarenakan adanya reaksi antara dua muatan ion positif pada parakuat dan ion

negatif yang berasal dari mineral tanah sehingga molekul positif parakuat terabsorpsi kuat dalam lapisan tanah dan tidak dapat aktif lagi. Selain itu, apabila terkena bagian tanaman yang tidak mengandung klorofil seperti batang dan akar tidak dapat diserap karena kerjanya diaktifkan dalam proses fotosintesis tanaman yang sangat membutuhkan cahaya dan klorofil (Ngatimin dkk., 2020). Menurut Sembodo (2010), untuk menimbulkan efek keracunan pada gulma target, herbisida berbahan aktif parakuat diklorida harus berinteraksi dengan cahaya, oksigen, dan klorofil. Berikut struktur kimia parakuat diklorida yang disajikan pada Gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. Struktur kimia parakuat diklorida (FAO, 2021).

Parakuat memiliki *site in action* pada PS I sebagai inhibitor PS I (*Photosystem 1*) yang memiliki cara kerja yaitu elektron yang berasal dari zat besi yang mengandung pembawa elektron FP, FDs dan FD, dialihkan untuk mensintesis zat lain. Elektron yang dialihkan tersebut diterima oleh oksigen yang kemudian membentuk oksigen radikal beracun dan akhirnya membentuk ultra reaktif hidroksil radikal. Zat radikal yang terbentuk dari pengalihan elektron dari PS I akan mengganggu protein dan lipid pada tumbuhan. Membran tumbuhan yang terdiri dari protein dan lipid akan bocor dan menyebabkan keluarnya isi di belakang membran. Parakuat diklorida umumnya akan aktif jika bahan aktif parakuat diklorida tersebut terpenetrasi pada daun (yang memiliki jaringan hijau) dan akan lebih efektif bekerja dengan cepat apabila terkena cahaya matahari sehingga dapat mengaktifkan hidrogen peroksida yang dapat merusak membran sel (Ngatimin dkk., 2020). Pada kondisi yang gelap, penetrasi parakuat diklorida pada daun melalui sistem vaskuler dan kemudian ditransportasikan melalui jaringan xilem (Kuvaini, 2012). Gulma yang dikendalikan dengan parakuat diklorida dapat terlihat bereaksi 2-3 jam setelah penyemprotan yang ditandai

dengan kelayuan pada daun hijau, setelah 2-3 hari kemudian gulma mengalami kematian (Sidik, 2019).

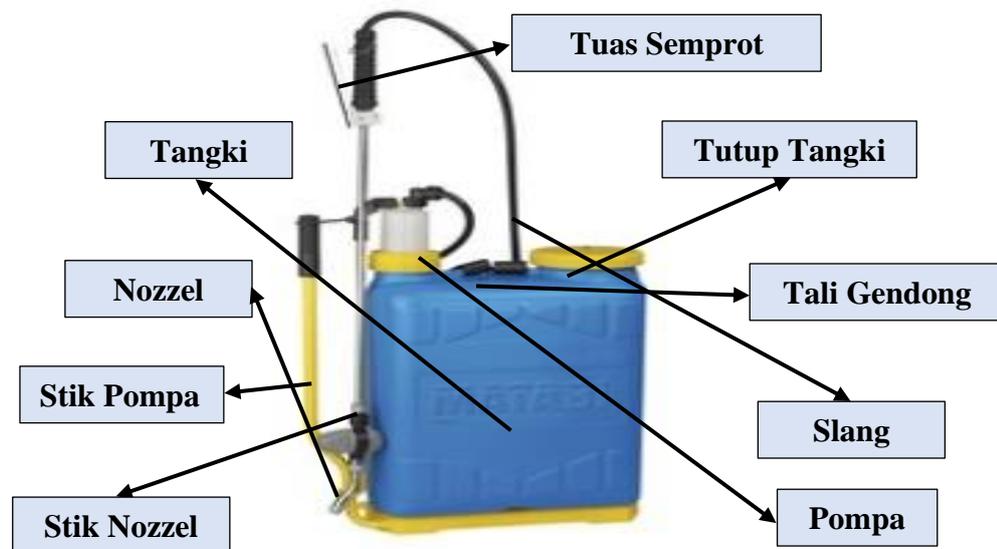
WHO (2009), menyebutkan bahwa bahan aktif parakuat diklorida termasuk bahan aktif golongan II (*moderately hazardous*) yang apabila terjadi absorpsi oleh parakuat diklorida tersebut akan menimbulkan efek serius dan berjangka panjang. Pengaplikasian secara terus-menerus bahan aktif parakuat diklorida pada suatu lahan akan berdampak kepada banyaknya residu bahan kimia berbahaya parakuat diklorida yang ditinggalkan sehingga akan timbul masalah baik dari segi lingkungannya dan juga dari segi aplikator (manusianya). Menurut Stuart *et al.* (2023), parakuat diklorida sangat presisten di tanah dalam keadaan terabsorpsi karena saat parakuat diklorida yang terpapar kelembaban tanah atau air maka parakuat diklorida kehilangan muatan ion klorida negatifnya sehingga mempercepat penyerapan ke partikel tanah dengan waktu paruh  $DT_{50}$  (*disappearance time 50%*) dalam kondisi lapang minimal 7 tahun. Selain itu, herbisida parakuat diklorida sangat berbahaya terhadap kesehatan apabila mengenai kulit, sistem pernafasan, mata, hati, ginjal, dan saluran cerna. Parakuat diklorida memiliki  $LD_{50}$  (*lethal dose*) oral sebesar 113, 5 mg/kg BB dan  $LD_{50}$  (*lethal dose*) dermal > 660 mg/kg BB pada tikus jantan (FAO, 2021). Jika pada manusia, diperkirakan  $LD_{50}$  (*lethal dose*) sebesar 3-5 mg/kg BB atau setara dengan mengabsorpsi sebanyak 10-15 ml larutan parakuat 20% yang mengakibatkan luka korosi parah termasuk perforasi pada organ sehingga dapat menyebabkan kematian (Budiawan, 2020).

## **2.5 Knapsack Sprayer Konvensional**

*Knapsack sprayer* atau lebih dikenal dengan alat semprot punggung banyak digunakan oleh para petani hampir di semua areal pertanian, baik areal pertanian tanaman palawija, tanaman sayuran, dan tanaman perkebunan untuk menyemprotkan pestisida. Hal tersebut tidak terlepas dari kelebihan *knapsack sprayer* sebagai alat penyemprot pestisida seperti penggunaannya yang mudah karena dimensinya yang relatif kecil, teknologi yang digunakan sederhana sehingga masih mudah perawatannya, serta harganya relatif murah (Priyatmoko

dkk., 2016). Akan tetapi, *knapsack sprayer* ini juga memiliki kelemahan yang perlu diperhatikan seperti sering terjadinya kerusakan berupa batang torak mudah patah, katup bocor, paking karet sering sobek, selang penyalur pecah, kran sprayer bocor, tali gendong putus, dan tabung pompa bocor sehingga pestisida yang keluar akibat kerusakan bagian *knapsack sprayer* tersebut dapat membahayakan petani nantinya. Permasalahan yang lain adalah alat *knapsack sprayer* belum dilengkapi dengan komponen yang dapat mencampurkan herbisida secara otomatis sehingga pencampuran herbisida dengan pelarut yang dilakukan petani masih manual. Apabila pencampuran tersebut tidak dilakukan secara benar maka dapat menyebabkan kekeliruan dosis pestisida yang dipakai. Kekeliruan dosis pestisida dapat menurunkan keefektifan daya kerja pestisida, serta kelebihan dosis pestisida saat aplikasi dapat menimbulkan pencemaran lingkungan dan terjadinya resistensi pada target (Priyatmoko dkk., 2013). Seperti yang disebutkan oleh Wahyudin dkk. (2021), bahwa kekeliruan saat pencampuran herbisida dapat mengakibatkan keracunan pada petani, residu mengendap di dalam tanah, herbisida yang disemprotkan pada tanaman nantinya akan kurang efektif.

Ada 2 jenis *knapsack sprayer* yang umum ditemukan di pasaran, yaitu *knapsack sprayer* semi otomatis dan *knapsack sprayer* otomatis. Akan tetapi, *knapsack sprayer* jenis semi otomatislah yang umum ditemukan pada petani. *Knapsack sprayer* semi otomatis memiliki cara kerja, dimana cairan dari tangki dipompa secara langsung ke dalam ruang tekan sehingga selama penyemprotan tuas pompa digerakan secara terus-menerus agar tekanan di dalam tabung meningkat. Keadaan ini yang mengakibatkan larutan pestisida di dalam tangki dipaksa keluar menuju nozzle yang diarahkan ke bidang sasaran. Besar kecilnya tekanan yang dihasilkan tergantung dari jenis bahan sprayer. *Sprayer* yang terbuat dari logam dapat menghasilkan tekanan yang lebih tinggi sehingga cocok digunakan untuk aplikasi insektisida dan fungisida. Sedangkan sprayer yang terbuat dari bahan plastik menghasilkan tekanan yang lebih rendah, hal tersebut lebih cocok untuk pengaplikasian herbisida yang hanya membutuhkan tekanan rendah dalam penyemprotannya (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2010). Gambar bagian-bagian *knapsack sprayer* konvensional dapat dilihat pada Gambar 3.



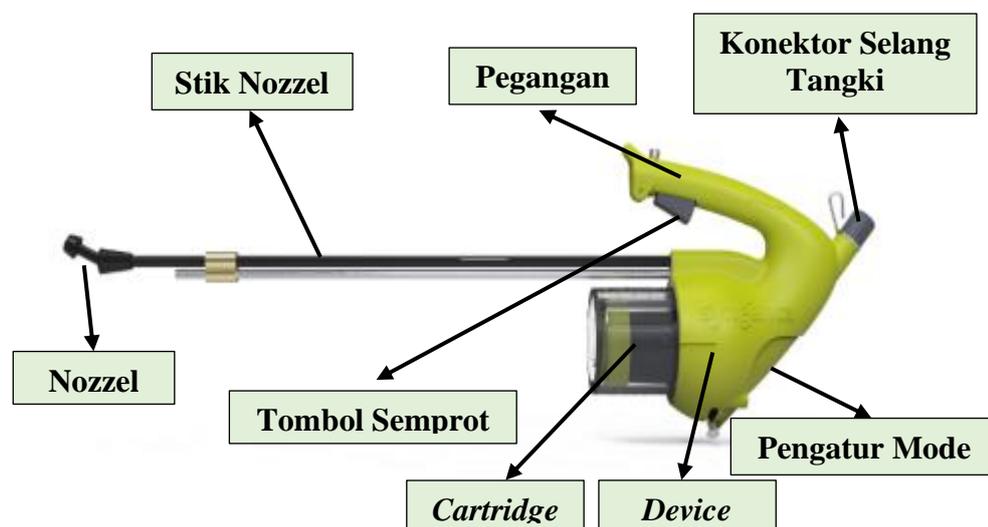
Gambar 3. Alat semprot *knapsack sprayer* konvensional (Matabi, 2022).

## 2.6 *Close Loop Knapsack System (CLKS)*

*Close Loop Knapsack System (CLKS)* adalah salah satu alat semprot berteknologi baru yang dirancang untuk memudahkan petani dalam menyemprotkan pestisida. Alat ini terdiri atas dua komponen utama yaitu *cartridge* dan *device*. *Cartridge* adalah wadah berbentuk tabung untuk menyimpan pestisida. Sedangkan *device* adalah alat yang berfungsi untuk mencampurkan pestisida di dalam *cartridge* dengan air. Komponen lain yang ada pada CLKS yaitu pegangan, tombol semprot, nozzle, konektor selang tangki, stik nozzle, dan pengatur mode. CLKS memerlukan tangki semprot untuk menampung pelarut (air) yang disambungkan oleh selang ke CLKS tersebut.

Cara kerja CLKS yaitu *cartridge* dipasang pada *device* kemudian atur pengatur mode ke mode pencampuran sehingga herbisida yang ada di dalam *cartridge* akan tercampur otomatis dengan air yang berasal dari tangki semprot oleh *device*, dimana kapasitas cairan pestisida yang dikeluarkan alat ini adalah 1 %. Apabila pengatur mode belum diatur ke mode pencampuran maka herbisida di dalam *cartridge* tidak akan tercampur sehingga hanya air saja yang keluar. Biasanya, mode tersebut digunakan untuk membilas komponen *device*, stik nozel, dan nozle. Oleh karena itu, CLKS memudahkan petani karena ransel hanya berisi air dan

tidak perlu mengganti *knapsack*; menghemat waktu dan tenaga pengaplikasian sebab tidak perlu pencampuran herbisida secara manual hanya dengan memasang *cartridge* yang berisi herbisida lalu langsung dapat disemprotkan sampai 6 kali pengisian ulang *knapsack*; mengurangi kesalahan penggunaan dosis karena cairan yang ke luar sudah pasti 1%; serta pegangan yang bebas bocor sehingga aman digunakan dan mudah dipasang kembali. Selain itu, komponen *cartridge* pada CLKS menciptakan penanganan bahan kimia yang aman bagi petani (tidak ada percikan ke kulit dan mata karena herbisida terkemas oleh *cartridge*) dan lingkungan (*cartridge* kosong yang telah habis dapat dibilas secara menyeluruh kemudian dibuang di tempat yang aman) (Syngenta, 2021). Gambar bagian-bagian CLKS dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Alat semprot *Closed Loop Knapsack System* (Syngenta, 2021).

### **III. BAHAN DAN METODE**

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

Penelitian ini dilakukan di persawahan Desa Tempuran, Kecamatan Trimurjo, Kabupaten Lampung Tengah dan Laboratorium Ilmu Gulma Fakultas Pertanian Univeristas Lampung dari bulan Mei 2022 hingga September 2022.

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

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain: tanaman padi varietas Inpari 32, herbisida Gramoxone 276 SL berbahan aktif parakuat diklorida 276 g/l, pupuk Urea, pupuk SP36, pupuk KCL, air, plastik, dan amplop kertas. Alat yang digunakan, yaitu: *knapsack sprayer* semi otomatis (konvensional), *Closed Loop Knapsack System* (CLKS), nozel berwarna merah, oven listrik, timbangan analitik, timbangan digital, timbangan duduk, kuadran, gelas ukur, ember, paralon pengaduk, pipet, *moisture tester*, penggaris, kamera, patok percobaan, tray semai, dan alat tulis.

#### **3.3 Metode Penelitian**

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan 10 perlakuan yang diulang sebanyak 3 kali sehingga terdapat 30 satuan petak percobaan (Tabel 1). Perlakuan tersebut antara lain: CLKS + parakuat diklorida 414 g/ha, konvensional + parakuat diklorida 414 g/ha, CLKS + parakuat diklorida 552 g/ha, konvensional + parakuat diklorida 552 g/ha, CLKS + parakuat diklorida 690 g/ha, konvensional + parakuat diklorida 690 g/ha,

CLKS + parakuat diklorida 828 g/ha, konvensional + parakuat diklorida 828 g/ha, penyiangan manual secara dicangkul yang dilakukan sekali bersama dengan aplikasi herbisida, dan kontrol tanpa pengendalian gulma. Luas petak percobaan adalah 8 m x 8 m. Homogenitas ragam data hasil penelitian diuji dengan Uji Barlett dan aditivitas data diuji dengan Uji Tukey. Jika asumsi terpenuhi maka data akan dianalisis dengan sidik ragam dan uji perbedaan nilai tengah perlakuan diuji dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf kepercayaan 95%.

Tabel 1. Satuan perlakuan pada percobaan perbandingan efikasi CLKS dengan *knapsack sprayer* konvensional untuk persiapan lahan padi sawah menggunakan herbisida parakuat diklorida

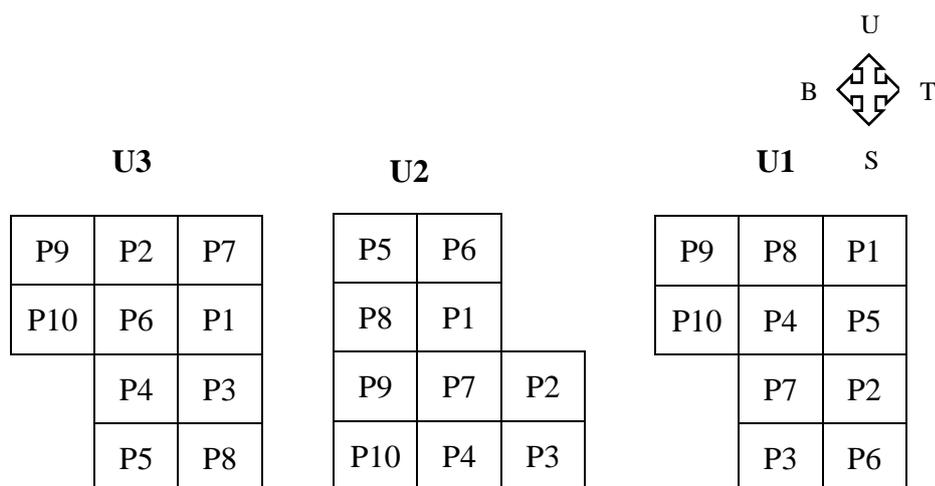
No	Perlakuan	Dosis bahan aktif parakuat diklorida (g/ha)	Dosis formulasi Gramaxone 276 SL (l/ha)	Volume semprot (l/ha)
1.	CLKS	414	1,5	150
2.	Konvensional	414	1,5	150
3.	CLKS	552	2,0	200
4.	Konvensional	552	2,0	200
5.	CLKS	690	2,5	250
6.	Konvensional	690	2,5	250
7.	CLKS	828	3,0	300
8.	Konvensional	828	3,0	300
9.	Penyiangan manual	-	-	-
10.	Kontrol	-	-	-

Keterangan: Volume semprot untuk CLKS dihitung berdasarkan dosis dengan konsentrasi larutan semprot sebesar 1 %.

### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.4.1 Pembuatan Petak Percobaan

Petak percobaan dibuat dengan ukuran 8 m x 8 m dengan jarak tanam padi yang digunakan adalah 27 cm x 27 cm. Jarak antar satuan petak berupa galengan dengan lebar 30 cm. Penentuan tata letak setiap satuan petak percobaan di dalam suatu kelompok dilakukan sedemikian rupa sehingga sebaran gulma sasaran relatif merata. Patok percobaan dipasang sesuai petak pada tata letak percobaan untuk mempermudah pengamatan. Tata letak percobaan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Tata letak percobaan.

Keterangan:

U : Ulangan

P1 : CLKS + parakuat diklorida 414 g/ha

P2 : Konvensional + parakuat diklorida 414 g/ha

P3 : CLKS + parakuat diklorida 552 g/ha

P4 : Konvensional + parakuat diklorida 552 g/ha

P5 : CLKS + parakuat diklorida 690 g/ha

P6 : Konvensional + parakuat diklorida 690 g/ha

P7 : CLKS + parakuat diklorida 828 g/ha

P8 : Konvensional + parakuat diklorida 828 g/ha

P9 : Penyiangan manual (dicangkul)

P10 : Kontrol (tanpa pengendalian gulma)

### 3.4.2 Kondisi Gulma dan Aplikasi Herbisida

Lahan percobaan yang digunakan adalah lahan sawah yang terdapat gulma umum dan singgang padi pada tingkat moderat dengan penutupan sekitar > 50% dan terdistribusi relatif merata. Pada lahan petak percobaan dengan pengolahan tanah dilakukan dengan aplikasi penyemprotan herbisida parakuat diklorida menggunakan alat CLKS maupun *knapsack sprayer* konvensional. Sedangkan pada lahan petak percobaan penyiangan manual, pengendalian gulma dilakukan

sebelum tanam sekali bersama aplikasi herbisida dengan cara dicangkul untuk persiapan lahan. Kemudian, pada petak lahan kontrol tidak dilakukan pengendalian gulma apapun.

Aplikasi herbisida yang diuji dilakukan dengan cara menyemprotkan herbisida ke seluruh permukaan gulma secara merata menggunakan *knapsack sprayer* semiotomatik (konvensional), serta dengan menggunakan sprayer yang akan diuji yaitu CLKS. Nozel yang digunakan adalah nozel *flat* bertekanan  $\text{kg/cm}^2$  (15-20 p.s.i) berwarna merah dengan luas bidang semprot sebesar 2 m. Aplikasi herbisida dilaksanakan pada pagi hari dengan cuaca cerah, sekali saat 7 hari sebelum pengolahan lahan menggunakan herbisida *post emergence* (setelah tumbuh gulma) dengan penutupan gulma awal sudah mencapai  $> 50\%$ . Sebelum dilakukan penyemprotan, terlebih dahulu dilakukan pengkalibrasian oleh aplikator dengan berpatokan kepada konsentrasi yang keluar 1% dari alat CLKS dan dosis formulasi sehingga volume semprotnya yang diatur. Volume semprot *knapsack sprayer* konvensional mengikuti CLKS. Didapatkan hasil kalibrasi volume semprot secara berurutan pada dosis formulasi 1,5 l/ha, 2,0 l/ha, 2,5 l/ha, dan 3,0 l/ha yaitu 150 l/ha, 200 l/ha, 250 l/ha, dan 300 l/ha. Berikut rumus perhitungan volume semprot hasil kalibrasi:

$$\text{Volume semprot (l/ha)} = \text{Dosis herbisida (l/ha)} : \frac{\text{Konsentrasi herbisida (\%)}}{100}$$

- a. Volume semprot pada konsentrasi 1 % dan dosis formulasi 1,5 l/ha herbisida parakuat diklorida, maka:

$$\begin{aligned} \text{Volume semprot} &= 1,5 \text{ l/ha} : \frac{1}{100} \\ &= 150 \text{ l/ha.} \end{aligned}$$

- b. Volume semprot pada konsentrasi 1 % dan dosis formulasi 2,0 l/ha herbisida parakuat diklorida, maka:

$$\begin{aligned} \text{Volume semprot} &= 2,0 \text{ l/ha} : \frac{1}{100} \\ &= 200 \text{ l/ha.} \end{aligned}$$

- c. Volume semprot pada konsentrasi 1 % dan dosis formulasi 2,5 l/ha herbisida parakuat diklorida, maka:

$$\begin{aligned}\text{Volume semprot} &= 2,5 \text{ l/ha} : \frac{1}{100} \\ &= 250 \text{ l/ha.}\end{aligned}$$

- d. Volume semprot pada konsentrasi 1 % dan dosis formulasi 3,0 l/ha herbisida parakuat diklorida, maka:

$$\begin{aligned}\text{Volume semprot} &= 3,0 \text{ l/ha} : \frac{1}{100} \\ &= 300 \text{ l/ha.}\end{aligned}$$

### 3.4.3 Pengolahan Lahan

Pengolahan lahan diawali dengan melakukan penyemprotan herbisida untuk mengendalikan gulma di lahan percobaan. Setelah 7 hari aplikasi hebisida kemudian dilakukan pengolahan dengan perataan lahan (*rolling*) menggunakan traktor tangan yang tujuannya agar permukaan lahan rata dan mudah ditanami padi. Pengolahan lahan dilakukan pada semua petak percobaan.

### 3.4.4 Penanaman

Padi yang ditanam pada penelitian ini adalah padi varietas Inpari 32. Penanaman padi varietas Inpari 32 dilaksanakan 2 hari setelah persiapan lahan dengan cara pindah tanam bibit berumur 14 hari setelah pembibitan. Pembibitan benih padi dilakukan pada wadah tray semai khusus padi berukuran 60 cm x 30 cm x 3,5 cm, yang mana sebelum semai benih padi direndam selama 24 jam bersamaan dengan dilakukanya seleksi benih padi yang kurang baik untuk dibuang, yakni ditandai dengan benih padi yang terapung dipermukaan air. Apabila perendaman benih padi selesai dilakukan, lalu benih tersebut ditiriskan untuk diperam selama satu malam agar mempercepat perkecambahannya. Jarak tanam yang digunakan adalah 27 cm x 27 cm sehingga diperoleh jumlah lubang tanam sebanyak 878 per petak. Dalam satu lubang tanam, ditanam tiga sampai empat bibit padi. Penanaman bibit padi dilakukan dengan cara tandur, dengan kedalaman  $\pm 3$  cm.

### **3.4.5 Pemeliharaan**

#### **3.4.5.1 Pemupukan**

Pada penelitian ini, padi dipupuk menggunakan Urea 250 kg/ha, SP36 125 kg/ha, dan KCl 125 kg/ha. Dosis pemupukan tersebut kemudian dibagi sesuai dengan kebutuhan pupuk per masa pertumbuhan padi, yaitu dibagi menjadi 3 kali pemupukan selama masa pertumbuhannya. Pemupukan pertama dilaksanakan saat padi berumur 7 HST, dengan pupuk yang digunakan adalah Urea 125 kg/ha dan SP36 125 kg/ha. Pemupukan kedua diberikan saat tanaman padi berumur 21 HST menggunakan pupuk Urea 62,5 kg/ha dan KCL 125 kg/ha. Sedangkan pemupukan ketiga diberikan pada saat tanaman padi berumur 45 HST atau saat primordia bunga, yang hanya menggunakan pupuk Urea 62,5 kg/ha. Pemupukan dilakukan dengan cara sebar.

#### **3.4.5.2 Pengairan**

Pengairan pada lahan percobaan penelitian ini dilakukan secara teratur menggunakan irigasi teknis mulai dari sebelum tanam sampai tanaman padi siap panen, kecuali pada saat tanaman padi ditanam hingga 3 Hari Setelah Tanam (HST) dan saat tanaman padi sudah mulai menguning sampai panen. Disaat fase pembuahan tanaman padi, pengairan harus dilakukan karena dalam proses pembuahan memerlukan air yang cukup. Tinggi genangan air di lahan percobaan yang dilakukan disaat pengairan yaitu mencapai 5-10 cm.

#### **3.4.5.3 Penyulaman**

Penyulaman adalah kegiatan pemeliharaan untuk meningkatkan persentase tanaman dengan cara mengganti tanaman padi yang mati karena terserang hama keong. Penyulaman pada penelitian ini dilakukan saat 10 hari setelah tanam dengan bibit yang umur dan jenisnya sama pada semua petak percobaan.

#### 3.4.5.4 Penyiangan

Penyiangan juga dilakukan sesudah tanam pada 7 MSA, setelah pengamatan gulma selesai pada 6 MSA. Hal ini dilakukan karena pada 7 MSA gulma yang tumbuh tidak terkendali sehingga diperlukan penyiangan agar tidak terjadi puso sehingga data produksi masih bisa didapatkan. Penyiangan dilakukan dengan cara dicabut yang dilakukan pada masing-masing petak percobaan.

#### 3.4.5.5 Pengendalian Hama dan Penyakit

Pengendalian hama dan penyakit pada penelitian ini dilakukan secara kimiawi. Pengendalian secara kimiawi dilakukan dengan menggunakan beberapa jenis pestisida seperti moluscasida, insektisida, dan fungisida. Pada saat sehari sebelum tanam moluscasida diaplikasikan dengan cara ditabur ke lahan untuk mengurangi jumlah keong emas yang nantinya dapat memakan padi yang baru ditanam. Moluscasida yang digunakan pada penelitian ini bermerek dagang Bestnoid 60 WP dengan bahan aktif *Fentin Asetat* 60 %. Dosis moluscasida yang digunakan sebesar 375 g/ha.

Dalam mengatasi hama pada lahan padi penelitian ini dilakukan dengan penyemprotan insektisida. Insektisida bermerek dagang BELT EXPERT 480 SC (*Flubendiamida* 240 g/l + *Tiakloprid* 240 g/l) digunakan untuk mengendalikan hama yang umumnya menyerang tanaman padi dengan dosis yang dipakai sebesar 300 ml/ha, yang mana penyemprotannya dilakukan saat 15 HST. Insektisida yang digunakan untuk mengendalikan hama ulat penggerek batang dan walang sangit pada penelitian ini ialah insektisida bermerek dagang STADIUM 18 SC, yang memiliki kandungan bahan aktif berupa *Abamectin* 18 g/l, dan diaplikasikan saat hama menyerang tanaman padi dengan konsentrasi 1 ml/l. Terkhusus pada saat tanaman padi sudah mulai mengeluarkan malai penyemprotan insektisida untuk mengendalikan walang sangit intens dilakukan.

Penyakit tanaman padi pada penelitian ini yang umumnya banyak diinfeksi oleh cendawan sehingga cara pengendaliannya dilakukan dengan menyemprotkan

fungisida. Ada 2 merek dagang yang digunakan yaitu Antrakol 70 WP (*Propineb* 70 % + Zink) dan Score 250 EC (*Difenokonazol* 250 g/l + ZPT). Fungisida Antrakol 70 WP diaplikasikan saat padi dalam fase vegetatif yaitu 15 HST dan 50 HST, dengan dosis sebesar 3 g/l. Sedangkan fungisida Score 250 EC diaplikasikan saat tanaman padi masuk ke dalam fase primordia, dengan dosis 200 ml/ha karena fungisida tersebut sudah terdapat ZPT yang membantu proses pembungaan dan pengisian buah. Semua kegiatan penyemprotan pestisida dilakukan dipagi hari untuk menghindari penguapan yang berlebih pada pestisida dan angin yang berhembus.

### **3.4.6 Panen**

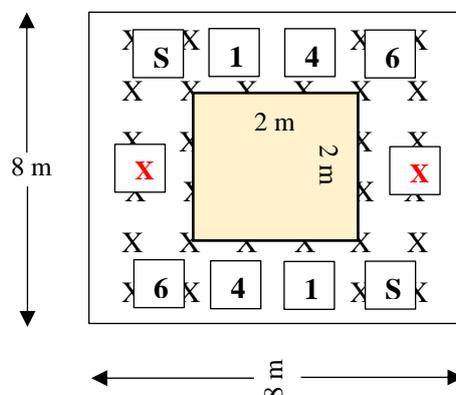
Pada penelitian ini, padi dipanen setelah tanaman siap panen yaitu 90 HST, dengan kriteria tanaman padi yang siap panen seperti malai bewarna kuning kecokelatan dan gabah terlihat padat berisi.

## **3.5 Pengamatan Gulma**

### **3.5.1 Bobot Kering Gulma**

Pengambilan gulma dilaksanakan untuk mengukur bobot kering gulma total, gulma pergolongan, dan gulma dominan. Pengambilan gulma dilakukan sebanyak dua kali yaitu saat sebelum aplikasi dan setelah aplikasi herbisida. Pengambilan contoh gulma sebelum aplikasi herbisida dilakukan hanya pada petak perlakuan manual. Sedangkan pengambilan contoh gulma setelah aplikasi herbisida dilakukan pada semua petak perlakuan yaitu disaat 1, 4, dan 6 Minggu Setelah Aplikasi (MSA). Gulma diambil dengan cara dicabut pada dua titik pengambilan yang berbeda untuk setiap petak percobaan menggunakan alat kuadran berukuran 0,5 m x 0,5 m setiap waktu pengambilan contoh gulma. Kemudian, gulma dipilih berdasarkan spesiesnya lalu dioven dengan suhu 80° C selama 48 jam dan ditimbang bobot kering gulma kemudian dianalisis secara statistika, dan dari data tersebut akan diperoleh kesimpulan mengenai

keberhasilan efikasi alat semprot dalam mengaplikasikan herbisida. Bobot kering gulma yang diamati yaitu bobot kering gulma total, per golongan, dan dominan. Bagan pengambilan sampel gulma dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Bagan pengambilan sampel gulma.

Keterangan gambar:

- = Satuan petak panen
- X = Letak pengamatan pertumbuhan, fitotoksisitas, dan hasil padi sawah
- S = Petak kuadran pengambilan sampel gulma sebelum aplikasi
- 1 = Petak kuadran pengambilan sampel gulma 1 MSA
- 4 = Petak kuadran pengambilan sampel gulma 4 MSA
- 6 = Petak kuadran pengambilan sampel gulma 6 MSA

### 3.5.2 Summed Dominance Ratio (SDR)

SDR pada penelitian ini hanya digunakan dalam menganalisis vegetasi gulma, dan dapat menentukan urutan gulma dominan sebelum aplikasi herbisida yang ada di areal petak lahan dengan pengambilan contoh gulma untuk data biomassa, kerapatan, dan frekuensi. Nilai SDR dapat dihitung jika data bobot kering gulma telah didapatkan. Menurut Tjitrosoedirdjo dkk. (1984), nilai SDR masing-masing spesies gulma pada petak percobaan, dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

#### a. Dominansi Mutlak (DM)

Bobot kering spesies gulma tertentu dalam petak contoh.

b. Dominansi Nisbi (DN)

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

c. Frekuensi Nisbi (FN)

$$\text{Frekuensi Nisbi} = \frac{\text{FM spesies gulma tertentu}}{\text{Total FM spesies gulma}} \times 100\%$$

d. Nilai Penting

Jumlah nilai peubah nisbi yang digunakan (DN + FN)

e. *Summed Dominance Ratio* (SDR)

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

### 3.6 Pengamatan Tanaman Padi Sawah

#### 3.6.1 Fitotoksisitas

Fitotoksisitas adalah sifat yang menunjukkan potensi keracunan pada tanaman setelah aplikasi herbisida. Tingkat keracunan akibat herbisida parakuat diklorida yang diaplikasikan menggunakan CLKS dinilai secara visual terhadap 10 tanaman contoh dalam petakan, yang diamati pada 2, 3, 4, dan 6 Minggu Setelah Aplikasi (MSA), dengan nilai skoring sebagai berikut:

- 0 = Tidak ada keracunan, 0 - 5 % bentuk dan atau warna daun dan atau pertumbuhan tanaman tidak normal.
- 1 = Keracunan ringan, > 5 - 20 % bentuk dan atau warna daun dan atau pertumbuhan tanaman tidak normal.
- 2 = Keracunan sedang, > 20 - 50 % bentuk dan atau warna daun dan atau pertumbuhan tanaman tidak normal.
- 3 = Keracunan berat, > 50 - 75 % bentuk dan atau warna daun dan atau pertumbuhan tanaman tidak normal.
- 4 = Keracunan sangat berat, > 75 % bentuk dan atau warna daun dan atau pertumbuhan tanaman tidak normal (Kementrian Pertanian, 2012).

### 3.6.2 Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman padi diukur menggunakan penggaris, dengan satuan yang digunakan yaitu centimeter (cm). Tinggi tanaman padi diukur dari pangkal batang yang bersinggungan langsung pada permukaan tanah sampai daun terpanjang. Pengukuran tinggi padi hanya dilakukan pada satu contoh batang padi dalam satu rumpun. Pengukuran tinggi tanaman padi dilakukan pada 10 sampel rumpun tanaman padi yang diambil secara acak dibagian tengah baris petak percobaan. Tinggi tanaman padi diamati pada 8 Minggu Setelah Tanam (MST).

### 3.6.3 Jumlah Anakan Produktif per Rumpun

Jumlah anakan produktif per rumpun padi dihitung berdasarkan dari jumlah tanaman padi yang telah muncul malai bernas. Pengukuran jumlah tanaman produktif per rumpun padi dilakukan dengan mengambil 10 sampel rumpun tanaman padi yang diambil secara acak di bagian tengah baris petak percobaan.

### 3.6.4 Bobot Gabah Kering Giling per Petak Panen

Pengamatan hasil bobot gabah per petak panen dilaksanakan pada petak panen berukuran 2 m x 2 m. Pengukuran dilakukan dengan menimbang gabah bernas pada saat panen dari petak panen menggunakan timbangan duduk dengan satuan kilogram (kg). Kemudian, kadar air hasil panen gabah per petak panen diukur menggunakan *moisture tester* untuk mendapatkan kadar air terukur. Menurut Sari (2022), bobot gabah per petak panen setelah pemanenan padi dapat dihitung dengan pengkonversian menjadi bobot gabah permalai pada kadar air 14% dengan rumus:

$$\text{Bobot GKG per PePan KA 14\% (g/4m}^2\text{)} = \frac{100 - \text{KA Terukur}}{100 - 14} \times \text{Bobot GKG PePan}$$

Keterangan rumus:

KA Terukur = Kadar air yang terukur setelah pemanenan.

Bobot GKG PePan = Bobot gabah kering per petak panen yang terukur setelah pemanenan.

### 3.7 Kriteria Efikasi

CLKS yang diuji dinyatakan efektif apabila:

1. Biomassa gulma pada petak penggunaan CLKS relatif sama dengan *knapsack sprayer* konvensional pada dosis herbisida yang sama dan lebih ringan dibandingkan dengan petak kontrol.
2. Fitotoksisitas yang ditolerir adalah keracunan ringan pada tanaman padi sawah.
3. Tidak menurunkan hasil panen tanaman padi sawah.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Keefektifan *Close Loop Knapsack System* (CLKS) sebagai alat aplikasi herbisida parakuat diklorida untuk mengendalikan gulma tidak berbeda dengan *knapsack sprayer* konvensional karena dari kedua alat ini menunjukkan hasil bobot kering gulma yang tidak berbeda pada setiap taraf dosis yang sama (414-828 g/ha) hingga 6 MSA.
2. Tidak terjadi fototoksisitas pada tanaman padi sawah akibat aplikasi herbisida parakuat diklorida menggunakan CLKS maupun *knapsack sprayer* konvensional di seluruh taraf dosis yang digunakan (414-828 g/ha).
3. Tidak terjadi penghambatan pertumbuhan dan produksi tanaman padi sawah akibat aplikasi herbisida parakuat diklorida menggunakan CLKS maupun *knapsack sprayer* konvensional pada taraf dosis (690-828 g/ha).

### 5.2 Saran

Perlu diadakan penelitian lebih lanjut terkait analisis kebutuhan waktu aplikasi, biaya tenaga kerja, dan tingkat keracunan aplikator dari pengaplikasian herbisida menggunakan CLKS sehingga nantinya diketahui informasi yang lebih lengkap untuk CLKS dari saran penelitian lanjutan tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, A., Hasanuddin, H., dan Manfarizah, M. 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.
- Afrianti, S. 2017. Efektivitas pencampuran herbisida glifosat dengan 2, 4 D terhadap pengendalian gulma berdaun sempit dan gulma berdaun lebar pada perkebunan kelapa sawit (*Elaeis guinensi* Jacq). *Agroprimatech*. 1(1), 1-9.
- Akram, N., Baidhawi, B., dan Rosnina, R. 2019. Efektivitas penggunaan herbisida paraquat dan atrazin terhadap gulma pada jarak tanam jagung (*Zea mays* L.) yang berbeda. *Jurnal Agrium*. 16(2) : 135-143.
- Akhmad, N. 2021. Efektivitas limbah puntung rokok sebagai biopestisida pembasmi kutu putih (*Paracoccus marginatus*) dengan teknik nozzle pada tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Agrivigor*. 12(2) : 48-54.
- Aryanti, W., Dahlianah, I., dan Kartika, T. 2021. Komposisi dan struktur gulma di pertanaman padi (*Oryza sativa* L.) di Desa Tugu Mulyo Kecamatan Belitang Madang Raya Kabupaten OKU Timur. *Indobiosains*. 3(1) : 1-8.
- Badan Pusat Statistik. 2022. Produksi Padi Tahun 2021 Turun 0,43 Persen (Angka Tetap). <https://www.bps.go.id/pressrelease/2022/03/01/1909/produksi-padi-tahun-2021-turun-0-43-persen--angka-tetap-.html>. Diakses pada 12 Agustus 2022 pukul 13.04 WIB.
- Budiawan. 2020. Profil dan sifat paraquat diklorida yang menguntungkan. Dalam Dadang (Ed.), *Profil Keamanan dan Penggunaan Herbisida Parakuat Diklorida Di Indonesia*. IPB Press. Bogor. Hlm 57-70.
- Chauhan, B. S. and Johnson, D. E. 2011. Row spacing and weed control timing affect yield of aerobic rice. *Field Crops Research*. 121(2) : 226–231.
- Cobb, A. H. 2022. *Herbicide And Plant Physiology*. 3rd Edition. Wiley Blackwell. UK. 400 p.

- Daramola, O. S., Adeyemi, O. R., Adigun, J. A., and Adejuyigbe, C. O. 2020. Weed interference and control in soybean, as affected by row spacing, in the transition zone of South West Nigeria. *Journal of crop Improvement*. 34(1) : 103-121.
- Donayre, D. K. M., Martin, E. C., Santiago, S. E., and Lee, J. T. 2016. *Weeds in Irrigated and Rainfed Lowland Ricefields in the Philippines*. Philippine Rice Research Institute. Philippines. 143 p.
- FAO (Food And Agriculture Organization). 2021. *FAO Specifications And Evaluations For Agricultural Pesticides, Paraquat Dichloride*. Food And Agriculture Organization of The United Nations. Rome. 25 p.
- Felixia, C., Sembodo, D. R. J., dan Hidayat, K. F. 2017. Penggunaan herbisida amonium glufosinat pada persiapan lahan padi sawah (*Oryza sativa* L.) dengan Sistem Tanpa Olah Tanah. *Jurnal Agrotek Tropika*. 5(1) : 33-39.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2021. *FAO Specifications and Evaluations for Agricultural Pesticides - Paraquat Dichloride*. <https://www.fao.org/fishery/en/publications/90447>. Diakses pada 20 Agustus 2022 pukul 16.35 WIB.
- Guntoro, D., dan Fitri, T. Y. 2013. Aktivitas herbisida campuran bahan aktif *cyhalofop-butyl* dan *penoxsulam* terhadap beberapa jenis gulma padi sawah. *Buletin Agrohorti*. 1(1) : 140-148.
- Hafsah, S., Hasanuddin, H., dan Vonna, M. 2019. Respon tanaman jagung terhadap beberapa metode pengendalian gulma di lahan tanpa olah tanah. *Jurnal Agrista*. 23(1) : 32-45.
- Kementrian Pertanian. 2013. Surat Lampiran Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia, Nomor 4996/Kpts/SR.120/12/2013. <https://e-katalog.lkpp.go.id/jcommon.blob.filedownloader/download?id=0f987c9c7d28b4d997d1b0bbf31e4cf70f2c7c14e6ac2974118318e14dd778f529acee13a4b9a9b33ad235aebcafbf26bfb239967825064fbd4bb19c1182711afdb2133091462aa0a171fcee2bef9467686035380e3545e7243fca0c85c08677>. Diakses pada 5 Agustus 2022 pukul 22.45 WIB.
- Konthonbut, P., Kongtip, P., Nankongnab, N., Tipayamongkholgul, M., Yoosook, W., and Woskie, S. 2020. Paraquat exposure of backpack sprayers in agricultural area in Thailand. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*. 26(10) : 2798-2811.
- Kementrian Pertanian. 2012. *Metode Standar Pengujian Efikasi Herbisida Tahun 2012*. Departemen Pertanian. Jakarta. 257 hlm.

- Kurniadie, D., Umiyati, U., dan Widiyanto, R. 2020. Profil dan sifat parakuat diklorida yang menguntungkan. Dalam Dadang (Ed.), *Profil Keamanan dan Penggunaan Herbisida Parakuat Diklorida Di Indonesia*. IPB Press. Bogor. Hlm 41-55.
- Matabi. 2022. Manual Backpack Sprayer. <https://www.matabi.com/en/super-16-83943.html>. Diakses pada 29 Agustus 2022 pukul 20.21 WIB.
- Moenandir, J. 2010. *Ilmu Gulma*. UB Press. Malang. 162 hlm.
- Nazirah, L. 2018. *Teknologi Budidaya Padi Toleran Kekeringan*. CV. Sefa Bumi Persada. Aceh. 128 hlm.
- Ngatimin, S. N. A., Mustamin, R. F., Cahyati, I., Aprialty, A. S. 2020. *The Weeds: Mengenal Keajaiban Tumbuhan Pengganggu Di Alam*. Guepedia. Bogor. 131 hlm.
- Octania, G. 2021. *Makalah Kebijakan No 32 Peran Pemerintah dalam Rantai Pasok Beras Indonesia*. Center For Indonesia Policy Studies. Jakarta. 33 hlm.
- Paiman. 2020. *Gulma Tanaman Pangan*. UPY Press. Yogyakarta. 231 hlm.
- Pane, H dan Jatmiko, S.Y. 2009. Pengendalian gulma pada tanaman padi. *Jurnal Balai Besar Penelitian Tanaman Padi*. 21(3) : 267-293.
- Pitoyo, J. 2006. *Mesin Penyanggul Gulma Padi Sawah*. Sinar Tani. Edisi ke - 5, 11 Juni 2006. Sinar Tani. Jakarta. 11 hlm.
- Pratiwi, R., Sembodo, D. R., dan Hidayat, K. F. 2016. Efikasi herbisida penoksulam terhadap pertumbuhan gulma umum pada budidaya tanaman padi sawah. *Jurnal Agrotek Tropika*. 4(1) : 16-21.
- Priyatmoko, A., Khoir, M., Suryawan, F., dan Salahudin, X. 2013. Semi Automatic Sprayer: Sprayer Innovation-Carry Free and Energy Saving. In *Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional Program Kreativitas Mahasiswa-Teknologi 2014*. Indonesian Ministry of Research, Technology and Higher Education.
- Priyatmoko, A., Widodo, S., dan Salahudin, X. 2016. Analisis tekanan tangki sprayer dengan variasi besar diameter roda dan panjang tuas engkol peluncur dengan menggunakan satu pompa pada sprayer semi otomatis. *Wahana Ilmuwan*. 1(1) : 33-54.
- Pujisiswanto, H., Nurmauli, N., dan Herry Susanto, H. 2020. Uji efikasi herbisida *natrium bispiribak* terhadap pertumbuhan gulma, pertumbuhan tanaman dan hasil padi sawah (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Pertanian Agros*. 22 (2) : 299-311.

- Purwono dan Purnawati, H. 2007. *Budiaya 8 Jenis Tanaman Pangan Unggul*. Penebar Swadaya. Jakarta. 140 hlm.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. 2010. *Buku Pintar Budi Daya Kako*. AgroMedia Pustaka. Jakarta. 298 hlm.
- Roberts, T. R., Hutson, D. H., Lee, P. W., Nicholls, P. H., Plimmer, J. R., Roberts, M. C., and Croucher, L. 2007. *Metabolic Pathways Of Agrochemicals: Part 1: Herbicides And Plant Growth Regulators*. Royal Society of Chemistry. United Kingdom. pp 847.
- Sagala, D., Ramadhani, E., Junairiah, J., Herawati, J., Asmuliani, R., Arsi, A., Indrawati., dan Cahyani, D. A. 2022. *Budidaya Tanaman Pangan*. Yayasan Kita Menulis. Medan. 132 hlm.
- Sarbino, S., dan Syahputra, E. 2012. Keefektifan parakuat diklorida sebagai herbisida untuk persiapan tanam padi tanpa olah tanah di lahan pasang surut. *Perkebunan dan Lahan Tropika*. 2(1) : 15-22.
- Sari, F., U. 2022. Efektifitas Formulasi Herbisida nabati Pratumbuh Estrak Buah Lerak (*Saindus rarak* DC.) Dengan Penambahan Adjuvan Kao Terhadap Pertumbuhan Gulma, Pertumbuhan Tanaman, Serta Hasil Padi Sawah (*Oryza sativa* L). *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Sari, W. 2021. Analisis vegetasi gulma padi Pandan Wangi (*Oryza sativa* L. Aromatic) di sentra penanaman padi pandanwangi Kabupaten Cianjur. *Jurnal Pro-Stek*. 3(1) : 41-58.
- Sembodo, D. R. J. 2010. *Gulma Dan Pengelolaannya*. Graha Ilmu. Yogyakarta. 166 hlm.
- Sidik, S. 2019. Dinamika Populasi Gulma pada Piringan Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) terhadap penggunaan herbisida. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Simatupang, R. S., Subagio, H., Indrayanti, L., dan Nurita. 2015. *Gulma Pasang Surut Keragaman, Dominasi, Pengendalian, Pengelolaan, Dan Pemanfaatannya*. IAARD Press. 244 hlm.
- Sriyani, N. 2020. Profil dan sifat parakuat diklorida yang menguntungkan. Dalam Dadang (Ed.), *Profil Keamanan dan Penggunaan Herbisida Parakuat Diklorida Di Indonesia*. IPB Press. Bogor. Hlm 41-55.
- Stuart, A. M., Merfield, C. N., Horgan, F. G., Willis, S., Watts, M. A., Ramírez-Muñoz, F., Sanchez, J., Utyasheva, L., Eddleston, M., Davis, M. L., Neumeister, L., Sanou, M. R., and Williamson, S. 2023. Agriculture without paraquat is feasible without loss of productivity lessons learned

from phasing out a highly hazardous herbicide. *Environmental Science and Pollution Research*. 30(7) : 16984-17008.

- Sumardi, K., Kasim, M., dan Syaruf, A. 2007. Aplikasi ZPT untuk meningkatkan kekuatan sink tanaman padi sawah. *Jurnal Akta Agrosia Edisi Khusus*. 1(1) : 26-35.
- Sumekar, Y., Widayat, D., dan Aprillia I. 2021. Efektifitas herbisida parakuat diklorida 140 g/l terhadap penekanan gulma, pertumbuhan, dan hasil jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Ilmu Pertanian dan Peternakan*. 9(1) : 49-57.
- Sutrisno, D., Purnomo, dan Turanto. 1981. Pengaruh Jawan (*Echinochloa crus-galli* L.) terhadap pertumbuhan dan produksi padi IR 3. In *Prosiding Konferensi Keenam Himpunan Ilmu Gulma Indonesia*. Bandar Lampung. 25 Mei 1981. 229-235 hlm.
- Syahri dan Somantri, R. U. 2016. Penggunaan varietas unggul tahan hama dan penyakit mendukung peningkatan produksi padi nasional. *Jurnal Litbang*. 35 (1) : 25 - 36.
- Syngenta. 2021. Investment In The Safety Of Parakuat. <https://www.syngenta.com/sites/syngenta/files/docs/investment-in-the-safety-of-paraquat.pdf>. Diakses pada 14 Agustus 2022 pukul 09.32 WIB.
- Tjitrosoedirdjo, S., I. H. Utomo dan J. Wiroatmodjo. 1984. *Pengelolaan Gulma Di Perkebunan*. PT. Gramedia. Jakarta. 225 hlm.
- Tjitrosemito, S. 2020. Profil dan sifat parakuat diklorida yang menguntungkan. Dalam Dadang (Ed.), *Profil Keamanan dan Penggunaan Herbisida Parakuat Diklorida Di Indonesia*. IPB Press. Bogor. Hlm 100-130.
- Wahyudin, D., Indrawati, Arsi, Astuti, T., Budiarti., Ramdan, P. E., Junairiah, Wulansari, N. K. Ginting, M. S., Wati, C., dan Malik, A. F. 2021. *Dasar – Dasar Perlindungan Tanaman*. Yayasan Kita Menulis. Medan. 202 hlm.
- WHO 2009. Improving Health System and Service for Health: In Publication Data. [http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44219/1/9789241598774\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44219/1/9789241598774_eng.pdf). Diakses pada 5 Agustus 2022 pukul 21.56 WIB.
- Widayat, D., Umiyati, U., Sumekar, Y., dan Gultom, C. B. W. 2018. Pengaruh dosis herbisida campuran *Metil Metsulfuron 0, 7% + Chlorimuron Etil 0, 7% + 2, 4-D Na 75%* terhadap gulma, pertumbuhan dan hasil padi (*Oryza sativa* L.) pada sistem tanpa olah tanah. *Jurnal Agrotek Indonesia*. 3(2) : 79-88.

- Wulandari, E., Sembodo, D. R. J., dan Sriyani, N. 2014. Efikasi herbisida glifosat untuk persiapan lahan budidaya jagung (*Zea mays* L.) tanpa olah tanah. *Jurnal Agrotek Tropika*. 2(1) : 49-54.
- Yuliana, A. I., dan Ami, M. S. 2020. *Analisis Vegetasi Dan Potensi Pemanfaatan Gulma Lahan Persawahan*. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas KH. A. Wahab Hasbullah. Jombang. 46 hlm.
- Yulita, R. 2020. Pengaruh Cara Pengendalian Gulma Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). *Skripsi*. Universitas Andalas. Padang.