

**EFEKTIFITAS DAN EFISIENSI PENGGUNAAN BEBERAPA  
JENIS ALAT PENYEMPROTAN DALAM PENGENDALIAN  
GULMA DI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT**

**SKRIPSI**



**Disusun Oleh:**

**OKTA TRIAXA PUTRA GOESTAFO**

**21 / 22971 / BP**

**FAKULTAS PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN STIPER  
YOGYAKARTA**

**2026**

**EFEKTIFITAS DAN EFISIENSI PENGGUNAAN BEBERAPA  
JENIS ALAT PENYEMPROTAN DALAM PENGENDALIAN  
GULMA DI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT**

**SKRIPSI**



**Disusun Oleh:**

**OKTA TRIAXA PUTRA GOESTAFO**

**21 / 22971 / BP**

**FAKULTAS PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN STIPER  
YOGYAKARTA**

**2026**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**SKRIPSI**  
**EFEKTIFITAS DAN EFISIENSI PENGGUNAAN BEBERAPA**  
**JENIS ALAT PENYEMPROTAN DALAM PENGENDALIAN**  
**GULMA DI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT**

Disusun Oleh :

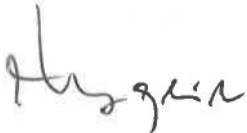
**OKTA TRIAXA PUTRA GOESTAFO**

**21 / 22971 / BP**

Telah dipertanggungjawabkan di depan dosen penguji Program Studi  
Agroteknologi. Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Stiper Yogyakarta.

Pada tanggal 17 Juli 2026

Dosen Pembimbing I



(Hangger Gahara Mawandha, SP. M.Sc.)

Dosen Pembimbing II



(Ir. Abdul Mu'in, MP.)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Pertanian



(Valensi Kautsar, SP, M.Sc, P.hD)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian ini dengan baik. Penulisan proposal ini disusun sebagai pedoman dalam melakukan penelitian tentang “Pengaruh Derajat Keasaman Air Terhadap Efektivitas Beberapa Jenis Bahan Aktif Herbisida”.

Penyusun menyadari bahwa penyusunan proposal ini dapat selesai atas bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada:

1. Hangger Gahara Mawandha, SP. M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Pertama.
2. Ir. Abdul Mu'in, MP. selaku Dosen Pembimbing Kedua
3. Dr. Sri Suryanti, S.P., M.P., selaku Ketua Jurusan Budidaya Pertanian Institut Pertanian STIPER Yogyakarta
4. Bapak Valensi Kautsar, SP, M.Sc, P.hD. selaku Dekan Fakultas Pertanian Institut Pertanian STIPER Yogyakarta
5. Kedua orang tua yang selalu mendoakan serta memberi dukungan kepada penyusun.
6. Semua pihak yang membantu dalam proses penyusunan proposal ini.

Penyusun berharap proposal penelitian ini dapat memberikan informasi dan Manfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan di bidang pertanian Indonesia. Kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat diharapkan demi perbaikan dalam penyusunan skripsi yang akan datang.

Yogyakarta, 22 Juli 2026

Penulis

## **SURAT PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi ataupun bersifat plagiatisme. Sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh pihak atau orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 22 Juli 2026

Yang menyatakan,

(Okta Triaxa Putra Goestafo)

## DAFTAR ISI

|                                                   |                                     |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------|
| HALAMAN PENGESAHAN.....                           | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| KATA PENGANTAR.....                               | ii                                  |
| SURAT PERNYATAAN .....                            | iii                                 |
| DAFTAR ISI.....                                   | iv                                  |
| DAFTAR TABEL.....                                 | vi                                  |
| DAFTAR GAMBAR .....                               | vii                                 |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                             | viii                                |
| INTISARI.....                                     | ix                                  |
| I. PENDAHULUAN .....                              | 1                                   |
| A. Latar Belakang .....                           | 1                                   |
| B. Rumusan Masalah .....                          | 2                                   |
| C. Tujuan Penelitian.....                         | 2                                   |
| D. Manfaat Penelitian .....                       | 2                                   |
| II. TINJAUAN PUSTAKA .....                        | 3                                   |
| A. Kelapa Sawit .....                             | 3                                   |
| B. Gulma.....                                     | 4                                   |
| C. Pengendalian Gulma .....                       | 5                                   |
| D. Macam-Macam Alat Pengendalian Gulma .....      | 6                                   |
| 1. Mesin Babat .....                              | 6                                   |
| 2. Knapsack sprayer Manual .....                  | 6                                   |
| 3. Knapsack sprayer Otomatis.....                 | 7                                   |
| 4. Knapsack sprayer Bermotor.....                 | 7                                   |
| 5. Mesin Semprot Bermotor Bertekanan Tinggi ..... | 8                                   |
| III. METODOLOGI .....                             | 9                                   |
| A. Tempat dan Waktu Penelitian.....               | 9                                   |
| B. Alat dan Bahan Penelitian.....                 | 9                                   |
| C. Rancangan Penelitian .....                     | 9                                   |

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| D. Pelaksanaan Penelitian .....         | 10 |
| 1. Persiapan Lahan .....                | 10 |
| 2. Persiapan Alat dan Bahan.....        | 11 |
| 3. Aplikasi Herbisida.....              | 12 |
| E. Parameter Pengamatan .....           | 13 |
| A. Analisis Data .....                  | 17 |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....          | 18 |
| A. Hasil Penelitian .....               | 18 |
| B. Pembahasan dan Waktu Penelitian..... | 56 |
| V. KESIMPULAN DAN SARAN .....           | 63 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                    | 65 |
| LAMPIRAN.....                           | 68 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 3. 1 Perlakuan penelitian .....                                                 | 10 |
| Tabel 3. 2 Skor Tingkat Kerusakan Gulma secara Kimia .....                            | 16 |
| Tabel 3. 3 Skor Tingkat Kerusakan Gulma secara Mekanis .....                          | 17 |
| Tabel 4. 1 Analisis Vegetasi Gulma pada Blok 1 .....                                  | 20 |
| Tabel 4. 2 Analisis Vegetasi Gulma pada Blok 2 .....                                  | 22 |
| Tabel 4. 3 Analisis Vegetasi Gulma pada Blok 3 .....                                  | 24 |
| Tabel 4. 4 Koefisien Komunitas Antar Blok .....                                       | 26 |
| Tabel 4. 5 Hasil Kalibrasi Alat Penyemprot.....                                       | 27 |
| Tabel 4. 6 Hasil Pengamatan Tingkat Kerusakan Gulma Setiap Perlakuan per 5 Hari ..... | 33 |
| Tabel 4. 7 Luas Jangkauan Kerja Alat pada Setiap Perlakuan .....                      | 35 |
| Tabel 4. 8 Lama Waktu Penyemprotan dan Pembabatan Gulma pada Setiap Perlakuan.....    | 38 |
| Tabel 4. 9 Volume dan Kebutuhan Larutan Herbisida pada Setiap Perlakuan.....          | 40 |
| Tabel 4. 10 Kebutuhan Tenaga Kerja pada Setiap Perlakuan .....                        | 41 |
| Tabel 4.11 Ringkasan Analisis Sidik Ragam Berbagai Parameter Pengamatan ...           | 42 |
| Tabel 4.12 Hasil Uji DMRT Parameter Luas Jangkauan Kerja .....                        | 44 |
| Tabel 4.13 Hasil Uji DMRT Waktu Kerja .....                                           | 46 |
| Tabel 4.14 Hasil uji DMRT Tingkat Kerusakan Gulma Hari ke-20.....                     | 47 |
| Tabel 4.15 Perkembangan Tingkat Kerusakan Gulma per 5 Hari.....                       | 49 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3. 1 Layout aplikasi Herbisida.....                          | 12 |
| Gambar 4. 1 Grafik Persentase TKG Setiap Perlakuan per 5 hari ..... | 32 |
| Gambar 4. 2 Grafik Scoring EWRC Setiap Perlakuan per 5 hari .....   | 32 |

## **DAFTAR LAMPIRAN**

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| Lampiran 1 Dokumentasi Penelitian.....   | 69 |
| Lampiran 2 Data per Frame .....          | 72 |
| Lampiran 3 Tabel Data SDR per Blok ..... | 73 |
| Lampiran 4 Hasil Uji SPSS.....           | 78 |

## INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas dan efisiensi penggunaan beberapa jenis alat penyemprotan dalam pengendalian gulma di perkebunan kelapa sawit. Penelitian ini dilakukan di perkebunan kelapa sawit, desa Tambusai Kecamatan Rumbio Jaya Kabupaten Kampar Riau. Kegiatan ini dijadwalkan berlangsung mulai bulan februari 2026 hingga maret 2026. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah percobaan satu faktor yang disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan 5 perlakuan yaitu knapsak sprayer manual, knapsack sprayer otomatis, knapsack sprayer bermotor, mesin semprot bermotor bertekanan tinggi, dan mesin babat masing – masing diulang sebanyak Tiga kali dengan total 15 perlakuan. Parameter yang diamati termasuk analisis vegetasi gulma (SDR), kalibrasi alat, rentang kerja, lamanya waktu kerja, dosis larutan herbisida, dan tingkat kerusakan gulma. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komunitas gulma di lokasi penelitian diklasifikasikan sebagai homogen dengan dominasi utama *Ageratum conyzoides* dan *Imperata cylindrica*. Alat mesin semprot bermotor bertekanan tinggi menunjukkan kinerja terbaik dengan waktu kerja tercepat (4,8–5,8 detik). Di sisi lain, mesin babat memiliki waktu kerja terpanjang dan rentang kerja terendah, meskipun memberikan efek kerusakan gulma langsung. Secara keseluruhan, penggunaan alat penyemprot berbasis mesin terbukti lebih efektif dan efisien daripada alat manual, baik dalam hal waktu kerja, kapasitas jangkauan, dan penggunaan herbisida.

**Kata Kunci:** Gulma, Kelapa Sawit, Efektifitas, Efisiensi, Alat Penyemprotan, Herbisida

# I. PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang

Sektor perkebunan kelapa sawit memiliki peran strategis dalam perekonomian dunia. Di Indonesia, produsen kelapa sawit meningkat setiap tahunnya yang diiringi dengan meningkatnya luas lahan perkebunan. produksi minyak kelapa sawit mencapai 47,47 juta ton pada akhir tahun. Hal ini, juga diikuti dengan luas areal perkebunan kelapa sawit yang mencapai 16.005 juta ha ditahun yang sama.

Upaya peningkatan produksi kelapa sawit sebagai akomoditas prekonomian terus dilakukan secara efektif dan efisien, dengan harapan target produksi sawit yang terus meningkat setiap tahunnya. Akan tetapi, upaya peningkatan ini seringkali mengalami kendala, salah satu penyebabnya adalah rendahnya produktivitas kepala sawit yang disebabkan oleh permasalahan gulma. Gulma merupakan rumput liar yang pertumbuhannya tidak diinginkan dan merugikan bagi petani sehingga perlu dikendalikan (Pujiswanto et al., 2022).

Pengendalian gulma pada perkebunan kelapa sawit umumnya dilakukan dengan menggunakan herbisida karena cara ini dinilai lebih efisien dalam aspek biaya, waktu dan tenaga kerja(Mahendra dkk., 2025a). Namun, efektivitas dari metode ini sangat bergantung pada jenis alat penyemprot yang digunakan. Alat penyemprotan gulma yang paling umum digunakan adalah *knapsack sprayer* manual, *knapsack sprayer* elektrik, *knapsack sprayer* otomatis, bermotor. Alat penyemprotan gulma tersebut memiliki karakteristik tersendiri baik secara kapasitas semprot, efisiensi kerja serta hasil pengendaliannya (Che Ruzlan dkk., 2024).

Pada tahap operasional, metode pengendalian gulma menggunakan alat semprot menghadapi berbagai kendala teknis. Penggunaan tenaga manusia pada alat semprot membuat tekanan penyemprotan tidak stabil, seperti larutan herbisida tidak sampai ke permukaan gulma dengan merata ataupun penggunaan alat semprot manual yang membutuhkan waktu relatif lama. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi terhadap efektivitas dan efisiensi dari berbagai jenis alat penyemprotan dalam pengendalian gulma di perkebunan kelapa sawit.

## **B. Rumusan Masalah**

Pengendalian gulma merupakan salah satu kegiatan pemeliharaan yang sangat penting dalam sistem budidaya kelapa sawit karena keberadaan gulma dapat menurunkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Pengendalian gulma di perkebunan kelapa sawit umumnya dilakukan dengan menggunakan herbisida yang diaplikasikan melalui berbagai jenis alat penyemprotan. Dalam pelaksanaannya di lapangan, penggunaan alat penyemprotan sering kali belum mempertimbangkan tingkat efektivitas dan efisiensi kerja dari masing-masing alat, melainkan hanya didasarkan pada ketersediaan alat dan kebiasaan operasional. Setiap jenis alat penyemprotan memiliki karakteristik yang berbeda, seperti tekanan semprot, kapasitas kerja, kebutuhan waktu, serta volume larutan herbisida yang digunakan, sehingga berpotensi menghasilkan tingkat pengendalian gulma yang berbeda pula. Perbedaan karakteristik tersebut dapat mempengaruhi keberhasilan pengendalian gulma serta efisiensi penggunaan tenaga, waktu, dan bahan kimia. Oleh karena itu, diperlukan kajian mengenai efektivitas dan efisiensi penggunaan beberapa jenis alat penyemprotan dalam pengendalian gulma di perkebunan kelapa sawit sebagai dasar pertimbangan dalam menentukan alat yang tepat dan sesuai dengan kondisi lapangan.

## **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan uraian rumusan masalah diatas, tujuan penelitian ini Adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui tingkat efektivitas dari beberapa jenis alat penyemprotan dalam pengendalian gulma di perkebunan kelapa sawit.
2. Untuk mengetahui tingkat efisiensi penggunaan masing-masing alat pengendalian gulma berdasarkan waktu kerja, volume herbisida, dan luas jangkauan kerja.

## **D. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai efektivitas dan efisiensi penggunaan beberapa jenis alat pengendalian gulma di perkebunan kelapa sawit. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam pemilihan alat pengendalian gulma yang sesuai dengan kondisi lapangan serta sebagai referensi bagi penelitian selanjutnya.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Kelapa Sawit

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan tanaman perkebunan yang dibudidayakan secara luas di Indonesia karena memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan produktivitas yang relatif stabil. Tanaman kelapa sawit menjadi salah satu komoditas utama yang berperan dalam penyediaan bahan baku industri serta mendukung perekonomian nasional. Dalam sistem budidayanya, kelapa sawit memerlukan pengelolaan kebun yang baik agar mampu berproduksi secara optimal dan berkelanjutan (Rahmawati, 2023).

Sistematika botanis dari tanaman kelapa sawit yaitu :

Kerajaan : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Subdivisi : Angiospermae

Kelas : Liliopsida

Ordo : Arecales

Famili : Arecaceae

Genus : *Elaeis*

Spesies : *Elaeis guineensis* Jacq.

Pertumbuhan dan produksi kelapa sawit dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain kondisi lingkungan, teknik budidaya, serta kegiatan pemeliharaan kebun. Kegiatan pemeliharaan tersebut dilakukan sejak fase tanaman belum menghasilkan hingga tanaman memasuki fase menghasilkan. Pada setiap fase pertumbuhan, tanaman kelapa sawit memerlukan kondisi lahan yang relatif bersih dari gulma agar tidak terjadi persaingan dalam memperoleh air, unsur hara, dan cahaya matahari (Iskandar & Yudiawati, 2022).

Pertumbuhan gulma yang tidak terkendali, baik pada fase tanaman belum menghasilkan (TBM) maupun tanaman menghasilkan (TM), menjadi hambatan utama dalam upaya meningkatkan produktivitas kelapa sawit. Hal ini terjadi karena gulma bersaing dengan tanaman utama dalam memperebutkan unsur hara, air, ruang tumbuh, CO<sub>2</sub>, dan sinar matahari, sehingga menurunkan efisiensi penyerapan hara dan menghambat pertumbuhan vegetatif. Selain itu, gulma dapat menghasilkan

senyawa alelokimia yang bersifat toksik bagi tanaman serta menurunkan kualitas hasil panen. kurangnya pengendalian gulma berpotensi menurunkan produksi Tandan Buah Segar (TBS) sebesar 20–80%. Mengingat besarnya dampak tersebut, penerapan langkah-langkah pengendalian gulma yang berkelanjutan di sepanjang siklus hidup tanaman kelapa sawit merupakan hal yang sangat penting(Ratna dkk., 2025).

## **B. Gulma**

Gulma merupakan tumbuhan yang tumbuh tidak dikehendaki dan keberadaannya dapat menimbulkan dampak negatif terhadap tanaman budidaya. Di perkebunan kelapa sawit, gulma menjadi permasalahan utama karena mampu tumbuh dengan cepat dan memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan. menyatakan bahwa gulma dapat menjadi faktor pembatas produksi karena meningkatkan kompetisi antara gulma dan tanaman utama dalam memanfaatkan sumber daya lingkungan (Haryadi, 2017).

Berdasarkan karakteristik morfologinya, gulma dapat dikelompokkan menjadi gulma rumput, gulma teki, dan gulma berdaun lebar. Selain itu, gulma juga dapat diklasifikasikan berdasarkan siklus hidupnya, yaitu gulma semusim, dua musim, dan tahunan. Setiap kelompok gulma memiliki karakter pertumbuhan yang berbeda, sehingga memerlukan pendekatan pengendalian yang disesuaikan dengan sifat biologisnya masing-masing. Perbedaan karakter tersebut menyebabkan tingkat dominasi gulma di lapangan bervariasi, yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan serta sistem pengelolaan kebun yang diterapkan (Siburian dkk., 2024a).

Selain menimbulkan persaingan dengan tanaman kelapa sawit, keberadaan gulma juga dapat mengganggu aktivitas operasional kebun, seperti pemupukan, penyemprotan, dan pemanenan. Gulma yang tumbuh rapat pada area piringan maupun gawangan dapat menyulitkan mobilitas pekerja serta meningkatkan waktu dan tenaga kerja yang dibutuhkan. Oleh karena itu, pemahaman mengenai jenis gulma serta tingkat dominasinya menjadi dasar penting dalam menentukan metode pengendalian yang tepat dan efisien.

### C. Pengendalian Gulma

Pengendalian gulma merupakan upaya untuk menekan pertumbuhan gulma agar tidak menimbulkan kerugian terhadap tanaman utama. Di perkebunan kelapa sawit, pengendalian gulma dilakukan secara berulang sepanjang siklus hidup tanaman, baik pada fase TBM maupun TM. Metode pengendalian gulma yang umum digunakan meliputi pengendalian mekanis, kimiawi, serta kombinasi dari kedua metode tersebut.

Pengendalian gulma secara mekanis melibatkan kerusakan pada bagian-bagian tertentu dari gulma seperti melalui pemangkasan atau pemotongan hingga tanaman tersebut mati atau pertumbuhannya terhambat. Salah satu keunggulan pengendalian mekanis adalah prosesnya yang lebih cepat dibandingkan metode kimiawi. Dengan mengandalkan kekuatan alat mekanis pengendalian ini umumnya efektif untuk mengatasi gulma semusim, pertumbuhan kembali masih mungkin terjadi, tergantung pada daya tahan jenis gulma tersebut serta kondisi lingkungan (Sumantri dkk., 2024) .

Pengendalian gulma secara kimiawi menggunakan herbisida merupakan metode yang paling sering diterapkan karena dinilai lebih praktis dan efisien dari segi waktu dan tenaga kerja. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa herbisida berbahan aktif glifosat dan amonium glufosinat efektif dalam mengendalikan berbagai jenis gulma pada perkebunan kelapa sawit, baik gulma rumput maupun gulma berdaun lebar (Pujisiswanto dkk., 2022).

Keberhasilan pengendalian gulma secara kimiawi sangat dipengaruhi oleh teknik aplikasi dan jenis alat yang digunakan. Menurut (Yuliyanto dkk., 2017), penggunaan alat penyemprot yang tidak sesuai dapat menyebabkan distribusi herbisida tidak merata sehingga menurunkan efektivitas pengendalian dan meningkatkan biaya operasional. Oleh karena itu, pemilihan metode dan alat pengendalian gulma perlu disesuaikan dengan kondisi kebun dan fase pertumbuhan tanaman kelapa sawit.

#### **D. Macam-Macam Alat Pengendalian Gulma**

Alat pengendalian gulma berperan penting dalam menunjang keberhasilan kegiatan pengendalian gulma di perkebunan kelapa sawit. Alat yang digunakan dapat berupa alat penyemprotan herbisida maupun alat mekanis. Pemilihan alat yang tepat akan berpengaruh terhadap efektivitas pengendalian gulma, efisiensi waktu kerja, serta biaya operasional. Macam-macam alat mekanis dan kimiawi yang digunakan dalam pengendalian gulma dapat diuraikan sebagai berikut:

##### **1. Mesin Babat**

Mesin babat merupakan alat pengendalian gulma secara mekanis yang bekerja dengan cara memotong atau membabat gulma tanpa menggunakan herbisida. Metode ini sering diterapkan sebagai alternatif atau pelengkap pengendalian kimiawi, baik pada fase TBM maupun TM (Pujisiswanto dkk., 2022). menyatakan bahwa pengendalian gulma secara mekanis efektif dalam membersihkan gulma dalam waktu singkat dan dapat mengurangi ketergantungan terhadap bahan kimia.

Mesin babat digunakan sebagai salah satu metode pengendalian gulma secara mekanis yang berfungsi untuk membersihkan gulma di area tertentu, seperti piringan dan gawangan. Penggunaan mesin babat dapat mendukung kegiatan pemeliharaan kebun dengan menjaga kondisi areal tetap bersih dari gulma yang mengganggu aktivitas operasional. Metode ini sering diterapkan sebagai bagian dari strategi pengendalian gulma di perkebunan kelapa sawit.

##### **2. Knapsack sprayer Manual**

Knapsack sprayer manual merupakan alat penyemprot yang banyak digunakan, terutama pada perkebunan rakyat dan areal berskala kecil hingga menengah. Alat ini dioperasikan dengan cara dipompa secara manual oleh operator, sehingga tekanan semprot bergantung pada konsistensi pompan. Menurut (Yuliyanto dkk., 2017), variasi tekanan semprot pada *knapsack sprayer* manual dapat mempengaruhi pemerataan distribusi herbisida dan efektivitas pengendalian gulma.

Dalam praktik di lapangan, *knapsack sprayer* manual tetap banyak dimanfaatkan karena pengoperasiannya sederhana dan fleksibel untuk berbagai kondisi kebun. Alat ini memungkinkan penyemprotan dilakukan secara langsung

pada area target, seperti piringan dan gawangan, sehingga aplikasi herbisida dapat disesuaikan dengan kondisi gulma serta mendukung kegiatan pemeliharaan rutin di perkebunan kelapa sawit.

### **3. Knapsack sprayer Otomatis**

Knapsack sprayer otomatis menggunakan sumber tenaga listrik dari baterai untuk menghasilkan tekanan semprot, sehingga tekanan yang dihasilkan relatif lebih stabil dibandingkan sprayer manual. Tekanan semprot yang stabil berperan penting dalam menghasilkan sebaran larutan herbisida yang lebih merata pada permukaan gulma. (Manab dkk., 2025) menjelaskan bahwa penggunaan sprayer berbasis tenaga listrik mampu meningkatkan efisiensi kerja serta mengurangi beban fisik operator selama proses penyemprotan.

Penggunaan knapsack sprayer otomatis memberikan kemudahan dalam kegiatan penyemprotan karena tekanan semprot dihasilkan secara konsisten oleh sistem listrik. Tekanan yang stabil mendukung distribusi larutan herbisida yang lebih merata pada permukaan gulma. Alat ini banyak digunakan pada kegiatan pengendalian gulma yang memerlukan tingkat ketelitian aplikasi, terutama pada areal dengan kepadatan gulma sedang hingga tinggi.

### **4. Knapsack sprayer Bermotor**

Knapsack sprayer bermotor merupakan alat penyemprot yang menggunakan tenaga mesin untuk menghasilkan tekanan semprot. Alat ini dirancang untuk mendukung kegiatan penyemprotan pada areal yang lebih luas dengan kapasitas kerja yang lebih besar dibandingkan sprayer manual. Tekanan semprot yang dihasilkan relatif lebih kuat dan stabil, sehingga memungkinkan distribusi larutan herbisida secara lebih merata pada permukaan gulma.

Dalam kegiatan pengendalian gulma di perkebunan kelapa sawit, knapsack sprayer bermotor banyak digunakan pada areal yang memerlukan efisiensi waktu kerja. Penggunaan alat ini mendukung kelancaran kegiatan pemeliharaan kebun karena mampu menjangkau area semprot yang lebih luas dalam satuan waktu tertentu, sehingga mendukung efektivitas aplikasi herbisida.

## **5. Mesin Semprot Bermotor Bertekanan Tinggi**

Mesin semprot bermotor bertekanan tinggi merupakan alat penyemprot yang digunakan untuk pengendalian gulma pada areal perkebunan yang luas dan memiliki tingkat kerapatan gulma tinggi. Alat ini menghasilkan tekanan semprot yang besar sehingga larutan herbisida dapat menjangkau gulma yang rapat dan sulit dijangkau oleh alat bertekanan rendah. Tekanan semprot yang tinggi mendukung distribusi larutan herbisida yang lebih merata, sehingga efektivitas pengendalian gulma dapat meningkat.

Penggunaan mesin semprot bermotor bertekanan tinggi berperan penting dalam pengendalian gulma pada areal dengan tingkat kerapatan gulma yang tinggi. Tekanan semprot yang besar memungkinkan larutan herbisida mencapai bagian gulma secara lebih menyeluruh. Alat ini banyak digunakan pada kegiatan pengendalian gulma skala luas karena mampu mendukung efisiensi kerja dan efektivitas aplikasi herbisida.

### **III. METODOLOGI**

#### **A. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di perkebunan kelapa sawit Perkebunan Kelapa sawit yang berlokasi di Jalan Ahmad Yani No. 37, RT 008/RW 003, Desa Tambusai, Kecamatan Rumbio Jaya, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. Penelitian direncanakan berlangsung pada bulan Februari 2026. Lokasi penelitian dipilih karena memiliki kondisi gulma yang relatif homogen serta topografi lahan yang sesuai untuk dilakukan evaluasi efektivitas dan efisiensi penyemprotan herbisida menggunakan berbagai jenis alat pengendalian gulma.

#### **B. Alat dan Bahan Penelitian**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas berbagai jenis alat pengendalian gulma dan alat pendukung pengamatan. Alat utama meliputi knapsack sprayer manual, knapsack sprayer otomatis bertenaga listrik, knapsack sprayer bermotor, mesin semprot bermotor bertekanan tinggi, serta mesin babat sebagai metode pengendalian mekanis. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan stopwatch untuk mengukur waktu kerja, timbangan herbisida untuk menimbang dosis larutan, serta alat ukur luasan berupa meteran gulung dan/atau GPS handheld untuk menentukan jangkauan kerja. Untuk mendukung kegiatan pengamatan, digunakan kuadran berukuran 1 m × 1 m, formulir pencatatan data, serta kamera dokumentasi sebagai sarana pencatatan dan pelaporan hasil penelitian.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas herbisida berbahan aktif glifosat yang diaplikasikan pada gulma, serta air bersih yang berfungsi sebagai pelarut herbisida. Seluruh bahan digunakan secara seragam pada setiap perlakuan agar hasil penelitian lebih terkontrol dan dapat dibandingkan secara objektif.

#### **C. Rancangan Penelitian**

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) satu faktor dengan faktor perlakuan berupa jenis alat pengendalian gulma. Rancangan ini dipilih karena penelitian dilaksanakan di lapangan yang memiliki kondisi lingkungan tidak sepenuhnya seragam. Pengelompokan percobaan dilakukan berdasarkan kesamaan kondisi lahan dan dominasi gulma. Setiap

kelompok (blok) diasumsikan memiliki kondisi lingkungan yang relatif seragam, sehingga perbedaan yang terjadi antar unit percobaan di dalam satu blok terutama disebabkan oleh perlakuan yang diberikan. Dengan demikian, pengaruh lingkungan dapat ditekan dan hasil penelitian menjadi lebih objektif.

Perlakuan yang diuji terdiri atas lima jenis alat pengendalian gulma sebagai berikut:

**Tabel 3. 1 Perlakuan penelitian**

| <b>Kode</b> | <b>Perlakuan</b>                         |
|-------------|------------------------------------------|
| P1          | <i>Knapsack sprayer</i> manual           |
| P2          | <i>Knapsack sprayer</i> otomatis         |
| P3          | <i>Knapsack sprayer</i> bermotor         |
| P4          | Mesin semprot bermotor bertekanan tinggi |
| P5          | Mesin babat                              |

Setiap perlakuan ditempatkan secara acak pada masing-masing blok dengan 3 ulangan, sehingga diperoleh total 15 unit percobaan. Setiap unit percobaan menggunakan petak penelitian berukuran 2 m × 4 m untuk menentukan luas jangkaun kerja, lama waktu penyemprotan dan pembabatan dan kebutuhan larutan herbisida yang digunakan, petak penelitian ditentukan berdasarkan jarak tanam kelapa sawit dan kelayakan operasional kebun.

#### **D. Pelaksanaan Penelitian**

Pelaksanaan penelitian dilakukan secara langsung di lapangan dengan tahapan sebagai berikut:

##### **1. Persiapan Lahan**

Persiapan lahan dilakukan dengan penentuan dan penandaan petak percobaan sesuai dengan rancangan penelitian. Setiap petak diamati kondisi gulmanya untuk memastikan keseragaman sebelum perlakuan diberikan. Pada tahap ini dilakukan identifikasi jenis gulma dominan, yaitu gulma rumput (*Imperata cylindrica*), gulma teki (*Cyperus rotundus*), dan gulma berdaun lebar. Identifikasi gulma dilakukan menggunakan *metode Summed Dominance Ratio* (SDR) berdasarkan kerapatan relatif dan frekuensi relatif gulma pada masing-masing petak. Penentuan gulma dominan diperlukan

agar pengamatan efektivitas pengendalian difokuskan pada jenis gulma yang paling berpengaruh terhadap kondisi lahan.

## **2. Persiapan Alat dan Bahan**

Tahap persiapan alat dan bahan dilakukan untuk memastikan seluruh perlengkapan penelitian siap digunakan dan sesuai dengan spesifikasi teknis yang dibutuhkan. Adapun rincian alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

- *Knapsack sprayer* manual  
Tangki berkapasitas  $\pm 20$  liter dengan sistem pompa piston manual. Tekanan kerja maksimum mencapai  $\pm 90$  psi dengan berat kosong sekitar 4,2 kg. Alat ini menggunakan nozzle tipe VLV 100 yang menghasilkan pola semprot kipas datar (flat fan).
- *Knapsack sprayer* otomatis  
Digunakan dengan tenaga baterai 12 V/8 Ah yang mampu menghasilkan tekanan stabil  $\pm 0,4$  MPa. Berat alat berkisar 6–7 kg. Sprayer ini menggunakan nozzle tipe VLV 100 dengan pola semprot kipas datar.
- *Knapsack sprayer* bermotor  
Tangki berkapasitas 20 liter dengan mesin bensin 2-tak berdaya  $\pm 0,7$  kW pada 5500 rpm. Tekanan kerja berkisar antara 0,5–3 MPa. Alat ini menggunakan gunsprayer cone hollow yang menghasilkan pola semprot berbentuk kerucut berongga.
- Mesin semprot bermotor bertekanan tinggi  
Alat ini digerakkan oleh motor bensin atau diesel berdaya 10–15 HP. Sprayer ini menggunakan nozzle tipe cone hollow dengan pola semprot kerucut berongga.
- Mesin babat  
Mesin bensin 2-tak dengan kapasitas 30,8 cc dan daya 1,3 kW. alat sekitar 6,4 kg dengan diameter lingkaran potong 420 mm.
- Bahan penelitian  
Bahan utama yang digunakan adalah herbisida berbahan aktif glifosat yang diaplikasikan sesuai dosis yang telah ditentukan.

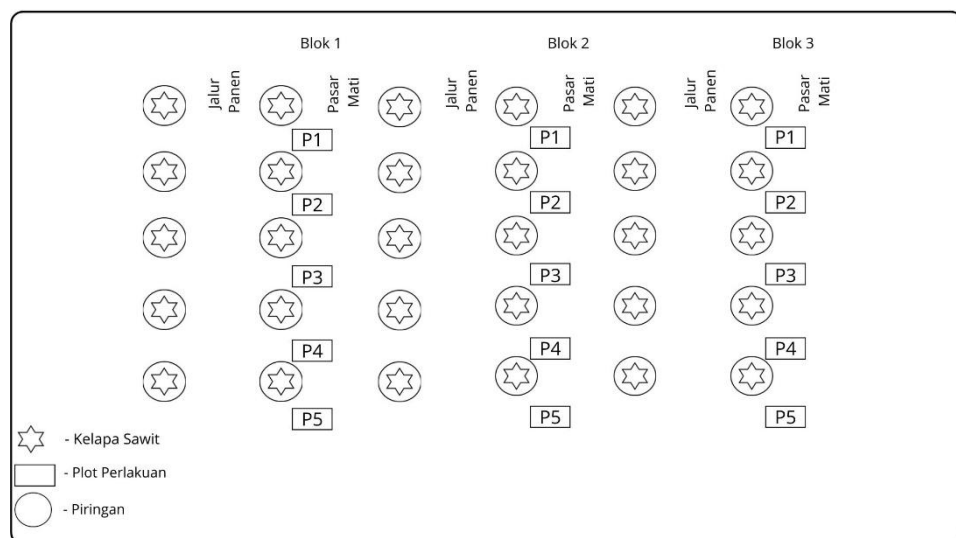
Sebagai pelarut digunakan air bersih, dengan tujuan menjaga konsistensi aplikasi pada setiap perlakuan.

### 3. Aplikasi Herbisida

Pengendalian gulma dilakukan sesuai dengan perlakuan yang telah ditetapkan. Pada perlakuan penyemprotan, herbisida diaplikasikan secara merata pada seluruh permukaan gulma di dalam petak percobaan sesuai dengan jenis alat dan nozzle yang digunakan. Pemerataan aplikasi dilakukan untuk memperoleh hasil pengendalian yang optimal sebagaimana disarankan (Yuliyanto dkk., 2017). Pada perlakuan mesin babat, gulma dipotong merata hingga ketinggian tertentu untuk menekan pertumbuhan gulma secara mekanis dalam waktu singkat.

Pelaksanaan pengendalian gulma di lapangan dilakukan sesuai jadwal yang telah ditetapkan untuk mengevaluasi efektivitas dan efisiensi masing-masing alat pengendalian gulma. Pengamatan dilakukan menggunakan kuadran pengamatan (plot frame) berukuran  $2 \text{ m} \times 4 \text{ m}$  yang ditempatkan pada setiap petak percobaan yang dapat dilihat pada gambar berikut.

**Gambar 3. 1 Layout aplikasi Herbisida**



## E. Parameter Pengamatan

Pengamatan dilakukan untuk memperoleh data yang diperlukan dalam mengevaluasi efektivitas dan efisiensi penggunaan beberapa jenis alat pengendalian gulma di perkebunan kelapa sawit. Pengamatan lapangan dilakukan melalui survei gulma secara langsung dengan menggunakan metode analisis vegetasi kuadrat. Sampel diambil dari plot penelitian dengan frame 1 m x 1 m, terdiri dari 10 plot per blok. Data hasil pengamatan digunakan sebagai dasar perhitungan seluruh parameter penelitian (Fadhilah dkk., 2023; Siburian dkk., 2024b).

Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi:

### 1. Analisis Vegetasi Gulma (*Summed Dominance Ratio* / SDR)

Analisis vegetasi gulma dilakukan untuk mengetahui komposisi, frekuensi, dan tingkat dominansi gulma pada setiap petak penelitian. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi gulma dominan yang berpotensi memberikan pengaruh terbesar terhadap efektivitas pengendalian gulma. Kerapatan relatif (KR) dihitung berdasarkan perbandingan kerapatan suatu jenis gulma terhadap total kerapatan seluruh jenis gulma, dengan rumus:

$$KR = \frac{\text{Kerapatan jenis gulma}}{\text{Kerapatan mutlak seluruh jenis gulma}} \times 100\%$$

Frekuensi relatif (FR) dihitung berdasarkan perbandingan frekuensi kemunculan suatu jenis gulma terhadap total frekuensi seluruh jenis gulma, dengan rumus:

$$FR = \frac{\text{Frekuensi jenis gulma}}{\text{Frekuensi mutlak seluruh jenis gulma}} \times 100\%$$

Indeks Nilai Penting (INP) diperoleh dari penjumlahan kerapatan relatif dan frekuensi relatif:

$$INP = KR + FR$$

Nilai dominansi gulma dinyatakan dalam Summed Dominance Ratio (SDR), yang dihitung dengan rumus:

$$SDR = \frac{INP}{2}$$

## 2. Kalibrasi Alat

Kalibrasi alat dilakukan sebelum aplikasi pengendalian gulma untuk memastikan bahwa volume larutan herbisida yang diaplikasikan pada setiap perlakuan seragam dan terkontrol. Kalibrasi bertujuan untuk menghindari perbedaan dosis yang dapat mempengaruhi hasil pengendalian gulma.

Volume aplikasi herbisida per satuan luas dihitung dengan rumus:

$$V = \frac{Q \times 10.000 \text{ m}^2}{W \times S}$$

Rumus ini digunakan untuk menyetarakan volume larutan yang diaplikasikan dalam satuan liter per hektar (L/ha).

## 3. Luas Jangkauan Kerja

Luas jangkauan kerja digunakan untuk menilai efisiensi kerja alat dalam menjangkau area pengendalian gulma. Parameter ini menunjukkan kemampuan alat menyelesaikan luasan tertentu dalam satuan waktu.

Luas jangkauan kerja dihitung dengan rumus:

$$LJK = \frac{p \times l}{t}$$

di mana  $LJK$  adalah luas jangkauan kerja ( $\text{m}^2/\text{jam}$ ),  $L$  adalah luas area yang dikerjakan ( $\text{m}^2$ ), dan  $t$  adalah waktu kerja (jam).

#### 4. Lama Waktu Penyemprotan dan Pembabatan

Lama waktu kerja merupakan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan kegiatan pengendalian gulma pada satu petak percobaan. Parameter ini digunakan untuk menilai efisiensi penggunaan alat dan tenaga kerja.

Lama waktu kerja dihitung dengan rumus:

$$t = t_{selesai} - t_{mulai}$$

#### 5. Kebutuhan Larutan Herbisida yang digunakan

Kebutuhan larutan herbisida yang digunakan dihitung untuk mengetahui tingkat efisiensi penggunaan bahan kimia pada masing-masing perlakuan.

Dosis larutan dihitung berdasarkan menggunakan rumus :

$$Dosis \text{ per Tangki} = \frac{Rekomendasi \ Dosis}{Volume \ Semprot} \times Kapasitas \ Tangki$$

#### 6. Tingkat Kerusakan Gulma

Tingkat kerusakan gulma merupakan parameter yang digunakan untuk menilai keberhasilan pengendalian gulma akibat perlakuan yang diberikan.

Persentase tingkat kerusakan gulma dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$TKG(\%) = \frac{n_{rusak}}{n_{total}} \times 100$$

Keterangan:

$TKG$  = tingkat kerusakan gulma (%)

$n_{rusak}$  = jumlah gulma yang rusak, mati, atau terpotong

$n_{total}$  = jumlah total gulma dalam kuadran pengamatan

Skor kerusakan gulma yang diukur berdasarkan pengendalian kimiawi menggunakan herbisida. Penilaian ini mengacu pada sistem *European Weed Research Council* (EWRC) yang sering digunakan dalam penelitian pengendalian gulma kimiawi (Ahmal dkk., 2025). Adapun tabel skor kerusakan gulma secara kimiawi dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 3. 2 Skor Tingkat Kerusakan Gulma secara Kimia**

| Nilai Scoring | Gulma Terkendali (%) | Kriteria Keracunan Gulma          |
|---------------|----------------------|-----------------------------------|
| 1             | 100%                 | Gulma mati semua                  |
| 2             | 96,5 – 99,0%         | Gulma yang hidup sedikit sekali   |
| 3             | 93,0 – 96,5%         | Gulma yang hidup sedikit          |
| 4             | 87,5 – 93,0%         | Efikasi herbisida memuaskan       |
| 5             | 80,0 – 87,5%         | Efikasi herbisida cukup memuaskan |
| 6             | 70,0 – 80,0%         | Efikasi tidak memuaskan           |
| 7             | 50,0 – 70,0%         | Gulma yang dirusak sedikit        |
| 8             | 1,0 – 50,0%          | Kerusakan gulma tak berarti       |
| 9             | 0%                   | Gulma tidak rusak                 |

Sementara itu, penilaian tingkat kerusakan gulma secara mekanis menggunakan sistem visual scoring yang disesuaikan dengan karakteristik pengendalian gulma menggunakan mesin babat. Penilaian ini didasarkan pada persentase gulma yang terpotong atau rusak secara fisik setelah pembabatan. Sistem skor ini mengadaptasi metode yang digunakan oleh (Sumantri dkk., 2024), yang menilai tingkat kerusakan gulma berdasarkan intensitas dan pemerataan hasil pembabatan. Kriteria dan skor kerusakan gulma secara mekanis disajikan pada tabel berikut.

**Tabel 3. 3 Skor Tingkat Kerusakan Gulma secara Mekanis**

| Skor | Persentase Kerusakan Gulma | Kriteria Kerusakan Gulma (Mekanis)           |
|------|----------------------------|----------------------------------------------|
| 0    | 0%                         | Tidak ada gulma yang terpotong               |
| 1    | 1–10%                      | Gulma sedikit terpotong                      |
| 2    | 11–20%                     | Sebagian kecil gulma terpotong               |
| 3    | 21–30%                     | Gulma terpotong namun belum merata           |
| 4    | 31–40%                     | Kerusakan mulai terlihat pada sebagian gulma |
| 5    | 41–50%                     | Sekitar setengah gulma terpotong             |
| 6    | 51–60%                     | Sebagian besar gulma terpotong               |
| 7    | 61–70%                     | Mayoritas gulma terpotong                    |
| 8    | 71–80%                     | Hampir seluruh gulma terpotong               |
| 9    | 81–90%                     | Gulma hampir mati sepenuhnya                 |
| 10   | 91–100%                    | Semua gulma terpotong/mati                   |

#### **F. Analisis Data**

Data dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) berdasarkan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) satu faktor pada taraf nyata 5%. Keputusan pengujian didasarkan pada perbandingan nilai  $F_{hitung}$  dengan  $F_{tabel}$ . Apabila  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , maka perlakuan berpengaruh nyata sehingga dilanjutkan dengan uji DMRT (Duncan's Multiple Range Test) pada taraf 5% untuk mengetahui perbedaan rata-rata antar perlakuan. Apabila  $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ , maka perlakuan tidak berpengaruh nyata dan uji lanjut tidak dilakukan. Hasil uji DMRT disajikan dalam bentuk notasi huruf, di mana perlakuan dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Penelitian

#### 1. Analisis Vegetasi Gulma (SDR)

Analisis vegetasi gulma dilakukan untuk mengetahui komposisi dan struktur komunitas gulma sebelum perlakuan diberikan. Pengamatan dilakukan menggunakan metode kuadrat sebanyak 10 kali pelemparan, kemudian dikelompokkan menjadi tiga blok sebagai ulangan, yaitu Blok 1 (Q1–Q3), Blok 2 (Q4–Q6), dan Blok 3 (Q7–Q10).

##### 1.1. Deskripsi Jenis Gulma pada Lokasi Penelitian

Berdasarkan hasil analisis vegetasi yang telah dilakukan, diperoleh berbagai jenis gulma yang tumbuh pada lokasi penelitian. Jenis-jenis gulma tersebut terdiri dari beberapa golongan, yaitu gulma berdaun lebar, gulma rumput, dan gulma paku-pakuan. Selain itu, berdasarkan siklus hidupnya, gulma yang ditemukan dapat diklasifikasikan menjadi gulma semusim dan gulma tahunan.

Gulma berdaun lebar yang ditemukan antara lain *Ageratum conyzoides*, *Asystasia gangetica*, *Borreria alata*, *Clidemia hirta*, *Coleus rotundifolius*, *Desmodium heterocarpon*, *Erigeron sumatrensis*, *Hyptis capitata*, dan *Physalis angulata*. Sebagian besar gulma berdaun lebar tersebut termasuk dalam kategori gulma semusim, yang memiliki siklus hidup relatif pendek dan berkembang biak dengan cepat melalui biji. Gulma jenis ini umumnya mudah tumbuh pada lahan terbuka dan memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap kondisi lingkungan.

Gulma dari golongan rumput yang ditemukan yaitu *Imperata cylindrica*, *Ottobachloa nodosa*, dan *Paspalum conjugatum*. Gulma rumput umumnya termasuk dalam kategori gulma tahunan, terutama *Imperata cylindrica* yang memiliki sistem perakaran rimpang yang kuat sehingga sulit dikendalikan. Kemampuan reproduksi vegetatif melalui rimpang menyebabkan gulma ini dapat menyebar dengan cepat dan mendominasi lahan dalam waktu singkat.

Selain itu, ditemukan pula gulma dari golongan paku-pakuan yaitu *Nephrolepis biserrata*. Gulma ini termasuk dalam kategori gulma tahunan

yang berkembang biak melalui spora dan umumnya tumbuh pada kondisi lingkungan yang lembab. Meskipun tingkat dominasinya relatif rendah, keberadaannya tetap menjadi bagian dari struktur komunitas gulma pada lokasi penelitian.

Secara keseluruhan, komposisi gulma pada lokasi penelitian didominasi oleh gulma berdaun lebar yang bersifat semusim, dengan beberapa jenis gulma tahunan dari golongan rumput yang memiliki daya saing tinggi. Perbedaan sifat biologis antara gulma semusim dan tahunan ini berpengaruh terhadap strategi pengendalian yang dilakukan, di mana gulma tahunan cenderung lebih sulit dikendalikan dibandingkan gulma semusim.

## 1.2. Analisis Vegetasi Blok 1

Tabel 4. 1 Analisis Vegetasi Gulma pada Blok 1

| No    | Jenis Gulma                   | Morfologi Daun   | Jumlah Individu | Frekuensi (Plot) | KR (%) | FR (%) | SDR (%) |
|-------|-------------------------------|------------------|-----------------|------------------|--------|--------|---------|
| 1     | <i>Ageratum conyzoides</i>    | Berdaun<br>Lebar | 63              | 6.3              | 35.20  | 30.88  | 33.04   |
| 2     | <i>Asystasia gangetica</i>    | Berdaun<br>Lebar | 12              | 1.2              | 6.70   | 5.88   | 6.29    |
| 3     | <i>Borreria alata</i>         | Berdaun<br>Lebar | 9               | 1.0              | 5.03   | 4.41   | 4.72    |
| 4     | <i>Clidemia hirta</i>         | Berdaun<br>Lebar | 8               | 1.0              | 4.47   | 3.92   | 4.20    |
| 5     | <i>Coleus rotundifolius</i>   | Berdaun<br>Lebar | 4               | 0.4              | 2.23   | 4.90   | 3.57    |
| 6     | <i>Desmodium heterocarpon</i> | Berdaun<br>Lebar | 3               | 0.3              | 1.68   | 4.90   | 3.29    |
| 7     | <i>Erigeron sumatrensis</i>   | Berdaun<br>Lebar | 4               | 0.4              | 2.23   | 4.90   | 3.57    |
| 8     | <i>Hyptis capitata</i>        | Berdaun<br>Lebar | 16              | 2.0              | 8.94   | 7.84   | 8.39    |
| 9     | <i>Imperata cylindrica</i>    | Rumput           | 30              | 3.0              | 16.76  | 14.71  | 15.73   |
| 10    | <i>Nephrolepis biserrata</i>  | Paku-pakuan      | 6               | 1.0              | 3.35   | 2.94   | 3.15    |
| 11    | <i>Ottochloa nodosa</i>       | Rumput           | 4               | 0.4              | 2.23   | 4.90   | 3.57    |
| 12    | <i>Paspalum conjugatum</i>    | Rumput           | 15              | 2.0              | 8.38   | 7.35   | 7.87    |
| 13    | <i>Physalis angulata</i>      | Berdaun<br>Lebar | 5               | 1.0              | 2.79   | 2.45   | 2.62    |
| Total |                               |                  | 179             | 20.4             | 100    | 100    | 100     |

Hasil analisis vegetasi gulma pada Blok 1 menunjukkan bahwa *Ageratum conyzoides* merupakan spesies yang paling dominan dengan jumlah individu sebanyak 63 dan frekuensi kemunculan pada 6,3 plot. Gulma ini memiliki nilai Kerapatan Relatif (KR) sebesar 35,20%, Frekuensi Relatif (FR) sebesar 30,88%, serta Summed Dominance Ratio (SDR)

tertinggi yaitu 33,04%. Tingginya nilai SDR tersebut menunjukkan bahwa *Ageratum conyzoides* memiliki kemampuan adaptasi yang baik dan mendominasi komunitas gulma pada Blok 1.

Gulma yang memiliki tingkat dominansi berikutnya adalah *Imperata cylindrica* dari golongan rumput dengan jumlah individu sebanyak 30 dan frekuensi kemunculan 3,0 plot. Gulma ini memiliki nilai KR sebesar 16,76%, FR sebesar 14,71%, dan SDR sebesar 15,73%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa *Imperata cylindrica* merupakan salah satu gulma yang berperan penting dalam struktur vegetasi di Blok 1 karena memiliki populasi dan penyebaran yang relatif tinggi.

Selain kedua spesies tersebut, *Hyptis capitata* dan *Paspalum conjugatum* juga tergolong cukup dominan dengan nilai SDR masing-masing sebesar 8,39% dan 7,87%. *Hyptis capitata* memiliki jumlah individu sebanyak 16 dengan frekuensi kemunculan 2,0 plot, sedangkan *Paspalum conjugatum* memiliki 15 individu dengan frekuensi kemunculan yang sama, yaitu 2,0 plot. Meskipun tingkat dominasinya lebih rendah dibandingkan *Ageratum conyzoides* dan *Imperata cylindrica*, kedua spesies tersebut tetap memberikan kontribusi terhadap komposisi vegetasi gulma pada Blok 1.

Sementara itu, spesies gulma lainnya seperti *Asystasia gangetica*, *Borreria alata*, *Clidemia hirta*, *Coleus rotundifolius*, *Desmodium heterocarpon*, *Erigeron sumatrensis*, *Nephrolepis biserrata*, *Ottochloa nodosa*, dan *Physalis angulata* memiliki nilai SDR yang relatif rendah, yaitu berkisar antara 2,62–6,29%, sehingga tingkat dominasinya dalam komunitas gulma lebih kecil dibandingkan spesies utama.

Secara keseluruhan, vegetasi gulma pada Blok 1 didominasi oleh gulma berdaun lebar, yang terdiri atas 9 spesies dari total 13 spesies yang ditemukan. Dominansi tertinggi ditunjukkan oleh *Ageratum conyzoides*, sedangkan dari golongan rumput, *Imperata cylindrica* merupakan spesies yang paling dominan. Kondisi ini menunjukkan bahwa struktur komunitas gulma pada Blok 1 masih didominasi oleh beberapa spesies tertentu, terutama gulma berdaun lebar, sehingga berpotensi menjadi gulma utama yang perlu mendapat perhatian dalam upaya pengendalian.

### 1.3. Analisis Vegetasi Blok 2

**Tabel 4. 2 Analisis Vegetasi Gulma pada Blok 2**

| No    | Jenis Gulma                   | Morfologi<br>Daun | Jumlah<br>Individu | Frekuensi<br>(Plot) | KR<br>(%) | FR<br>(%) | SDR<br>(%) |
|-------|-------------------------------|-------------------|--------------------|---------------------|-----------|-----------|------------|
| 1     | <i>Ageratum conyzoides</i>    | Berdaun<br>Lebar  | 55                 | 5.5                 | 31.07     | 26.57     | 28.82      |
| 2     | <i>Asystasia gangetica</i>    | Berdaun<br>Lebar  | 18                 | 1.8                 | 10.17     | 8.70      | 9.43       |
| 3     | <i>Borreria alata</i>         | Berdaun<br>Lebar  | 12                 | 1.2                 | 6.78      | 5.80      | 6.29       |
| 4     | <i>Clidemia hirta</i>         | Berdaun<br>Lebar  | 5                  | 1                   | 2.82      | 4.83      | 3.83       |
| 5     | <i>Coleus rotundifolius</i>   | Berdaun<br>Lebar  | 5                  | 1                   | 2.82      | 4.83      | 3.83       |
| 6     | <i>Desmodium heterocarpon</i> | Berdaun<br>Lebar  | 3                  | 0.3                 | 1.69      | 1.45      | 1.57       |
| 7     | <i>Erigeron sumatrensis</i>   | Berdaun<br>Lebar  | 5                  | 1                   | 2.82      | 4.83      | 3.83       |
| 8     | <i>Hyptis capitata</i>        | Berdaun<br>Lebar  | 15                 | 2                   | 8.47      | 9.66      | 9.07       |
| 9     | <i>Imperata cylindrica</i>    | Rumput            | 27                 | 3                   | 15.25     | 13.04     | 14.15      |
| 10    | <i>Nephrolepis biserrata</i>  | Paku-<br>pakuan   | 5                  | 1                   | 2.82      | 2.42      | 2.62       |
| 11    | <i>Ottochloa nodosa</i>       | Rumput            | 5                  | 1                   | 2.82      | 4.83      | 3.83       |
| 12    | <i>Paspalum conjugatum</i>    | Rumput            | 17                 | 2                   | 9.60      | 8.21      | 8.91       |
| 13    | <i>Physalis angulata</i>      | Berdaun<br>Lebar  | 5                  | 1                   | 2.82      | 4.83      | 3.83       |
| Total |                               |                   | 177                | 20.7                | 100       | 100       | 100        |

Hasil analisis vegetasi gulma pada Blok 2 menunjukkan bahwa *Ageratum conyzoides* merupakan spesies yang paling dominan dengan jumlah individu sebanyak 55 dan frekuensi kemunculan pada 5,5 plot. Gulma ini memiliki nilai Kerapatan Relatif (KR) sebesar 31,07%, Frekuensi Relatif (FR) sebesar 26,57%, serta *Summed Dominance Ratio* (SDR)

tertinggi yaitu 28,82%. Nilai SDR yang tinggi menunjukkan bahwa *Ageratum conyzoides* memiliki kemampuan adaptasi yang baik sehingga mendominasi komunitas gulma pada Blok 2.

Gulma dengan tingkat dominansi berikutnya adalah *Imperata cylindrica* dari golongan rumput dengan jumlah individu sebanyak 27 dan frekuensi kemunculan 3,0 plot. Gulma ini memiliki nilai KR sebesar 15,25%, FR sebesar 13,04%, dan SDR sebesar 14,15%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa *Imperata cylindrica* merupakan salah satu spesies yang berperan penting dalam struktur vegetasi gulma di Blok 2.

Selain itu, *Asystasia gangetica*, *Hyptis capitata*, dan *Paspalum conjugatum* juga menunjukkan tingkat dominansi yang cukup tinggi dengan nilai SDR masing-masing sebesar 9,43%, 9,07%, dan 8,91%. *Asystasia gangetica* memiliki jumlah individu sebanyak 18 dengan frekuensi kemunculan 1,8 plot, *Hyptis capitata* sebanyak 15 individu dengan frekuensi 2,0 plot, sedangkan *Paspalum conjugatum* memiliki 17 individu dengan frekuensi kemunculan 2,0 plot. Ketiga spesies tersebut memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap komposisi vegetasi gulma di Blok 2 meskipun tingkat dominasinya masih berada di bawah *Ageratum conyzoides* dan *Imperata cylindrica*.

Sementara itu, *Borreria alata* memiliki nilai SDR sebesar 6,29%, sedangkan *Clidemia hirta*, *Coleus rotundifolius*, *Erigeron sumatrensis*, *Ottlochloa nodosa*, dan *Physalis angulata* masing-masing memiliki nilai SDR sebesar 3,83%. Adapun *Nephrolepis biserrata* memiliki nilai SDR sebesar 2,62%, dan *Desmodium heterocarpon* merupakan spesies dengan tingkat dominansi terendah, yaitu 1,57%. Rendahnya nilai SDR pada spesies-spesies tersebut menunjukkan bahwa keberadaannya dalam komunitas gulma relatif terbatas, baik dari segi jumlah individu maupun frekuensi kemunculannya.

Secara keseluruhan, vegetasi gulma pada Blok 2 masih didominasi oleh gulma berdaun lebar, yang terdiri atas 9 spesies dari total 13 spesies yang ditemukan. Dominansi tertinggi ditunjukkan oleh *Ageratum conyzoides*, sedangkan dari golongan rumput, *Imperata cylindrica*

merupakan spesies yang paling dominan. Pola dominansi ini relatif serupa dengan Blok 1, sehingga menunjukkan bahwa komposisi dan struktur komunitas gulma pada kedua blok memiliki karakteristik yang hampir sama dengan dominasi gulma berdaun lebar.

#### 1.4. Analisis Vegetasi Blok 3

**Tabel 4. 3 Analisis Vegetasi Gulma pada Blok 3**

| No    | Jenis Gulma                   | Morfologi<br>Daun | Jumlah<br>Individu | Frekuensi<br>(Plot) | KR<br>(%) | FR<br>(%) | SDR<br>(%) |
|-------|-------------------------------|-------------------|--------------------|---------------------|-----------|-----------|------------|
| 1     | <i>Ageratum conyzoides</i>    | Berdaun<br>Lebar  | 67                 | 7                   | 33.17     | 32.56     | 32.86      |
| 2     | <i>Asystasia ganget ica</i>   | Berdaun<br>Lebar  | 18                 | 2                   | 8.91      | 9.30      | 9.11       |
| 3     | <i>Borreria alata</i>         | Berdaun<br>Lebar  | 10                 | 1                   | 4.95      | 4.65      | 4.80       |
| 4     | <i>Clidemia hirta</i>         | Berdaun<br>Lebar  | 6                  | 1                   | 2.97      | 4.65      | 3.81       |
| 5     | <i>Coleus rotundifolius</i>   | Berdaun<br>Lebar  | 4                  | 0.4                 | 1.98      | 1.86      | 1.92       |
| 6     | <i>Desmodium heterocarpon</i> | Berdaun<br>Lebar  | 4                  | 0.4                 | 1.98      | 1.86      | 1.92       |
| 7     | <i>Erigeron sumatrensis</i>   | Berdaun<br>Lebar  | 4                  | 0.4                 | 1.98      | 1.86      | 1.92       |
| 8     | <i>Hyptis capitata</i>        | Berdaun<br>Lebar  | 21                 | 2.1                 | 10.40     | 9.77      | 10.08      |
| 9     | <i>Imperata cylindrica</i>    | Rumput            | 34                 | 3.4                 | 16.83     | 15.81     | 16.32      |
| 10    | <i>Nephrolepis biserrata</i>  | Paku-<br>pakuan   | 5                  | 1                   | 2.48      | 4.65      | 3.56       |
| 11    | <i>Ottlochloa nodosa</i>      | Rumput            | 4                  | 0.4                 | 1.98      | 1.86      | 1.92       |
| 12    | <i>Paspalum conjugatum</i>    | Rumput            | 21                 | 2                   | 10.40     | 9.30      | 9.85       |
| 13    | <i>Physalis angulata</i>      | Berdaun<br>Lebar  | 4                  | 0.4                 | 1.98      | 1.86      | 1.92       |
| Total |                               |                   | 202                | 22                  | 100       | 100       | 100        |

Berdasarkan hasil analisis vegetasi gulma pada Blok 3, komposisi dan struktur komunitas gulma menunjukkan pola yang relatif serupa dengan Blok 1 dan Blok 2, yaitu didominasi oleh beberapa spesies gulma berdaun lebar yang memiliki nilai dominansi tinggi.

Gulma *Ageratum conyzoides* merupakan spesies yang paling dominan pada Blok 3 dengan jumlah individu sebanyak 67 dan frekuensi kemunculan pada 7,0 plot. Gulma ini memiliki nilai Kerapatan Relatif (KR) sebesar 33,17%, Frekuensi Relatif (FR) sebesar 32,56%, serta *Summed Dominance Ratio* (SDR) tertinggi yaitu 32,86%. Tingginya nilai SDR tersebut menunjukkan bahwa *Ageratum conyzoides* memiliki kemampuan adaptasi dan daya saing yang sangat baik sehingga mampu mendominasi komunitas gulma pada lokasi penelitian.

Gulma *Imperata cylindrica* dari golongan rumput juga menunjukkan tingkat dominansi yang tinggi dengan jumlah individu sebanyak 34 dan frekuensi kemunculan 3,4 plot. Gulma ini memiliki nilai KR sebesar 16,83%, FR sebesar 15,81%, dan SDR sebesar 16,32%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa *Imperata cylindrica* merupakan salah satu spesies penting dalam struktur vegetasi gulma di Blok 3 karena memiliki populasi yang cukup tinggi dan penyebaran yang luas.

Selain itu, *Hyptis capitata*, *Paspalum conjugatum*, dan *Asystasia gangetica* juga memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap komunitas gulma dengan nilai SDR masing-masing sebesar 10,08%, 9,85%, dan 9,11%. *Hyptis capitata* dan *Paspalum conjugatum* masing-masing memiliki jumlah individu sebanyak 21, sedangkan *Asystasia gangetica* memiliki 18 individu. Ketiga spesies tersebut menunjukkan tingkat dominansi sedang dan turut membentuk struktur vegetasi gulma pada Blok 3.

Sementara itu, *Borreria alata* memiliki nilai SDR sebesar 4,80%, sedangkan *Clidemia hirta* dan *Nephrolepis biserrata* masing-masing memiliki nilai SDR sebesar 3,81% dan 3,56%. Adapun *Coleus rotundifolius*, *Desmodium heterocarpon*, *Erigeron sumatrensis*, *Ottochloa nodosa*, dan *Physalis angulata* memiliki nilai SDR yang sama, yaitu 1,92%.

Rendahnya nilai SDR pada spesies-spesies tersebut menunjukkan bahwa tingkat dominansinya relatif kecil dalam komunitas gulma di Blok 3.

Secara keseluruhan, vegetasi gulma pada Blok 3 masih didominasi oleh gulma berdaun lebar, yang terdiri atas 9 spesies dari total 13 spesies yang ditemukan. Dominansi tertinggi ditunjukkan oleh *Ageratum conyzoides*, sedangkan dari golongan rumput, *Imperata cylindrica* merupakan spesies yang paling dominan. Pola dominansi ini menunjukkan bahwa struktur komunitas gulma pada Blok 3 memiliki karakteristik yang hampir sama dengan Blok 1 dan Blok 2, yaitu didominasi oleh gulma berdaun lebar dengan kontribusi penting dari beberapa spesies rumput.

### 1.5. Koefisien Komunitas Antar Blok

Koefisien komunitas digunakan untuk mengetahui tingkat kesamaan komposisi jenis gulma antar blok penelitian. Perhitungan koefisien komunitas mengacu pada rumus sebagai berikut:

$$C = \frac{2W}{A + B} \times 100\%$$

**Tabel 4. 4 Koefisien Komunitas Antar Blok**

| Perbandingan Blok | Nilai C (%) | Keterangan |
|-------------------|-------------|------------|
| Blok 1 vs Blok 2  | 91.8        | Homogen    |
| Blok 1 vs Blok 3  | 94.2        | Homogen    |
| Blok 2 vs Blok 3  | 93.4        | Homogen    |

Berdasarkan hasil perhitungan koefisien komunitas antar blok, diperoleh nilai koefisien komunitas yang tinggi pada seluruh pasangan blok pengamatan. Nilai koefisien komunitas antara Blok 1 dan Blok 2 sebesar 91,8%, antara Blok 1 dan Blok 3 sebesar 90,2%, serta antara Blok 2 dan Blok 3 sebesar 93,4%.

Nilai koefisien komunitas yang lebih besar dari 75% menunjukkan bahwa komposisi jenis gulma antar blok memiliki tingkat kesamaan yang tinggi atau bersifat homogen. Hal ini mengindikasikan bahwa distribusi gulma pada lokasi penelitian relatif merata dan tidak terdapat perbedaan komposisi vegetasi yang signifikan antar blok. Keseragaman komposisi

gulma ini sangat penting dalam penelitian karena menunjukkan bahwa kondisi awal lahan sebelum perlakuan adalah seragam. Dengan demikian, perbedaan hasil yang diperoleh pada tahap perlakuan selanjutnya dapat lebih mencerminkan pengaruh perlakuan yang diberikan, bukan akibat perbedaan kondisi awal vegetasi gulma.

## 2. Kalibrasi Alat

Hasil kalibrasi alat penyemprot pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.5.

**Tabel 4. 5 Hasil Kalibrasi Alat Penyemprot**

| Perlakuan                              | Debit Semprot<br>(mL/menit) /<br>(RPM) | Lebar<br>Semprotan /<br>Jangkauan<br>Pisau (m) | Kecepatan<br>Jalan<br>(m/menit) | Volume<br>Semprot<br>(L/ha) |
|----------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Knapsack sprayer manual                | 500                                    | 1                                              | 30                              | 166,7                       |
| Knapsack sprayer otomatis              | 600                                    | 1                                              | 31                              | 193,55                      |
| Knapsack sprayer bermotor              | 1500                                   | 1                                              | 47                              | 319,15                      |
| Mesin semprot bermotor                 | 1680                                   | 1                                              | 49                              | 342,86                      |
| Mesin bertekanan tinggi<br>Mesin babat | 3000                                   | 0,30                                           | 25                              | -                           |

Berdasarkan Tabel 4.5, diketahui bahwa setiap alat memiliki karakteristik operasional yang berbeda, meliputi debit semprot atau putaran mesin (RPM), lebar semprotan atau jangkauan kerja, kecepatan jalan operator, serta volume semprot yang dihasilkan. Perbedaan karakteristik tersebut menunjukkan bahwa masing-masing alat memiliki kapasitas kerja yang berbeda dalam kegiatan pengendalian gulma.

Mesin semprot bermotor bertekanan tinggi menghasilkan debit semprot tertinggi, yaitu sebesar 1.680 mL/menit dengan kecepatan jalan 49 m/menit. Hasil kalibrasi menunjukkan bahwa alat ini memiliki volume semprot sebesar 342,86 L/ha, yang merupakan nilai tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Tingginya volume semprot tersebut dipengaruhi oleh besarnya debit semprot yang dihasilkan sehingga jumlah larutan herbisida yang diaplikasikan pada setiap hektar menjadi lebih besar.

Knapsack sprayer bermotor menghasilkan debit semprot sebesar 1.500 mL/menit dengan kecepatan jalan 47 m/menit sehingga menghasilkan volume semprot sebesar 319,15 L/ha. Selanjutnya, knapsack sprayer otomatis memiliki debit semprot sebesar 600 mL/menit dengan kecepatan jalan 31 m/menit dan volume semprot sebesar 193,55 L/ha. Adapun knapsack sprayer manual memiliki debit semprot terendah, yaitu sebesar 500 mL/menit dengan kecepatan jalan 30 m/menit sehingga menghasilkan volume semprot sebesar 166,67 L/ha. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin besar debit semprot yang dihasilkan suatu alat, semakin besar pula volume semprot yang diaplikasikan pada setiap satuan luas lahan.

Berbeda dengan alat semprot, mesin babat STIHL FR 3000 bekerja secara mekanis sehingga tidak menggunakan larutan herbisida. Oleh karena itu, parameter kalibrasi yang diamati meliputi putaran mesin sebesar 3.000 rpm, jangkauan pisau sebesar 0,30 m, dan kecepatan jalan operator sebesar 25 m/menit. Parameter tersebut digunakan sebagai dasar untuk menggambarkan kapasitas kerja alat dalam proses pemotongan gulma, sehingga parameter volume semprot tidak dihitung pada perlakuan ini.

Secara umum, hasil kalibrasi menunjukkan bahwa alat semprot dengan debit semprot yang lebih besar cenderung menghasilkan volume semprot yang lebih tinggi. Selain dipengaruhi oleh debit semprot, besarnya volume semprot juga dipengaruhi oleh kecepatan jalan operator dan lebar semprotan yang digunakan selama aplikasi. Sementara itu, pada mesin babat, kapasitas kerja lebih ditentukan oleh putaran mesin, jangkauan pisau, dan kecepatan jalan operator karena proses pengendalian gulma dilakukan melalui pemotongan secara mekanis tanpa aplikasi herbisida.

### **3. Tingkat Kerusakan Gulma**

#### **a) Tanggal 12–14 (Hari ke-1 sampai ke-3)**

Pada pengamatan awal yang dilakukan pada tanggal 12 hingga 14, seluruh perlakuan aplikasi herbisida yaitu knapsack sprayer manual, knapsack sprayer otomatis, knapsack sprayer bermotor, dan mesin semprot bermotor bertekanan tinggi masih menunjukkan skor TKG tinggi (8), yang

berarti gulma belum mengalami kerusakan yang berarti. Hal ini menunjukkan bahwa herbisida masih dalam tahap awal penyerapan dan belum memberikan efek fisiologis yang nyata terhadap gulma. Kondisi ini sesuai dengan pernyataan bahwa herbisida sistemik membutuhkan waktu untuk diserap dan ditranslokasikan ke seluruh bagian tanaman sebelum menimbulkan gejala kerusakan (Arpiansyah dkk., 2023).

Berbeda dengan itu, perlakuan mesin babat sejak awal pengamatan sudah menunjukkan skor 1, yang berarti gulma langsung mengalami kerusakan maksimal. Hal ini disebabkan karena metode mekanis bekerja secara langsung dengan memotong bagian tajuk gulma tanpa melalui proses fisiologis seperti pada herbisida (Adi Surya & Renny Eka Putri, 2023a).

**b) Tanggal 15–17 (Hari ke-4 sampai ke-6)**

Pada periode ini mulai terlihat adanya perubahan pada perlakuan herbisida. Skor TKG pada seluruh perlakuan herbisida menurun dari 8 menjadi 7 dan 6, yang menunjukkan bahwa gulma mulai mengalami gejala keracunan seperti klorosis dan awal nekrosis. Gejala ini merupakan indikasi awal terganggunya proses fisiologis tanaman akibat aktivitas herbisida (Nasution dkk., 2024a).

Perlakuan knapsack sprayer bermotor dan mesin semprot bermotor bertekanan tinggi menunjukkan penurunan skor yang lebih cepat dibandingkan knapsack sprayer manual dan otomatis. Hal ini menunjukkan bahwa tekanan semprot yang lebih tinggi meningkatkan efektivitas penyerapan herbisida oleh gulma. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa kualitas aplikasi, seperti tekanan dan ukuran droplet, sangat mempengaruhi keberhasilan pengendalian gulma (Mahhendra dkk., 2025b).

Sebaliknya, pada perlakuan mesin babat, terjadi peningkatan skor yang mengindikasikan adanya pertumbuhan kembali (*regrowth*) gulma setelah pemotongan. Hal ini disebabkan karena sistem perakaran dan titik tumbuh gulma tidak mengalami kerusakan (Irawan, Aziz, dkk., 2023).

**c) Tanggal 18–20 (Hari ke-7 sampai ke-9)**

Pada periode ini terjadi peningkatan kerusakan gulma yang cukup signifikan pada perlakuan herbisida. Skor TKG menurun ke kisaran 5–4, yang menunjukkan bahwa sebagian besar gulma telah mengalami kerusakan sedang hingga berat. Hal ini menunjukkan bahwa herbisida telah bekerja secara optimal setelah proses penyerapan dan translokasi berlangsung (Arpiansyah dkk., 2023).

Perlakuan knapsack sprayer bermotor dan mesin semprot bermotor bertekanan tinggi tetap menunjukkan tingkat kerusakan yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa kualitas aplikasi herbisida, terutama tekanan dan distribusi semprotan, sangat berpengaruh terhadap efektivitas pengendalian gulma (Mahhendra dkk., 2025b).

Sementara itu, pada perlakuan mesin babat, skor meningkat menjadi 6–7. Peningkatan ini bukan menunjukkan efektivitas, melainkan adanya pertumbuhan kembali gulma akibat bagian akar yang masih tersisa di dalam tanah (Nasution dkk., 2024a).

**d) Tanggal 21–24 (Hari ke-10 sampai ke-13)**

Pada periode ini, sebagian besar perlakuan herbisida telah menunjukkan tingkat kerusakan yang tinggi. Perlakuan knapsack sprayer bermotor dan mesin semprot bermotor bertekanan tinggi telah mencapai skor 2–1, yang menunjukkan bahwa gulma hampir seluruhnya mati. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi herbisida dengan teknologi semprot yang baik mampu mempercepat kematian gulma secara menyeluruh (Saumatgerat dkk., 2024).

Perlakuan knapsack sprayer otomatis juga mengalami peningkatan kerusakan yang signifikan, sedangkan knapsack sprayer manual masih sedikit tertinggal. Hal ini menunjukkan bahwa alat dengan tekanan semprot rendah memiliki keterbatasan dalam mendistribusikan herbisida secara merata (Silalahi dkk., 2023).

Pada perlakuan mesin babat, skor tetap berada pada kisaran 7–8, yang menunjukkan bahwa gulma mengalami pertumbuhan kembali secara

berkelanjutan setelah pemotongan awal (Adi Surya & Renny Eka Putri, 2023a).

**e) Tanggal 25–28 (Hari ke-14 sampai ke-17)**

Pada pengamatan ini, hampir seluruh gulma pada perlakuan herbisida telah mati yang ditunjukkan dengan skor TKG mendekati 1. Perbedaan antar perlakuan mulai mengecil, meskipun perlakuan dengan tekanan tinggi tetap menunjukkan kecepatan kerja yang lebih baik. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh metode herbisida efektif, namun memiliki perbedaan dalam kecepatan respon (Mahhendra dkk., 2025b).

Perlakuan knapsack sprayer manual dan knapsack sprayer otomatis juga telah mencapai tingkat kerusakan tinggi, meskipun membutuhkan waktu yang lebih lama. Hal ini menegaskan bahwa efektivitas tidak hanya ditentukan oleh jenis bahan, tetapi juga oleh kualitas alat aplikasi (Silalahi dkk., 2023).

Sebaliknya, pada perlakuan mesin babat, skor tetap tinggi akibat semakin jelasnya pertumbuhan kembali gulma, yang menunjukkan bahwa metode mekanis kurang efektif dalam pengendalian jangka panjang (Nasution dkk., 2024a).

**f) Tanggal 1–4 (Hari ke-18 sampai ke-21)**

Pada pengamatan akhir, seluruh perlakuan herbisida telah mencapai skor TKG = 1, yang menunjukkan bahwa gulma telah mati seluruhnya. Hal ini menegaskan bahwa herbisida mampu mengendalikan gulma secara efektif, meskipun memerlukan waktu reaksi. Perlakuan mesin semprot bermotor bertekanan tinggi dan knapsack sprayer bermotor merupakan yang tercepat dalam mencapai kematian total gulma, sedangkan knapsack sprayer manual merupakan yang paling lambat. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang menyatakan bahwa alat dengan teknologi lebih tinggi memiliki efisiensi dan kecepatan kerja yang lebih baik dalam pengendalian gulma (Saumatgerat dkk., 2024).

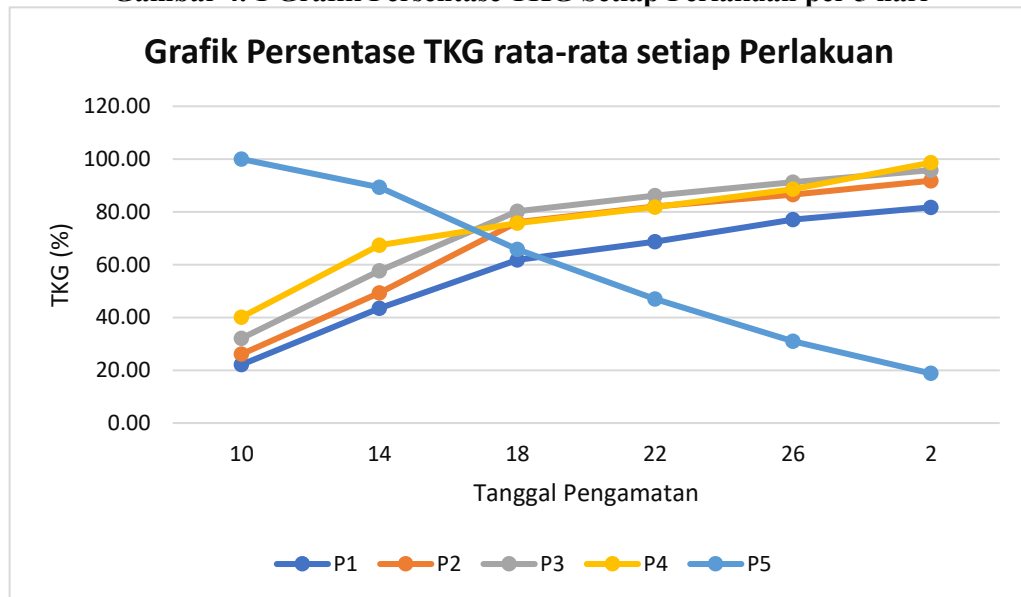
Sebaliknya, perlakuan mesin babat tetap menunjukkan skor tinggi hingga akhir pengamatan akibat dominannya pertumbuhan kembali gulma. Hal ini menegaskan bahwa pengendalian mekanis hanya memberikan efek

instan, namun kurang efektif dalam menekan pertumbuhan ulang gulma dalam jangka panjang (Adi Surya & Renny Eka Putri, 2023a).

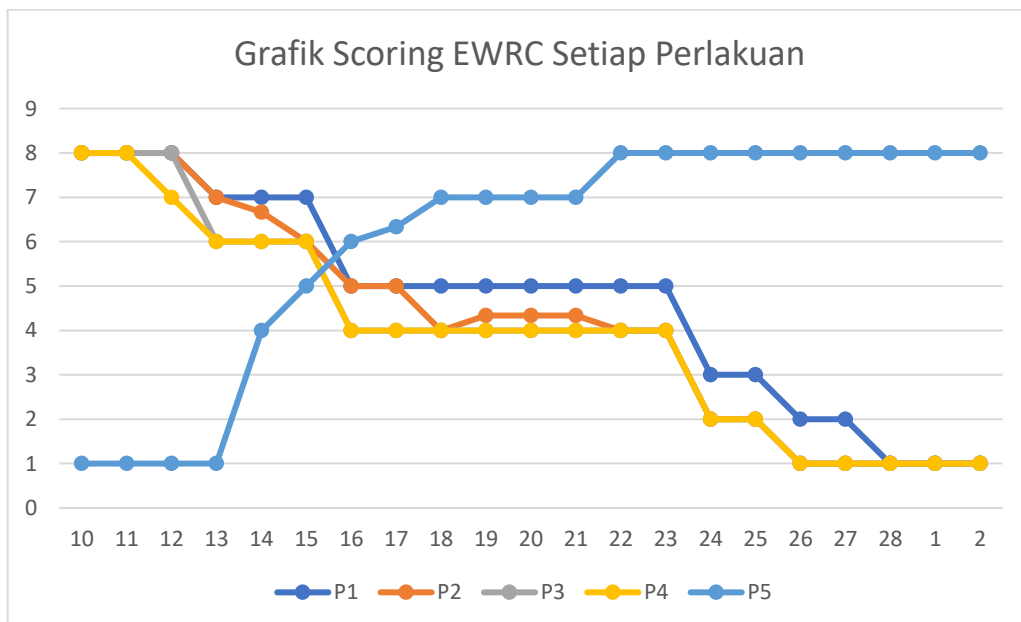
#### g) Tingkat Kerusakan dan Scoring EWRC

Penilaian tingkat kerusakan gulma dalam penelitian ini mengacu pada sistem penilaian European Weed Research Council (EWRC) yang didasarkan pada persentase kerusakan gulma setelah perlakuan aplikasi herbisida. Sistem ini digunakan untuk mengevaluasi efektivitas herbisida dalam mengendalikan gulma berdasarkan tingkat kerusakan yang terjadi.

**Gambar 4. 1 Grafik Persentase TKG Setiap Perlakuan per 5 hari**



**Gambar 4. 2 Grafik Scoring EWRC Setiap Perlakuan per 5 hari**



**Tabel 4. 6 Hasil Pengamatan Tingkat Kerusakan Gulma Setiap Perlakuan per 5 Hari**

| Perlakuan                                       | Hari ke-0 |      | Hari ke-4 |      | Hari ke-8 |      | Hari ke-12 |      | Hari ke-16 |      | Hari ke-20 |      |
|-------------------------------------------------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|------------|------|------------|------|------------|------|
|                                                 | TKG (%)   | EWRC | TKG (%)   | EWRC | TKG (%)   | EWRC | TKG (%)    | EWRC | TKG (%)    | EWRC | TKG (%)    | EWRC |
| <b>Knapsack sprayer manual</b>                  | 22,13     | 8    | 43,49     | 8    | 61,83     | 7    | 68,72      | 7    | 77,08      | 6    | 81,72      | 5    |
| <b>Knapsack sprayer otomatis</b>                | 26,11     | 8    | 49,26     | 8    | 76,13     | 6    | 82,08      | 5    | 86,54      | 5    | 91,81      | 4    |
| <b>Knapsack sprayer bermotor</b>                | 32,11     | 8    | 57,65     | 7    | 80,29     | 5    | 86,14      | 5    | 91,23      | 4    | 95,81      | 3    |
| <b>Mesin semprot bermotor bertekanan tinggi</b> | 40,15     | 8    | 67,43     | 7    | 75,75     | 6    | 81,83      | 5    | 88,63      | 4    | 98,64      | 2    |
| <b>Mesin babat</b>                              | 100,00    | 1    | 89,39     | 4    | 65,86     | 7    | 47,03      | 8    | 30,96      | 8    | 18,81      | 8    |

Berdasarkan Gambar 4.1, Gambar 4.2, dan Tabel 4.6 diketahui bahwa persentase Tingkat Kerusakan Gulma (TKG) dan nilai skoring EWRC mengalami perubahan pada setiap waktu pengamatan. Secara umum, peningkatan persentase TKG diikuti dengan penurunan nilai skor EWRC. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat kerusakan gulma yang dihasilkan, semakin kecil skor EWRC yang diperoleh, sehingga efektivitas pengendalian gulma semakin baik.

Pada perlakuan menggunakan herbisida, yaitu knapsack sprayer manual, knapsack sprayer otomatis, knapsack sprayer bermotor, dan mesin semprot bermotor bertekanan tinggi, persentase TKG cenderung meningkat selama periode pengamatan. Knapsack sprayer manual mengalami peningkatan TKG dari 22,13% pada hari ke-0 menjadi 81,72% pada hari ke-20, dengan skor EWRC berubah dari 8 menjadi 5. Knapsack sprayer otomatis menunjukkan peningkatan dari 26,11% menjadi 91,81%, dengan skor EWRC menurun dari 8 menjadi 4. Knapsack sprayer bermotor mengalami peningkatan dari 32,11% menjadi 95,81%, diikuti perubahan skor EWRC dari 8 menjadi 3. Sementara itu, mesin semprot bermotor bertekanan tinggi memberikan peningkatan TKG tertinggi, yaitu dari 40,15% pada hari ke-0 menjadi 98,64% pada hari ke-20, dengan skor EWRC menurun dari 8 menjadi 2. Hasil tersebut menunjukkan bahwa efektivitas herbisida semakin meningkat seiring bertambahnya waktu setelah aplikasi hingga mencapai tingkat pengendalian gulma yang sangat baik pada akhir pengamatan.

Peningkatan efektivitas pada perlakuan herbisida terjadi karena bahan aktif herbisida memerlukan waktu untuk diserap dan ditranslokasikan ke seluruh jaringan gulma sebelum menimbulkan gejala keracunan secara maksimal. Oleh karena itu, gejala kerusakan gulma semakin jelas pada setiap waktu pengamatan yang ditunjukkan oleh meningkatnya persentase TKG dan menurunnya skor EWRC.

Berbeda dengan perlakuan herbisida, mesin babat menunjukkan pola perubahan yang berlawanan. Pada hari ke-0, perlakuan ini memiliki nilai TKG sebesar 100,00% dengan skor EWRC 1, yang menunjukkan

seluruh gulma telah terpotong setelah pembabatan. Namun, persentase TKG terus menurun menjadi 89,39%, 65,86%, 47,03%, 30,96%, hingga 18,81% pada hari ke-20. Penurunan tersebut diikuti dengan peningkatan skor EWRC dari 1 menjadi 8. Kondisi ini menunjukkan bahwa efektivitas pembabatan semakin menurun akibat terjadinya pertumbuhan kembali (regrowth) gulma setelah pemotongan. Pengendalian secara mekanis hanya memotong bagian tajuk gulma tanpa mematikan sistem perakaran maupun titik tumbuh, sehingga gulma mampu tumbuh kembali dalam waktu relatif singkat.

Berdasarkan hasil pengamatan langsung peneliti, hingga akhir masa pengamatan mesin semprot bermotor bertekanan tinggi menunjukkan efektivitas pengendalian gulma terbaik dengan persentase TKG tertinggi dan skor EWRC terendah di antara seluruh perlakuan herbisida. Knapsack sprayer bermotor, knapsack sprayer otomatis, dan knapsack sprayer manual menunjukkan efektivitas yang berturut-turut lebih rendah, sedangkan mesin babat hanya memberikan pengendalian yang sangat baik pada awal perlakuan, namun efektivitasnya menurun seiring terjadinya pertumbuhan kembali gulma.

#### 4. Luas Jangkauan Kerja

Luas jangkauan kerja merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui kemampuan alat dalam menyelesaikan pekerjaan pada suatu luas area dalam satuan waktu tertentu. Parameter ini juga sering digunakan untuk menilai tingkat efisiensi operasional alat dalam kegiatan pengendalian gulma di perkebunan (Irawan, Pratiwi, dkk., 2023). Hasil pengamatan luas jangkauan kerja alat dapat dilihat pada Tabel 4.7.

**Tabel 4. 7 Luas Jangkauan Kerja Alat pada Setiap Perlakuan**

| Perlakuan                             | Rata-rata<br>(m <sup>2</sup> /detik) | Rata-rata<br>(m <sup>2</sup> /menit) | Luas Jangkauan<br>Kerja<br>(Menit/ha) |
|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Knapsack sprayer manual               | 0,412                                | 24,72                                | 404,53                                |
| Knapsack sprayer otomatis             | 0,372                                | 22,34                                | 447,68                                |
| Knapsack sprayer bermotor             | 0,787                                | 47,24                                | 211,67                                |
| Mesin semprot bermotor tekanan tinggi | 1,560                                | 93,58                                | 106,86                                |
| Mesin babat                           | 0,040                                | 2,42                                 | 4.132,23                              |

Berdasarkan Tabel 4.7 diketahui bahwa luas jangkauan kerja yang dinyatakan dalam satuan menit/ha berbeda pada setiap perlakuan alat. Mesin semprot bermotor bertekanan tinggi membutuhkan waktu paling singkat untuk menyelesaikan luasan 1 hektar, yaitu sebesar 106,86 menit/ha. Nilai tersebut menunjukkan bahwa alat ini memiliki kapasitas kerja paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Tingginya kapasitas kerja tersebut dipengaruhi oleh debit semprot yang besar, tekanan semprot yang stabil, serta kecepatan jalan operator yang lebih tinggi, sehingga luas area yang dapat diselesaikan dalam waktu tertentu menjadi lebih besar. Hasil ini sejalan dengan penelitian Mahhendra dkk. (2025b) dan Saumatgerat dkk. (2024) yang menyatakan bahwa penggunaan alat semprot bermotor bertekanan tinggi mampu meningkatkan kapasitas kerja dan efisiensi operasional dibandingkan alat semprot manual.

Knapsack sprayer bermotor menempati urutan kedua dengan kebutuhan waktu sebesar 211,67 menit/ha, yang menunjukkan bahwa alat tersebut memiliki kapasitas kerja yang cukup tinggi meskipun masih berada di bawah mesin semprot bermotor bertekanan tinggi. Hal ini dipengaruhi oleh penggunaan mesin yang mampu menghasilkan tekanan semprot lebih stabil dan meningkatkan kecepatan kerja operator. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Silalahi dkk. (2023) yang menyatakan bahwa knapsack sprayer bermotor memiliki efisiensi kerja lebih baik dibandingkan sprayer manual karena kapasitas kerjanya lebih besar.

Knapsack sprayer manual dan knapsack sprayer otomatis membutuhkan waktu masing-masing sebesar 404,53 menit/ha dan 447,68 menit/ha. Waktu kerja yang lebih lama menunjukkan bahwa kedua alat memiliki kapasitas kerja yang lebih rendah dibandingkan alat semprot bermotor. Kondisi ini dipengaruhi oleh debit semprot dan tekanan kerja yang lebih rendah serta ketergantungan terhadap tenaga operator selama proses aplikasi. Temuan ini sesuai dengan Arpiansyah dkk. (2023) yang menyatakan bahwa efisiensi kerja alat semprot manual sangat dipengaruhi oleh kemampuan operator dalam mempertahankan tekanan semprot dan kecepatan kerja yang relatif konstan.

Sementara itu, mesin babat membutuhkan waktu paling lama untuk menyelesaikan luasan 1 hektar, yaitu sebesar 4.132,23 menit/ha. Waktu kerja yang relatif tinggi tersebut menunjukkan bahwa kapasitas kerja mesin babat lebih rendah dibandingkan seluruh alat semprot. Hal ini disebabkan oleh metode pengendalian gulma yang dilakukan secara mekanis melalui proses pemotongan menggunakan pisau dengan lebar kerja sekitar 0,30 m, sehingga membutuhkan lintasan kerja yang lebih banyak. Selain itu, kecepatan jalan operator yang lebih rendah dibandingkan alat semprot turut menyebabkan waktu penyelesaian pekerjaan menjadi lebih lama. Hasil ini sesuai dengan pendapat Nasution dkk. (2024a) serta Adi Surya dan Renny Eka Putri (2023a) yang menyatakan bahwa pengendalian gulma secara mekanis umumnya memiliki kapasitas kerja yang lebih rendah dibandingkan metode kimia karena keterbatasan lebar kerja dan kecepatan operasional alat.

Secara umum, semakin kecil nilai luas jangkauan kerja yang dinyatakan dalam satuan menit/ha, semakin tinggi efisiensi operasional alat dalam menyelesaikan pekerjaan pada luasan tertentu. Berdasarkan hasil penelitian, mesin semprot bermotor bertekanan tinggi merupakan alat yang paling efisien, diikuti oleh knapsack sprayer bermotor, knapsack sprayer manual, knapsack sprayer otomatis, sedangkan mesin babat memiliki efisiensi kerja paling rendah berdasarkan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan 1 hektar lahan.

## **5. Lama Waktu untuk Penyemprotan dan Pembabatan**

Lama waktu kerja merupakan salah satu parameter penting dalam penelitian ini karena berkaitan dengan efisiensi penggunaan alat dalam kegiatan pengendalian gulma. Parameter waktu kerja sangat menentukan tingkat produktivitas alat dalam menyelesaikan suatu luasan tertentu (Irawan, Pratiwi, dkk., 2023).

**Tabel 4. 8 Lama Waktu Penyemprotan dan Pembabatan Gulma pada Setiap Perlakuan**

| <b>Perlakuan</b>                      | <b>Waktu Kerja<br/>(menit)</b> |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| Knapsack sprayer manual               | 0,33                           |
| Knapsack sprayer otomatis             | 0,36                           |
| Knapsack sprayer bermotor             | 0,17                           |
| Mesin semprot bermotor tekanan tinggi | 0,09                           |
| Mesin babat                           | 3,49                           |

Berdasarkan Tabel 4.8 diketahui bahwa rata-rata lama waktu kerja berbeda pada setiap perlakuan alat. Mesin semprot bermotor bertekanan tinggi memiliki waktu kerja tercepat, yaitu rata-rata 0,09 menit untuk menyelesaikan satu plot pengamatan. Waktu kerja yang singkat menunjukkan bahwa alat tersebut memiliki efisiensi operasional yang tinggi. Tingginya efisiensi tersebut dipengaruhi oleh debit semprot yang besar, tekanan semprot yang stabil, serta kecepatan jalan operator yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa penggunaan alat semprot berbasis mesin mampu meningkatkan kapasitas kerja dan mempercepat proses aplikasi dibandingkan metode konvensional (Mahhendra dkk., 2025).

Knapsack sprayer bermotor memiliki rata-rata waktu kerja sebesar 0,17 menit, sehingga menjadi perlakuan dengan waktu penyelesaian tercepat kedua setelah mesin semprot bermotor bertekanan tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan mesin pada knapsack sprayer mampu meningkatkan efisiensi kerja melalui tekanan semprot yang lebih stabil dan kapasitas kerja yang lebih tinggi. Temuan ini didukung oleh Silalahi dkk. (2023) yang menyatakan bahwa knapsack sprayer bermotor memiliki kinerja lebih baik dibandingkan sprayer manual karena tidak bergantung sepenuhnya pada tenaga operator.

Knapsack sprayer manual dan knapsack sprayer otomatis memiliki rata-rata waktu kerja masing-masing sebesar 0,33 menit dan 0,36 menit. Perbedaan waktu kerja kedua alat tersebut relatif kecil, namun keduanya membutuhkan waktu lebih lama dibandingkan alat semprot bermotor. Hal ini dipengaruhi oleh tekanan semprot yang lebih rendah serta ketergantungan terhadap kemampuan operator dalam mempertahankan

kecepatan kerja selama proses aplikasi. Kondisi tersebut sesuai dengan hasil penelitian Arpiansyah dkk. (2023) yang menyatakan bahwa efisiensi kerja alat semprot manual dipengaruhi oleh faktor kelelahan operator dan kestabilan tekanan semprot.

Sementara itu, mesin babat memiliki rata-rata waktu kerja paling lama, yaitu sebesar 3,49 menit untuk menyelesaikan satu plot pengamatan. Waktu kerja yang relatif lebih lama disebabkan oleh metode pengendalian gulma yang dilakukan secara mekanis melalui proses pemotongan menggunakan pisau, sehingga membutuhkan lintasan kerja yang lebih banyak dibandingkan metode penyemprotan herbisida. Selain itu, lebar kerja pisau yang lebih sempit dan kecepatan jalan operator yang lebih rendah turut memengaruhi lamanya waktu penyelesaian pekerjaan. Hasil ini sesuai dengan Nasution dkk. (2024a) yang menyatakan bahwa pengendalian gulma secara mekanis umumnya membutuhkan waktu kerja lebih lama dibandingkan metode kimia karena proses pemotongan dilakukan secara bertahap pada setiap bagian lahan.

Penulis berekspektasi bahwa semakin singkat waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu plot pengamatan, semakin tinggi efisiensi operasional alat tersebut. Berdasarkan hasil penelitian, mesin semprot bermotor bertekanan tinggi merupakan alat dengan efisiensi waktu terbaik, diikuti oleh knapsack sprayer bermotor, knapsack sprayer manual, knapsack sprayer otomatis, sedangkan mesin babat memerlukan waktu kerja paling lama.

## **6. Kebutuhan Herbisida**

Kebutuhan larutan digunakan untuk mengetahui jumlah larutan herbisida yang digunakan pada setiap perlakuan alat semprot selama proses penyemprotan berlangsung. Penggunaan herbisida yang tepat sangat penting karena berkaitan dengan efektivitas pengendalian gulma serta efisiensi penggunaan bahan kimia (Nasution dkk., 2024a). Hasil pengamatan kebutuhan larutan herbisida pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.9.

**Tabel 4. 9 Volume dan Kebutuhan Larutan Herbisida pada Setiap Perlakuan**

| <b>Perlakuan</b>                      | <b>Volume Semprot<br/>(L/ha)</b> | <b>Kebutuhan<br/>Herbisida<br/>(L/ha)</b> |
|---------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------|
| Knapsack sprayer manual               | 166,7                            | 0,83 L/ha                                 |
| Knapsack sprayer otomatis             | 193,55                           | 0,97 L/ha                                 |
| Knapsack sprayer bermotor             | 319,15                           | 1,60 L/ha                                 |
| Mesin semprot bermotor tekanan tinggi | 342,86                           | 1,71 L/ha                                 |

Berdasarkan Tabel 4.9, diketahui bahwa kebutuhan herbisida yang diaplikasikan per hektar berbeda pada setiap perlakuan. Perbedaan tersebut disebabkan oleh variasi volume aplikasi yang dihasilkan oleh masing-masing alat semprot, sedangkan konsentrasi larutan herbisida yang digunakan pada setiap perlakuan tetap sama, yaitu 100 mL herbisida dalam 20 L air. Perlakuan mesin semprot bermotor bertekanan tinggi menghasilkan kebutuhan herbisida tertinggi, yaitu sebesar 1,71 L/ha, diikuti oleh knapsack sprayer bermotor sebesar 1,60 L/ha, knapsack sprayer otomatis sebesar 0,97 L/ha, dan knapsack sprayer manual sebesar 0,83 L/ha. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa semakin besar volume aplikasi yang dihasilkan suatu alat, maka semakin besar pula jumlah kebutuhan herbisida yang diaplikasikan pada setiap hektar lahan.

Tingginya kebutuhan herbisida pada perlakuan mesin semprot bermotor bertekanan tinggi berkaitan dengan debit semprotan yang lebih besar dibandingkan perlakuan lainnya. Meskipun alat ini memiliki kecepatan kerja yang lebih tinggi, peningkatan debit semprotan menyebabkan volume aplikasi per hektar menjadi lebih besar, sehingga jumlah herbisida yang digunakan juga meningkat. Sebaliknya, knapsack sprayer manual memiliki kebutuhan herbisida terendah karena menghasilkan volume aplikasi yang lebih kecil. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa karakteristik teknis alat semprot, terutama debit semprotan dan volume aplikasi, berpengaruh terhadap jumlah larutan herbisida yang diaplikasikan per satuan luas. Oleh karena itu, kalibrasi alat sebelum aplikasi herbisida menjadi langkah penting untuk memastikan kebutuhan herbisida yang diaplikasikan sesuai dengan tujuan pengendalian

gulma dan menghindari penggunaan herbisida secara berlebihan maupun terlalu rendah.

## 7. Kebutuhan Tenaga Kerja

Kebutuhan tenaga kerja merupakan jumlah operator yang diperlukan untuk mengoperasikan setiap alat selama kegiatan pengendalian gulma. Parameter ini digunakan untuk mengetahui efisiensi penggunaan tenaga kerja pada masing-masing perlakuan. Semakin sedikit jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dengan kapasitas kerja yang tetap tinggi, maka semakin efisien penggunaan tenaga kerja pada kegiatan pengendalian gulma.

**Tabel 4. 10 Kebutuhan Tenaga Kerja pada Setiap Perlakuan**

| <b>Perlakuan</b>                      | <b>Kebutuhan Tenaga Kerja<br/>(Orang)</b> |
|---------------------------------------|-------------------------------------------|
| Knapsack sprayer manual               | 1                                         |
| Knapsack sprayer otomatis             | 1                                         |
| Knapsack sprayer bermotor             | 2                                         |
| Mesin semprot bermotor tekanan tinggi | 2                                         |
| Mesin babat                           | 1                                         |

Berdasarkan Tabel 4.10 diketahui bahwa kebutuhan tenaga kerja berbeda pada setiap perlakuan. Knapsack sprayer manual dan knapsack sprayer otomatis masing-masing dioperasikan oleh satu orang operator. Hal ini karena seluruh proses pengangkutan tangki, pengoperasian alat, serta kegiatan penyemprotan dilakukan oleh satu operator sehingga tidak memerlukan bantuan tenaga kerja tambahan.

Sementara itu, knapsack sprayer bermotor, mesin semprot bermotor bertekanan tinggi, dan mesin babat memerlukan dua orang operator selama proses pengendalian gulma. Pada knapsack sprayer bermotor dan mesin semprot bermotor bertekanan tinggi, satu orang bertugas mengoperasikan alat penyemprot, sedangkan satu orang lainnya membantu membawa atau mengelola sumber tenaga dan selang semprot agar proses aplikasi berlangsung lebih lancar. Pada mesin babat, dua orang diperlukan untuk mendukung kelancaran pekerjaan, yaitu satu orang sebagai operator mesin

dan satu orang membantu kegiatan pendukung selama proses pembabatan di lapangan.

Meskipun alat bermotor membutuhkan jumlah tenaga kerja yang lebih banyak dibandingkan knapsack sprayer manual dan otomatis, alat tersebut memiliki kapasitas kerja yang lebih tinggi, ditunjukkan oleh waktu kerja yang lebih singkat serta kemampuan menyelesaikan luasan lahan dalam waktu yang lebih cepat. Dengan demikian, penggunaan tenaga kerja tambahan pada alat bermotor sebanding dengan peningkatan efisiensi operasional yang dihasilkan.

Peneliti beranggapan bahwa kebutuhan tenaga kerja tidak hanya ditentukan oleh jenis alat yang digunakan, tetapi juga dipengaruhi oleh sistem kerja, kapasitas alat, serta kemudahan operasional di lapangan. Oleh karena itu, pemilihan alat pengendalian gulma perlu mempertimbangkan keseimbangan antara jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dan efisiensi kerja yang dihasilkan sehingga kegiatan pengendalian gulma dapat dilakukan secara lebih efektif dan ekonomis.

## 8. Hasil Analisis Statistik (ANOVA dan DMRT)

### a) Hasil Uji ANOVA

**Tabel 4.11 Ringkasan Analisis Sidik Ragam Berbagai Parameter Pengamatan**

| Parameter Pengamatan | F Hitung Perlakuan | Sig.   | F Hitung Blok | Sig.   | Keterangan                                           |
|----------------------|--------------------|--------|---------------|--------|------------------------------------------------------|
| Luas Jangkauan Kerja | 33,658             | 33,658 | 33,658        | 33,658 | Perlakuan berpengaruh sangat nyata, blok tidak nyata |
| Waktu Kerja          | 33.103             | 0.000  | 1.179         | 0.356  | Perlakuan berpengaruh sangat nyata, blok tidak nyata |
| TKG-1                | 34.636,271         | 0,000  | 11,871        | 0,004  | Perlakuan dan blok berpengaruh sangat nyata          |
| TKG-2                | 1.283,079          | 0,000  | 2,801         | 0,120  | Perlakuan berpengaruh sangat nyata, blok tidak nyata |
| TKG-3                | 130,831            | 0,000  | 1,527         | 0,274  | Perlakuan berpengaruh sangat nyata, blok tidak nyata |

|       |           |       |       |       |                                                                     |
|-------|-----------|-------|-------|-------|---------------------------------------------------------------------|
| TKG-4 | 638,265   | 0,000 | 5,139 | 0,037 | Perlakuan<br>berpengaruh sangat<br>nyata, blok<br>berpengaruh nyata |
| TKG-5 | 1.317,996 | 0,000 | 1,409 | 0,299 | Perlakuan<br>berpengaruh sangat<br>nyata, blok tidak<br>nyata       |
| TKG-6 | 2.863,855 | 0,000 | 1,334 | 0,316 | Perlakuan<br>berpengaruh sangat<br>nyata, blok tidak<br>nyata       |

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada Tabel 4.11 diketahui bahwa perlakuan alat pengendalian gulma memberikan pengaruh sangat nyata terhadap parameter luas jangkauan kerja, waktu kerja, serta tingkat kerusakan gulma (TKG) pada seluruh waktu pengamatan. Hal ini ditunjukkan oleh nilai signifikansi (Sig.) sebesar 0,000 ( $P < 0,01$ ) pada seluruh parameter yang dianalisis. Nilai F hitung perlakuan untuk luas jangkauan kerja dan waktu kerja masing-masing sebesar 148,570 dan 33,658. Sementara itu, pada parameter tingkat kerusakan gulma, nilai F hitung perlakuan berturut-turut pada pengamatan TKG-1 hingga TKG-6 adalah 34.636,271; 1.283,079; 130,831; 638,265; 1.317,996; dan 2.863,855. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perbedaan alat pengendalian gulma memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap tingkat kerusakan gulma sejak awal hingga akhir periode pengamatan.

Secara statistik, nilai signifikansi yang lebih kecil dari 0,05 menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh sangat nyata terhadap parameter yang diamati, sehingga hipotesis nol ( $H_0$ ) ditolak dan hipotesis alternatif ( $H_1$ ) diterima. Dengan demikian, jenis alat yang digunakan berpengaruh terhadap kapasitas kerja, efisiensi waktu, serta efektivitas pengendalian gulma. Hal ini sejalan dengan prinsip analisis varians yang menyatakan bahwa perbedaan perlakuan dinyatakan sangat nyata apabila nilai probabilitas lebih kecil dari taraf nyata 5% (Adi Surya & Renny Eka Putri, 2023a).

Pengaruh faktor blok menunjukkan hasil yang berbeda pada setiap parameter pengamatan. Pada parameter luas jangkauan kerja dan waktu kerja, faktor blok tidak memberikan pengaruh yang nyata ( $P > 0,05$ ).

Demikian pula pada pengamatan TKG-2, TKG-3, TKG-5, dan TKG-6, faktor blok tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat kerusakan gulma. Namun demikian, pada TKG-1 faktor blok memberikan pengaruh sangat nyata ( $P = 0,004$ ), sedangkan pada TKG-4 memberikan pengaruh nyata ( $P = 0,037$ ). Hal ini menunjukkan bahwa pada waktu pengamatan tertentu masih terdapat variasi kondisi antarblok yang memengaruhi tingkat kerusakan gulma, meskipun secara umum pengaruh perlakuan tetap lebih dominan dibandingkan pengaruh blok.

Karena perlakuan memberikan pengaruh sangat nyata pada seluruh parameter yang dianalisis, maka pengujian dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf nyata 5% untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan pada masing-masing parameter pengamatan. Hasil uji lanjut tersebut digunakan untuk menentukan perlakuan yang memberikan kinerja terbaik dalam pengendalian gulma berdasarkan luas jangkauan kerja, waktu kerja, dan tingkat kerusakan gulma.

#### b) Hasil Uji Lanjut DMRT

Hasil uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata antar perlakuan terhadap parameter luas jangkauan kerja, waktu kerja, dan tingkat kerusakan gulma.

**Tabel 4.12 Hasil Uji DMRT Parameter Luas Jangkauan Kerja**

| Perlakuan (Jenis Alat)                | Rata-rata Luas Jangkauan Kerja (menit/ha) |
|---------------------------------------|-------------------------------------------|
| Mesin semprot bermotor tekanan tinggi | 107,63 b                                  |
| Knapsack sprayer bermotor             | 215,99 b                                  |
| Knapsack sprayer manual               | 411,10 b                                  |
| Knapsack sprayer otomatis             | 449,39 b                                  |
| Mesin babat                           | 4.332,33 a                                |

Berdasarkan hasil uji lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada Tabel 4.11 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan tingkat efisiensi waktu kerja antarperlakuan alat dalam menyelesaikan luasan satu hektar. Parameter luas jangkauan kerja dalam penelitian ini dinyatakan dalam satuan menit/ha, sehingga nilai yang lebih rendah menunjukkan

kemampuan alat yang lebih efisien karena membutuhkan waktu yang lebih singkat untuk menyelesaikan area kerja.

Perlakuan mesin semprot bermotor bertekanan tinggi menunjukkan nilai waktu kerja terendah yaitu sebesar 107,63 menit/ha dan berada pada kelompok yang sama dengan knapsack sprayer bermotor, knapsack sprayer manual, serta knapsack sprayer otomatis. Hal ini menunjukkan bahwa secara statistik perlakuan tersebut tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT taraf 5%, meskipun secara nilai rata-rata mesin semprot bermotor bertekanan tinggi memiliki waktu penyelesaian paling cepat.

Perlakuan knapsack sprayer bermotor menghasilkan nilai 215,99 menit/ha, lebih rendah dibandingkan knapsack sprayer manual (411,10 menit/ha) dan knapsack sprayer otomatis (449,39 menit/ha). Rendahnya waktu kerja pada alat bermotor disebabkan oleh kemampuan alat menghasilkan tekanan semprot yang lebih stabil dan kapasitas aplikasi yang lebih besar, sehingga proses pengendalian gulma dapat dilakukan lebih cepat dibandingkan alat yang masih bergantung pada tenaga operator.

Sementara itu, mesin babat memiliki nilai waktu kerja tertinggi yaitu sebesar 4.332,33 menit/ha dan berbeda nyata dibandingkan seluruh perlakuan penyemprotan. Tingginya nilai tersebut menunjukkan bahwa metode pengendalian gulma secara mekanis membutuhkan waktu yang jauh lebih lama karena proses pemotongan dilakukan secara langsung terhadap gulma dengan jangkauan kerja pisau yang terbatas.

Secara keseluruhan, hasil uji DMRT menunjukkan bahwa mesin semprot bermotor bertekanan tinggi merupakan perlakuan yang memiliki efisiensi waktu kerja terbaik karena membutuhkan waktu paling sedikit untuk menyelesaikan satu hektar lahan. Meskipun beberapa perlakuan berada dalam kelompok statistik yang sama, perbedaan nilai rata-rata menunjukkan bahwa penggunaan alat berbasis mesin mampu meningkatkan kapasitas kerja dibandingkan metode manual maupun mekanis menggunakan mesin babat.

**Tabel 4.13 Hasil Uji DMRT Waktu Kerja**

| <b>Perlakuan (Jenis Alat)</b>         | <b>Rata-rata Waktu Kerja (menit)</b> |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Mesin babat                           | 3,487 c                              |
| Knapsack sprayer otomatis             | 0,359 b                              |
| Knapsack sprayer manual               | 0,329 b                              |
| Knapsack sprayer bermotor             | 0,173 b                              |
| Mesin semprot bermotor tekanan tinggi | 0,086 a                              |

Berdasarkan hasil uji lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada Tabel 4.13 menunjukkan bahwa perlakuan alat memberikan perbedaan terhadap waktu kerja dalam proses pengendalian gulma. Parameter waktu kerja dinyatakan dalam satuan menit, dimana nilai yang lebih kecil menunjukkan waktu penyelesaian pekerjaan yang lebih cepat dan tingkat efisiensi kerja yang lebih tinggi.

Perlakuan mesin babat memiliki waktu kerja tertinggi yaitu sebesar 3,487 menit dan berada pada kelompok berbeda (c) dibandingkan seluruh perlakuan penyemprotan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan mesin babat membutuhkan waktu yang lebih lama dalam menyelesaikan area kerja karena proses pengendalian dilakukan secara mekanis melalui pemotongan gulma dengan jangkauan pisau yang terbatas.

Sementara itu, perlakuan mesin semprot bermotor tekanan tinggi memiliki waktu kerja paling rendah yaitu sebesar 0,086 menit, diikuti oleh knapsack sprayer bermotor sebesar 0,173 menit, knapsack sprayer manual sebesar 0,329 menit, dan knapsack sprayer otomatis sebesar 0,359 menit. Keempat perlakuan tersebut berada dalam kelompok yang sama berdasarkan uji DMRT taraf 5%, sehingga secara statistik tidak menunjukkan perbedaan nyata antarperlakuan.

Meskipun tidak berbeda nyata secara statistik, secara nilai rata-rata mesin semprot bermotor tekanan tinggi menunjukkan kinerja paling cepat dalam penyelesaian pekerjaan. Hal ini berkaitan dengan kemampuan alat menghasilkan tekanan semprot dan kapasitas aplikasi yang lebih tinggi

sehingga proses penyemprotan dapat dilakukan dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan alat lainnya.

Secara keseluruhan, hasil pengamatan menunjukkan bahwa penggunaan alat semprot berbasis mesin mampu meningkatkan efisiensi waktu kerja dibandingkan metode pengendalian gulma menggunakan mesin babat. Namun, perbedaan efisiensi antaralat penyemprot belum menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan uji DMRT taraf 5%.

**Tabel 4.14 Hasil uji DMRT Tingkat Kerusakan Gulma Hari ke-20**

| Perlakuan (Jenis Alat)                | Rata-rata Tingkat<br>Kerusakan Gulma (%) |
|---------------------------------------|------------------------------------------|
| Mesin semprot bermotor tekanan tinggi | 98,64 a                                  |
| Knapsack sprayer bermotor             | 95,81 a                                  |
| Knapsack sprayer otomatis             | 91,81 b                                  |
| Knapsack sprayer manual               | 81,72 c                                  |
| Mesin babat                           | 18,81 d                                  |

Berdasarkan hasil uji lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada Tabel 4.13 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata antarperlakuan terhadap tingkat kerusakan gulma pada pengamatan hari ke-20. Pengamatan hari ke-20 dipilih sebagai dasar analisis DMRT karena pada waktu tersebut respons perlakuan telah menunjukkan efek pengendalian yang lebih stabil, sehingga perbedaan efektivitas antaralat dalam mengendalikan gulma dapat terlihat lebih jelas dibandingkan pengamatan awal. Pada pengamatan awal setelah aplikasi, proses kerja herbisida masih berlangsung sehingga tingkat kerusakan gulma belum mencapai kondisi maksimal.

Perlakuan mesin semprot bermotor tekanan tinggi menunjukkan tingkat kerusakan gulma tertinggi yaitu sebesar 98,64%, diikuti oleh knapsack sprayer bermotor sebesar 95,81%. Kedua perlakuan tersebut berada pada kelompok yang sama berdasarkan uji DMRT taraf 5%, yang menunjukkan bahwa secara statistik keduanya tidak berbeda nyata. Tingginya tingkat kerusakan gulma pada kedua perlakuan tersebut menunjukkan bahwa penggunaan alat berbasis mesin mampu menghasilkan

distribusi larutan herbisida yang lebih baik sehingga proses pengendalian gulma berlangsung lebih efektif.

Perlakuan knapsack sprayer otomatis menghasilkan tingkat kerusakan gulma sebesar 91,81% dan berbeda nyata dengan perlakuan knapsack sprayer manual yang memiliki nilai 81,72%. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan alat dalam menjaga kestabilan tekanan dan distribusi semprotan dapat meningkatkan efektivitas aplikasi herbisida terhadap gulma.

Sementara itu, perlakuan mesin babat menghasilkan tingkat kerusakan gulma terendah yaitu sebesar 18,81% dan berbeda nyata dibandingkan seluruh perlakuan penyemprotan. Rendahnya nilai tersebut bukan menunjukkan bahwa mesin babat tidak efektif dalam pengendalian gulma, tetapi disebabkan oleh perbedaan mekanisme pengendalian. Pada mesin babat, kerusakan gulma terjadi akibat pemotongan bagian vegetatif tanaman tanpa adanya efek toksik dari herbisida, sehingga gulma memiliki peluang untuk tumbuh kembali (regrowth) selama periode pengamatan.

Secara keseluruhan, hasil uji DMRT menunjukkan bahwa perlakuan mesin semprot bermotor tekanan tinggi dan knapsack sprayer bermotor memberikan efektivitas pengendalian gulma terbaik berdasarkan tingkat kerusakan gulma pada hari ke-20. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan alat dengan kemampuan aplikasi yang lebih tinggi mampu meningkatkan keberhasilan pengendalian gulma dibandingkan alat manual maupun metode pengendalian secara mekanis.

## 9. Analisis Dampak Perlakuan terhadap Jenis Gulma

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui respon masing-masing jenis gulma terhadap perlakuan pengendalian yang diberikan. Setiap jenis gulma memiliki karakteristik morfologi dan sistem perakaran yang berbeda, sehingga tingkat kepekaan terhadap herbisida maupun metode mekanis juga berbeda.

**Tabel 4.15 Perkembangan Tingkat Kerusakan Gulma per 5 Hari**

| No | Jenis Gulma                   | Hari ke-1 | Hari ke-5 | Hari ke-10 | Hari ke-15 | Hari ke-20 |
|----|-------------------------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| 1  | <i>Ageratum conyzoides</i>    | 9         | 6         | 3          | 1          | 1          |
| 2  | <i>Asystasia gangetica</i>    | 9         | 6         | 3          | 1          | 1          |
| 3  | <i>Borreira alata</i>         | 9         | 7         | 4          | 2          | 1          |
| 4  | <i>Clidemia hirta</i>         | 9         | 7         | 4          | 2          | 1          |
| 5  | <i>Coleus rotundifolius</i>   | 9         | 7         | 3          | 1          | 1          |
| 6  | <i>Desmodium heterocarpon</i> | 9         | 7         | 3          | 1          | 1          |
| 7  | <i>Erigeron sumatrensis</i>   | 9         | 6         | 3          | 1          | 1          |
| 8  | <i>Hyptis capitata</i>        | 9         | 7         | 4          | 2          | 1          |
| 9  | <i>Imperata cylindrica</i>    | 9         | 8         | 5          | 3          | 2          |
| 10 | <i>Nephrolepis biserrata</i>  | 9         | 7         | 4          | 2          | 2          |
| 11 | <i>Ottocloa nodosa</i>        | 9         | 7         | 4          | 2          | 2          |
| 12 | <i>Paspalum conjugatum</i>    | 9         | 7         | 4          | 2          | 2          |
| 13 | <i>Physalis angulata</i>      | 9         | 7         | 4          | 2          | 2          |

### a) *Ageratum conyzoides*

Gulma ini merupakan jenis daun lebar dengan jumlah populasi tertinggi pada lokasi penelitian. Berdasarkan karakteristiknya, gulma ini relatif peka terhadap herbisida.

Berdasarkan pengamatan waktu, pada hari ke-1 hingga ke-3 (tanggal 12–14) gulma ini belum menunjukkan gejala kerusakan yang berarti. Memasuki hari ke-4 hingga ke-6 (tanggal 15–17) mulai terlihat gejala awal keracunan seperti klorosis. Pada hari ke-7 hingga ke-9 (tanggal 18–20) kerusakan semakin meningkat, dan pada hari ke-10 hingga ke-13 (tanggal 21–24) sebagian besar individu telah mengalami kematian. Pada akhir pengamatan (hari ke-14 hingga ke-21), gulma ini umumnya telah mati seluruhnya pada perlakuan herbisida.

Pada perlakuan mekanis, gulma ini langsung terpotong pada hari pertama, namun pada hari-hari berikutnya menunjukkan pertumbuhan

kembali (regrowth) karena sistem perakaran tidak rusak secara menyeluruh.

**b) *Asystasia gangetica***

Gulma ini termasuk jenis daun lebar dengan pertumbuhan menjalar. Perlakuan herbisida diperkirakan efektif karena permukaan daun yang luas memudahkan penyerapan bahan aktif.

Berdasarkan pengamatan waktu, pada hari ke-1 hingga ke-3 (tanggal 12–14) gulma ini belum menunjukkan gejala kerusakan yang nyata. Memasuki hari ke-4 hingga ke-6 (tanggal 15–17) mulai terlihat gejala awal keracunan seperti perubahan warna daun. Pada hari ke-7 hingga ke-9 (tanggal 18–20) tingkat kerusakan semakin meningkat, dan pada hari ke-10 hingga ke-13 (tanggal 21–24) sebagian besar gulma telah mengalami kerusakan berat. Pada akhir pengamatan (hari ke-14 hingga ke-21), gulma ini umumnya telah mati pada perlakuan herbisida.

Namun pada perlakuan mesin babat, gulma ini mudah terpotong pada awal pengamatan, tetapi menunjukkan pertumbuhan kembali (regrowth) yang relatif cepat pada hari-hari berikutnya karena memiliki kemampuan regenerasi vegetatif yang cukup tinggi.

**c) *Borreira alata***

Gulma ini tergolong jenis daun lebar dengan distribusi yang terbatas pada lokasi penelitian. Perlakuan herbisida umumnya cukup efektif dalam mengendalikan gulma ini, terutama apabila aplikasi dilakukan dengan distribusi semprotan yang merata.

Berdasarkan pengamatan waktu, pada hari ke-1 hingga ke-3 (tanggal 12–14) gulma ini belum menunjukkan gejala kerusakan yang nyata. Memasuki hari ke-4 hingga ke-6 (tanggal 15–17) mulai terlihat gejala awal keracunan. Pada hari ke-7 hingga ke-9 (tanggal 18–20) tingkat kerusakan meningkat secara signifikan, dan pada hari ke-10 hingga ke-13 (tanggal 21–24) sebagian besar gulma telah mengalami kerusakan berat hingga mendekati kematian. Pada akhir pengamatan (hari ke-14 hingga ke-21), gulma ini umumnya telah mati pada perlakuan herbisida.

Pada perlakuan mesin babat, gulma ini dapat terpotong dengan mudah pada awal pengamatan, namun masih berpotensi mengalami pertumbuhan kembali (regrowth) apabila bagian akar atau titik tumbuh tidak terganggu.

**d) *Clidemia hirta***

Gulma ini memiliki struktur batang yang lebih kuat dibandingkan gulma daun lebar lainnya, sehingga efektivitas herbisida sangat bergantung pada kualitas aplikasi. Perlakuan mesin semprot bertekanan tinggi diperkirakan paling efektif karena mampu menghasilkan tekanan semprot yang lebih tinggi dan distribusi yang lebih merata.

Berdasarkan pengamatan waktu, pada hari ke-1 hingga ke-3 (tanggal 12–14) gulma ini belum menunjukkan gejala kerusakan yang nyata. Memasuki hari ke-4 hingga ke-6 (tanggal 15–17) mulai terlihat gejala awal keracunan, meskipun relatif lebih lambat dibandingkan gulma daun lebar lainnya. Pada hari ke-7 hingga ke-9 (tanggal 18–20) tingkat kerusakan mulai meningkat, dan pada hari ke-10 hingga ke-13 (tanggal 21–24) sebagian besar gulma telah mengalami kerusakan berat. Pada akhir pengamatan (hari ke-14 hingga ke-21), gulma ini umumnya telah mati pada perlakuan herbisida.

Pada perlakuan mesin babat, gulma ini dapat terpotong pada awal pengamatan, namun menunjukkan pertumbuhan kembali (regrowth) yang relatif lebih lambat dibandingkan gulma menjalar, karena struktur batangnya yang lebih keras dan pertumbuhan yang tidak terlalu agresif.

**e) *Coleus rotundifolius***

Gulma ini memiliki jumlah yang relatif sedikit dan cenderung mudah dikendalikan. Perlakuan herbisida umumnya efektif, terutama pada aplikasi dengan tekanan tinggi.

Berdasarkan pengamatan waktu, pada hari ke-1 hingga ke-3 (tanggal 12–14) gulma ini belum menunjukkan gejala kerusakan yang berarti. Memasuki hari ke-4 hingga ke-6 (tanggal 15–17) mulai terlihat gejala awal keracunan. Pada hari ke-7 hingga ke-9 (tanggal 18–20) tingkat kerusakan meningkat dengan cepat, dan pada hari ke-10 hingga ke-13

(tanggal 21–24) sebagian besar gulma telah mengalami kematian. Pada akhir pengamatan (hari ke-14 hingga ke-21), gulma ini umumnya telah mati pada perlakuan herbisida.

Pada perlakuan mesin babat, gulma ini dapat terpotong pada awal pengamatan, namun berpotensi mengalami pertumbuhan kembali (regrowth) apabila bagian umbi atau akar masih tertinggal di dalam tanah.

**f) *Desmodium heterocarpon***

Gulma ini termasuk jenis dengan populasi sangat rendah sehingga relatif mudah dikendalikan. Secara umum, gulma ini responsif terhadap perlakuan herbisida pada semua tingkat aplikasi.

Berdasarkan pengamatan waktu, pada hari ke-1 hingga ke-3 (tanggal 12–14) gulma ini belum menunjukkan gejala kerusakan yang berarti. Memasuki hari ke-4 hingga ke-6 (tanggal 15–17) mulai terlihat gejala awal keracunan. Pada hari ke-7 hingga ke-9 (tanggal 18–20) kerusakan meningkat dengan cepat, dan pada hari ke-10 hingga ke-13 (tanggal 21–24) sebagian besar gulma telah mengalami kematian. Pada akhir pengamatan (hari ke-14 hingga ke-21), gulma ini umumnya telah mati pada perlakuan herbisida.

Pada perlakuan mesin babat, gulma ini dapat terpotong dengan mudah pada awal pengamatan. Namun demikian, masih terdapat potensi pertumbuhan kembali (regrowth) apabila pemotongan tidak dilakukan secara menyeluruh hingga ke bagian pangkal atau akar tanaman.

**g) *Erigeron sumatrensis***

Gulma ini termasuk gulma daun lebar yang cukup responsif terhadap herbisida. Knapsack sprayer bermotor dan mesin semprot bertekanan tinggi diperkirakan mampu mengendalikan gulma ini dengan cepat karena distribusi semprotan yang lebih merata dan tekanan yang lebih tinggi.

Berdasarkan pengamatan waktu, pada hari ke-1 hingga ke-3 (tanggal 12–14) gulma ini belum menunjukkan gejala kerusakan yang berarti. Memasuki hari ke-4 hingga ke-6 (tanggal 15–17) mulai terlihat gejala

awal keracunan. Pada hari ke-7 hingga ke-9 (tanggal 18–20) tingkat kerusakan meningkat secara signifikan, dan pada hari ke-10 hingga ke-13 (tanggal 21–24) sebagian besar gulma telah mengalami kematian. Pada akhir pengamatan (hari ke-14 hingga ke-21), gulma ini umumnya telah mati pada perlakuan herbisida.

Pada perlakuan mesin babat, gulma ini dapat terpotong pada awal pengamatan, namun berpotensi mengalami pertumbuhan kembali (regrowth) apabila bagian pangkal batang tidak terpotong secara sempurna.

***h) Hyptis capitata***

Gulma ini memiliki batang yang cukup kuat dengan jumlah populasi sedang pada lokasi penelitian. Perlakuan herbisida tetap efektif dalam mengendalikan gulma ini, namun sangat bergantung pada distribusi semprotan yang merata.

Berdasarkan pengamatan waktu, pada hari ke-1 hingga ke-3 (tanggal 12–14) gulma ini belum menunjukkan gejala kerusakan yang berarti. Memasuki hari ke-4 hingga ke-6 (tanggal 15–17) mulai terlihat gejala awal keracunan, meskipun relatif lebih lambat dibandingkan gulma daun lebar dengan jaringan yang lebih lunak. Pada hari ke-7 hingga ke-9 (tanggal 18–20) tingkat kerusakan meningkat, dan pada hari ke-10 hingga ke-13 (tanggal 21–24) sebagian besar gulma telah mengalami kerusakan berat. Pada akhir pengamatan (hari ke-14 hingga ke-21), gulma ini umumnya telah mati pada perlakuan herbisida.

Pada perlakuan mesin babat, gulma ini dapat terpotong pada awal pengamatan, namun tetap berpotensi mengalami pertumbuhan kembali (regrowth), meskipun tidak secepat gulma yang memiliki pertumbuhan menjalar.

***i) Imperata cylindrica***

Gulma ini merupakan gulma rumput yang memiliki sistem perakaran berupa rimpang (rhizome) sehingga sangat sulit dikendalikan. Perlakuan herbisida.

Berdasarkan pengamatan waktu, pada hari ke-1 hingga ke-3 (tanggal 12–14) gulma ini belum menunjukkan gejala kerusakan yang nyata. Memasuki hari ke-4 hingga ke-6 (tanggal 15–17) mulai terlihat gejala awal keracunan, namun berlangsung lebih lambat dibandingkan gulma daun lebar. Pada hari ke-7 hingga ke-9 (tanggal 18–20) kerusakan mulai meningkat, tetapi belum merata. Pada hari ke-10 hingga ke-13 (tanggal 21–24) sebagian gulma mulai mengalami kematian, meskipun masih terdapat individu yang bertahan. Pada akhir pengamatan (hari ke-14 hingga ke-21), sebagian besar gulma telah mati, namun prosesnya lebih lambat dibandingkan jenis gulma lainnya.

Pada perlakuan mesin babat, gulma ini mudah terpotong pada awal pengamatan, namun sangat cepat mengalami pertumbuhan kembali (regrowth) karena adanya rimpang di dalam tanah, sehingga efektivitas pengendalian menjadi rendah dalam jangka panjang.

**j) *Nephrolepis biserrata***

Gulma ini termasuk jenis paku-pakuan dengan sistem perakaran yang cukup kuat. Perlakuan herbisida dapat mengendalikan bagian tajuk, terutama pada Knapsack sprayer bermotor dan mesin semprot bertekanan tinggi.

Berdasarkan pengamatan waktu, pada hari ke-1 hingga ke-3 (tanggal 12–14) gulma ini belum menunjukkan gejala kerusakan yang nyata. Memasuki hari ke-4 hingga ke-6 (tanggal 15–17) mulai terlihat gejala awal kerusakan pada bagian daun. Pada hari ke-7 hingga ke-9 (tanggal 18–20) kerusakan semakin meningkat, dan pada hari ke-10 hingga ke-13 (tanggal 21–24) sebagian besar tajuk gulma telah mengalami kerusakan berat. Pada akhir pengamatan (hari ke-14 hingga ke-21), sebagian gulma telah mati, namun masih terdapat kemungkinan regenerasi dari bagian bawah tanah.

Pada perlakuan mesin babat, gulma ini dapat terpotong pada awal pengamatan, namun metode mekanis kurang efektif dalam jangka panjang karena tidak menghilangkan bagian bawah tanah, sehingga memungkinkan terjadinya pertumbuhan kembali (regrowth).

**k) *Ottochloa nodosa***

Gulma ini termasuk jenis rumput dengan pertumbuhan menjalar melalui stolon, sehingga memiliki kemampuan regenerasi yang tinggi. Perlakuan herbisida cukup efektif dalam mengendalikan gulma ini, terutama pada aplikasi dengan distribusi semprotan yang merata.

Berdasarkan pengamatan waktu, pada hari ke-1 hingga ke-3 (tanggal 12–14) gulma ini belum menunjukkan gejala kerusakan yang berarti. Memasuki hari ke-4 hingga ke-6 (tanggal 15–17) mulai terlihat gejala awal keracunan. Pada hari ke-7 hingga ke-9 (tanggal 18–20) tingkat kerusakan mulai meningkat, dan pada hari ke-10 hingga ke-13 (tanggal 21–24) sebagian besar gulma telah mengalami kerusakan berat. Pada akhir pengamatan (hari ke-14 hingga ke-21), gulma ini umumnya telah mati pada perlakuan herbisida, meskipun prosesnya relatif lebih lambat dibandingkan gulma daun lebar.

Pada perlakuan mesin babat, gulma ini mudah terpotong pada awal pengamatan, namun sangat berpotensi mengalami pertumbuhan kembali (regrowth) karena adanya stolon yang masih tertinggal di dalam tanah.

**l) *Paspalum conjugatum***

Gulma ini merupakan jenis rumput dengan kemampuan adaptasi yang tinggi dan pertumbuhan yang cukup agresif. Perlakuan herbisida lebih efektif dalam mengendalikan gulma ini, terutama pada Knapsack sprayer bermotor dan mesin semprot bertekanan tinggi yang memiliki distribusi semprotan yang lebih merata dan tekanan yang lebih tinggi.

Berdasarkan pengamatan waktu, pada hari ke-1 hingga ke-3 (tanggal 12–14) gulma ini belum menunjukkan gejala kerusakan yang berarti. Memasuki hari ke-4 hingga ke-6 (tanggal 15–17) mulai terlihat gejala awal keracunan. Pada hari ke-7 hingga ke-9 (tanggal 18–20) kerusakan mulai meningkat, dan pada hari ke-10 hingga ke-13 (tanggal 21–24) sebagian besar gulma telah mengalami kerusakan berat. Pada akhir

pengamatan (hari ke-14 hingga ke-21), gulma ini umumnya telah mati pada perlakuan herbisida, meskipun pada beberapa individu proses kematian dapat berlangsung lebih lambat.

Pada perlakuan mesin babat, gulma ini dapat terpotong dengan mudah pada awal pengamatan, namun cenderung cepat mengalami pertumbuhan kembali (regrowth) karena memiliki sistem perakaran dan anakan yang kuat, sehingga pengendalian memerlukan tindakan berulang.

**m) *Physalis angulata***

Gulma ini termasuk jenis daun lebar dengan jumlah populasi yang relatif rendah pada lokasi penelitian. Secara umum, gulma ini mudah dikendalikan dengan perlakuan herbisida, terutama pada aplikasi dengan distribusi yang baik.

Berdasarkan pengamatan waktu, pada hari ke-1 hingga ke-3 (tanggal 12–14) gulma ini belum menunjukkan gejala kerusakan yang berarti. Memasuki hari ke-4 hingga ke-6 (tanggal 15–17) mulai terlihat gejala awal keracunan. Pada hari ke-7 hingga ke-9 (tanggal 18–20) tingkat kerusakan mulai meningkat, dan pada hari ke-10 hingga ke-13 (tanggal 21–24) sebagian besar gulma telah mengalami kerusakan berat hingga kematian. Pada akhir pengamatan (hari ke-14 hingga ke-21), gulma ini umumnya telah mati pada perlakuan herbisida.

Pada perlakuan mesin babat, gulma ini dapat terpotong pada awal pengamatan, namun masih berpotensi mengalami pertumbuhan kembali (regrowth), meskipun tidak secepat gulma rumput karena karakter pertumbuhannya yang tidak menjalar dan sistem perakaran yang lebih terbatas.

## **B. Pembahasan dan Waktu Penelitian**

Berdasarkan hasil analisis vegetasi gulma pada masing-masing blok penelitian, diketahui bahwa *Ageratum conyzoides* merupakan gulma yang paling dominan pada seluruh blok pengamatan. Nilai SDR gulma ini pada Blok 1 sebesar 33,04%, pada Blok 2 sebesar 29,02%, dan pada Blok 3 sebesar

31,09%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa *Ageratum conyzoides* memiliki tingkat kerapatan dan frekuensi kemunculan yang tinggi serta konsisten pada setiap blok penelitian. Dominansi suatu spesies gulma yang tinggi mencerminkan kemampuan adaptasi dan daya saing yang kuat terhadap lingkungan tumbuhnya .

Dominansi yang relatif seragam pada setiap blok menunjukkan bahwa gulma ini memiliki kemampuan adaptasi yang sangat baik terhadap kondisi lingkungan lokasi penelitian. *Ageratum conyzoides* termasuk gulma berdaun lebar yang memiliki kemampuan reproduksi tinggi serta penyebaran biji yang cepat. Selain itu, gulma ini mampu tumbuh optimal pada lahan terbuka dengan intensitas cahaya tinggi serta memiliki daya saing yang kuat dalam memanfaatkan unsur hara, air, dan ruang tumbuh, sehingga mendominasi area penelitian (Adi Surya & Renny Eka Putri, 2023b).

Selain *Ageratum conyzoides*, gulma lain yang juga menunjukkan nilai SDR cukup tinggi dan konsisten pada setiap blok adalah *Imperata cylindrica*, *Hyptis capitata*, *Asystasia gangetica*, dan *Paspalum conjugatum*. Nilai SDR *Imperata cylindrica* berkisar antara 14,24%–15,78%, *Hyptis capitata* berkisar antara 8,39%–9,53%, *Asystasia gangetica* berkisar antara 6,29%–8,35%, serta *Paspalum conjugatum* berkisar antara 7,87%–9,74%. Hal ini menunjukkan bahwa gulma-gulma tersebut juga memiliki peran penting dalam komunitas gulma di lokasi penelitian. Keberadaan beberapa spesies dominan dalam satu komunitas menunjukkan adanya interaksi kompetitif yang tinggi dalam memanfaatkan sumber daya lingkungan (Nasution dkk., 2024b).

Komposisi jenis gulma yang relatif sama antar blok diperkuat dengan hasil perhitungan koefisien komunitas. Nilai koefisien komunitas antara Blok 1 dan Blok 2 sebesar 86,5%, antara Blok 1 dan Blok 3 sebesar 84,7%, serta antara Blok 2 dan Blok 3 sebesar 88,9%. Seluruh nilai tersebut lebih besar dari 75%, sehingga menunjukkan bahwa komunitas gulma pada setiap blok bersifat homogen. Nilai koefisien komunitas yang tinggi menunjukkan kesamaan komposisi vegetasi dan tingkat keseragaman lingkungan tumbuh (Adi Surya & Renny Eka Putri, 2023b).

Tingginya nilai koefisien komunitas ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan komposisi jenis gulma yang signifikan antar blok penelitian. Dengan demikian, kondisi awal lahan dapat dikatakan seragam, sehingga hasil perlakuan yang diberikan pada tahap selanjutnya benar-benar dipengaruhi oleh perlakuan, bukan oleh perbedaan kondisi vegetasi awal. Kondisi ini penting dalam penelitian eksperimen karena memastikan bahwa faktor perlakuan menjadi variabel utama yang mempengaruhi hasil (Nasution dkk., 2024b).

Secara umum, komunitas gulma pada lokasi penelitian didominasi oleh gulma berdaun lebar dan gulma rumput dengan tingkat adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan. Kondisi ini menunjukkan bahwa lokasi penelitian memiliki potensi tekanan gulma yang cukup besar, sehingga diperlukan metode pengendalian yang efektif dan efisien untuk menekan pertumbuhan gulma secara optimal (Arpiansyah dkk., 2023).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa luas jangkauan kerja alat berbeda pada setiap perlakuan. Mesin semprot bermotor bertekanan tinggi memiliki luas jangkauan kerja paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa alat dengan tekanan semprotan yang tinggi mampu menjangkau area kerja yang lebih luas dalam waktu yang lebih singkat, sehingga meningkatkan efisiensi kerja dalam kegiatan pengendalian gulma di lapangan. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa penggunaan alat semprot berbasis mesin atau teknologi modern mampu meningkatkan kapasitas kerja dan efisiensi operasional dibandingkan alat manual (Mahhendra et al., 2025; Saumatgerat et al., 2024).

Tingginya nilai luas jangkauan kerja pada alat semprot bermotor dipengaruhi oleh kemampuan alat dalam menghasilkan tekanan semprotan yang lebih kuat dan stabil. Tekanan semprotan yang tinggi memungkinkan larutan herbisida keluar dengan debit yang lebih besar serta mampu menjangkau area yang lebih luas dalam satu kali penyemprotan. Selain itu, penggunaan mesin juga membantu operator dalam mempertahankan kecepatan kerja yang lebih stabil dibandingkan alat semprot manual yang sangat bergantung pada tenaga operator. Hal ini sejalan dengan penelitian

yang menyatakan bahwa alat semprot berbasis mesin memiliki kapasitas kerja yang lebih tinggi karena tekanan yang lebih konstan dan tidak dipengaruhi oleh kelelahan operator (Silalahi et al., 2023; Mahhendra et al., 2025).

Sebaliknya, mesin babat memiliki luas jangkauan kerja yang paling rendah dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan karena metode pengendalian gulma dengan mesin babat dilakukan secara mekanis dengan memotong gulma secara langsung pada area pengamatan. Proses pemotongan tersebut memerlukan waktu yang lebih lama dibandingkan metode penyemprotan herbisida yang hanya memerlukan aplikasi larutan pada permukaan gulma, sehingga jangkauan kerja alat menjadi lebih kecil dalam satuan waktu yang sama. Kondisi ini sesuai dengan pendapat bahwa metode mekanis memiliki keterbatasan dalam efisiensi kerja karena prosesnya dilakukan secara langsung dan tidak dapat menjangkau area luas secara simultan (Surya et al., 2023; Nasution et al., 2024).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama waktu kerja yang dibutuhkan untuk melakukan pengendalian gulma berbeda pada setiap perlakuan. Mesin babat membutuhkan waktu kerja paling lama dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan karena proses pengendalian gulma secara mekanis dilakukan dengan cara memotong gulma secara langsung satu per satu pada area pengamatan, sehingga memerlukan waktu yang lebih lama untuk menyelesaikan seluruh area kerja. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa metode mekanis cenderung kurang efisien dari segi waktu dibandingkan metode kimia (Surya et al., 2023).

Sebaliknya, perlakuan menggunakan alat semprot herbisida cenderung membutuhkan waktu kerja yang lebih singkat. Penyemprotan herbisida memungkinkan operator untuk mengendalikan gulma secara tidak langsung dengan cara menyemprotkan larutan herbisida ke permukaan gulma tanpa harus memotongnya secara fisik. Dengan metode ini, proses pengendalian gulma dapat dilakukan dengan lebih cepat karena satu kali penyemprotan dapat menjangkau beberapa tanaman gulma sekaligus. Hal ini didukung oleh penelitian yang menyatakan bahwa aplikasi herbisida mampu meningkatkan

efisiensi waktu kerja karena cakupan aplikasi yang lebih luas dalam satu kali perlakuan (Saumatgerat et al., 2024; Mahhendra et al., 2025).

Di antara perlakuan alat semprot yang digunakan, mesin semprot bermotor bertekanan tinggi menunjukkan waktu kerja paling singkat. Hal ini disebabkan oleh kemampuan alat tersebut dalam menghasilkan tekanan semprotan yang tinggi sehingga larutan herbisida dapat tersebar lebih luas dan merata dalam waktu yang lebih singkat. Selain itu, penggunaan tenaga mesin juga membantu operator mempertahankan kecepatan kerja yang lebih stabil dibandingkan alat semprot manual yang masih sangat bergantung pada tenaga manusia (Silalahi et al., 2023).

Volume dosis larutan herbisida merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi efektivitas aplikasi herbisida dalam pengendalian gulma. Berdasarkan hasil penelitian pada Tabel 4.5, volume larutan herbisida yang digunakan pada setiap perlakuan menunjukkan perbedaan. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh karakteristik debit semprotan dan sistem kerja dari masing-masing alat semprot yang digunakan dalam penelitian. Hal ini sesuai dengan pendapat bahwa efektivitas herbisida sangat dipengaruhi oleh teknik aplikasi, termasuk tekanan semprot dan ukuran droplet yang dihasilkan (Arpiansyah dkk., 2023).

Perlakuan knapsack sprayer manual menghasilkan volume larutan herbisida sebesar 0,600 mL/L pada setiap blok pengamatan. Nilai ini merupakan volume dosis tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan karena tekanan semprotan pada alat ini dihasilkan melalui pompa manual sehingga debit larutan yang keluar relatif lebih kecil dan membutuhkan konsentrasi larutan yang lebih besar agar aplikasi herbisida tetap efektif dalam mengendalikan gulma (Yuliyanto dkk., 2017).

Sementara itu, perlakuan mesin semprot bermotor bertekanan tinggi menghasilkan volume larutan herbisida paling rendah yaitu sebesar 0,292 mL/L. Tekanan semprotan yang tinggi pada alat ini memungkinkan larutan herbisida keluar dengan debit yang besar dan distribusi semprotan yang lebih luas sehingga penggunaan larutan menjadi lebih efisien. Dengan demikian, semakin tinggi tekanan dan kinerja alat semprot yang digunakan, maka

volume dosis larutan herbisida yang dibutuhkan cenderung semakin kecil karena distribusi larutan pada gulma menjadi lebih optimal. Hasil ini didukung oleh penelitian yang menunjukkan bahwa teknologi penyemprotan modern mampu meningkatkan efisiensi penggunaan herbisida melalui distribusi semprotan yang lebih merata (Mahhendra et al., 2025; Saumatgerat et al., 2024).

Tingkat kerusakan gulma merupakan indikator utama untuk menilai efektivitas berbagai perlakuan alat pengendalian gulma yang digunakan dalam penelitian. Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan, tingkat kerusakan gulma menunjukkan perbedaan pada setiap perlakuan. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh kemampuan alat dalam mendistribusikan herbisida secara merata pada permukaan gulma serta metode pengendalian yang digunakan, baik secara kimia maupun mekanis. Hal ini sesuai dengan pendapat bahwa efektivitas pengendalian gulma sangat dipengaruhi oleh teknik aplikasi dan kualitas distribusi herbisida pada target gulma (Arpiansyah et al., 2023; Nasution et al., 2024).

Perlakuan knapsack sprayer manual menghasilkan tingkat kerusakan gulma paling rendah dibandingkan perlakuan lainnya dengan rata-rata sebesar 81,72%. Meskipun masih termasuk dalam kategori efikasi herbisida cukup memuaskan menurut klasifikasi EWRC, efektivitasnya relatif lebih rendah dibandingkan alat semprot lainnya. Hal ini diduga disebabkan oleh tekanan semprotan yang dihasilkan oleh pompa manual cenderung kurang stabil sehingga distribusi herbisida pada permukaan gulma menjadi kurang merata. Kondisi ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa alat semprot manual memiliki keterbatasan dalam menjaga kestabilan tekanan sehingga mempengaruhi efektivitas aplikasi herbisida (Silalahi dkk., 2023).

Perlakuan mesin semprot bermotor bertekanan tinggi menunjukkan tingkat kerusakan gulma yang sangat tinggi dengan rata-rata sebesar 98,48%. Hal ini menunjukkan bahwa alat semprot dengan tekanan tinggi mampu mendistribusikan larutan herbisida secara lebih merata dan menjangkau area gulma dengan lebih efektif. Hasil ini didukung oleh penelitian yang menyatakan bahwa peningkatan tekanan dan kualitas semprotan dapat

meningkatkan efektivitas pengendalian gulma karena distribusi droplet menjadi lebih merata pada permukaan tanaman (Syarief dkk., 2024) .

Sementara itu, perlakuan mesin babat) pada awal pengamatan menunjukkan tingkat kerusakan gulma yang sangat tinggi bahkan mencapai 100%, karena metode pengendalian dilakukan secara mekanis dengan memotong seluruh bagian tajuk gulma sehingga menyebabkan kerusakan secara langsung. Namun demikian, kerusakan yang terjadi pada perlakuan ini tidak bersifat permanen, karena bagian akar dan titik tumbuh gulma masih tertinggal di dalam tanah. Hal ini menyebabkan gulma dapat mengalami pertumbuhan kembali (regrowth) pada hari-hari berikutnya, sehingga tingkat kerusakan gulma menurun seiring waktu pengamatan. Temuan ini sesuai dengan penelitian yang menyatakan bahwa metode mekanis hanya memberikan efek sementara karena tidak merusak sistem perakaran gulma (Sitorus & Widaryanto, 2019).

Dengan demikian, pola kerusakan pada perlakuan mesin babat bersifat kebalikan dibandingkan perlakuan herbisida, di mana kerusakan terjadi secara instan di awal, kemudian diikuti oleh pertumbuhan kembali gulma. Hal ini menunjukkan bahwa pengendalian secara mekanis memiliki kelemahan dalam mempertahankan efektivitas pengendalian gulma dalam jangka waktu yang lebih panjang. Sebaliknya, pengendalian menggunakan herbisida memberikan efek yang lebih lambat namun bersifat lebih permanen karena mampu merusak jaringan hingga ke bagian akar atau sistem fisiologis gulma (Arpiansyah dkk., 2023).

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai efektivitas beberapa perlakuan alat pengendalian gulma, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Terdapat perbedaan kinerja antarperlakuan alat pengendalian gulma berdasarkan parameter luas jangkauan kerja, waktu kerja, dan tingkat kerusakan gulma. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan alat memberikan pengaruh sangat nyata terhadap parameter yang diamati, sedangkan pengaruh blok relatif tidak nyata.
2. Berdasarkan parameter efisiensi waktu kerja dan luas jangkauan kerja, mesin semprot bermotor tekanan tinggi merupakan alat dengan kinerja paling cepat, yaitu membutuhkan waktu 107,63 menit/ha untuk menyelesaikan satu hektar lahan. Hal ini menunjukkan bahwa alat tersebut memiliki kapasitas kerja paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya.
3. Berdasarkan tingkat kerusakan gulma pada pengamatan hari ke-20, mesin semprot bermotor tekanan tinggi menunjukkan efektivitas pengendalian terbaik dengan tingkat kerusakan gulma sebesar 98,64%, diikuti oleh knapsack sprayer bermotor sebesar 95,81%. Tingginya tingkat kerusakan menunjukkan bahwa alat dengan kemampuan distribusi semprotan yang lebih baik mampu meningkatkan efektivitas aplikasi herbisida.
4. Berdasarkan volume aplikasi dan kebutuhan herbisida, mesin semprot bermotor tekanan tinggi menghasilkan volume semprot tertinggi sebesar 342,86 L/ha dengan kebutuhan herbisida sebesar 1,71 L/ha. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kapasitas aplikasi alat dapat meningkatkan efektivitas pengendalian, namun juga menyebabkan penggunaan larutan herbisida yang lebih besar.
5. Mesin babat memiliki waktu kerja paling lama yaitu 4.332,33 menit/ha dan tingkat kerusakan gulma yang lebih rendah pada akhir pengamatan akibat terjadinya pertumbuhan kembali (regrowth). Meskipun mampu mengendalikan gulma secara langsung melalui pemotongan, metode ini

kurang efisien untuk pengendalian gulma pada area luas dalam jangka panjang.

6. Secara keseluruhan, mesin semprot bermotor tekanan tinggi merupakan perlakuan yang paling efektif dan efisien dalam pengendalian gulma karena memiliki tingkat kerusakan gulma tertinggi serta waktu kerja tercepat. Namun, pemilihan alat tetap perlu mempertimbangkan kebutuhan tenaga kerja, biaya operasional, dan penggunaan herbisida agar sesuai dengan kondisi lapangan.

## **B. Saran**

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Mesin semprot bermotor tekanan tinggi dapat direkomendasikan sebagai alternatif alat pengendalian gulma pada areal perkebunan yang luas karena memiliki kemampuan kerja dan efektivitas pengendalian yang tinggi.
2. Penggunaan alat perlu disesuaikan dengan kondisi lapangan dan tujuan pengendalian. Pada areal dengan luas terbatas, knapsack sprayer manual atau otomatis masih dapat digunakan karena membutuhkan tenaga kerja lebih sedikit dan penggunaan larutan herbisida lebih rendah.
3. Penggunaan mesin babat sebaiknya dikombinasikan dengan metode pengendalian lainnya karena pengendalian secara mekanis hanya memberikan efek sementara dan memungkinkan terjadinya pertumbuhan kembali gulma.
4. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai kombinasi jenis alat, jenis herbisida, tekanan semprot, ukuran nozzle, serta efisiensi biaya operasional untuk memperoleh metode pengendalian gulma yang lebih optimal.
5. Perlu dilakukan pengaturan kalibrasi alat secara tepat sebelum aplikasi herbisida untuk memastikan volume semprot dan dosis yang digunakan sesuai dengan kebutuhan sehingga efektivitas pengendalian dapat tercapai secara efisien.

## DAFTAR PUSTAKA

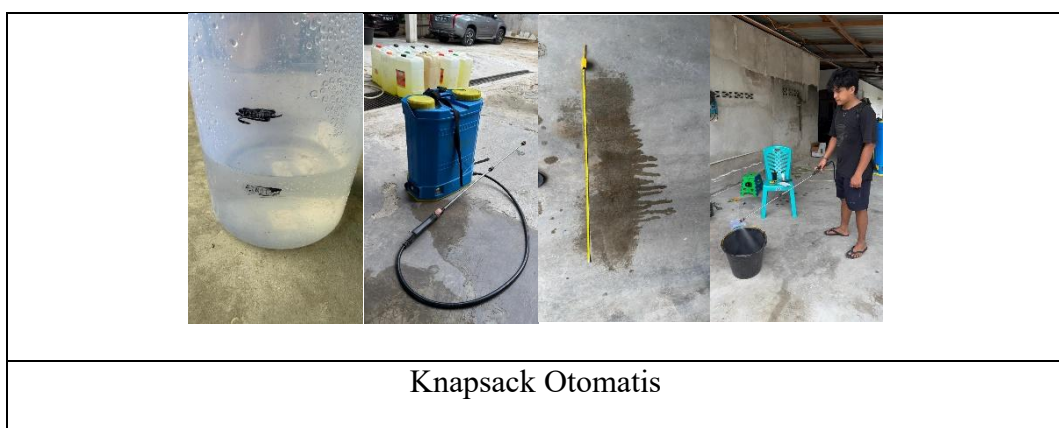
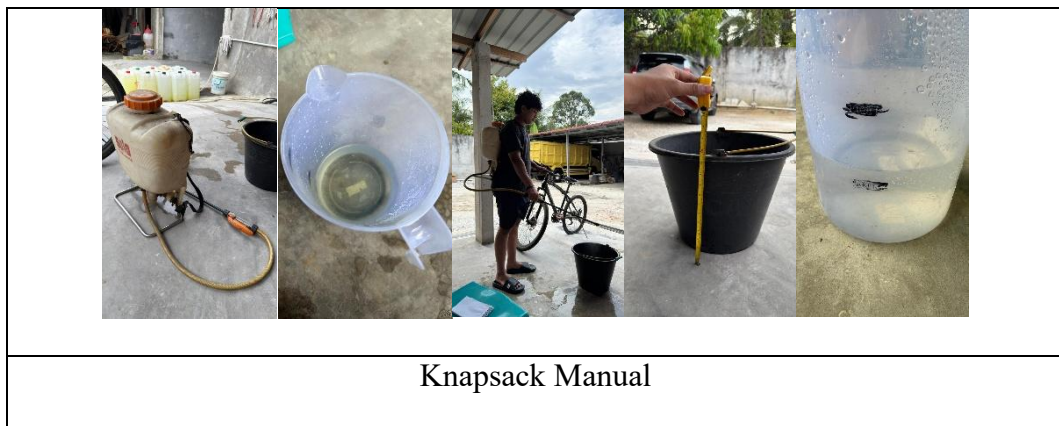
- Adi Surya, S., & Renny Eka Putri, dan. (2023b). Analisis Pemilihan Alternatif Pengendalian Gulma Pada Tanaman Jagung Di Nagari Aia Gadang Kabupaten Pasaman Barat. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*. <https://doi.org/10.25077/jtpa.27.1.126-135.2023>
- Ahmal, V. J., Ilmiasari, Y., Vania, N., Harini, A., & Novrimansyah, E. A. (2025). Efektivitas Herbisida Bahan Aktif Haloxypop-R Methyl Ester Terhadap Gulma Belulang (*Eleusine indica* L.). *Journal of Agriculture and Animal Science*. <https://doi.org/10.47637/agrimals.v5i2.1900>
- Arpiansyah, E., Mawandha, H. G., & Tarmadja, S. (2023). Efektivitas Beberapa Herbisida Sistemik dan Perlakuan Pembabatan Terhadap Gulma *Scleria Sumatrensis* di Kebun Kelapa Sawit. *Jurnal Agroforetech, 1*. [https://jurnal.instiperjogja.ac.id/index.php/JOM/article/view/879?article\\_sBySameAuthorPage=4](https://jurnal.instiperjogja.ac.id/index.php/JOM/article/view/879?article_sBySameAuthorPage=4)
- Che Ruzlan, K. A., Bakar, S. A. Bin, Che Manan, C. A. H., Mohd Noor, M. K. A., Abd Latif, M. R. B., Zainal Abidin, C. M. R., Jusoh, M., & Ahmad Hamdani, M. S. (2024). Weed control efficiency of unmanned aerial vehicle spray in replanting oil palm plantation areas. *Weed Science, 73*. <https://doi.org/10.1017/wsc.2024.91>
- Fadhillah, W., Susanti, R., & Widiastuty. (2023). Kerapatan Dominansi Gulma Pada Tanaman Kelapa Sawit Pasca Aplikasi Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dan Kompos Tandan Kosong Kelapa sawit. *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian, 26*. <https://doi.org/10.30596/agrium.v26i2.16570>
- Haryadi, A. (2017). Uji Resistensi Gulma Rumput Belulangan (*Eleusine Indica*), Jalantir (*Erigeron Sumatrensis*), Dan Teki Udelan (*Cyperus Kyllingia*) Asal Perkebunan Jambu Biji Lampung Timur Terhadap Herbisida Glifosat. [Universitas Lampung]. Dalam *Jurnal*. <http://digilib.unila.ac.id/id/eprint/25805>
- Irawan, D., Aziz, M., Maggribi, F., Nisa, J., Seprianti, W. A., Hasibuan, P. A., Rani, A., Fitri, R., Sofianingsih, V., Alwa, Z., & Ilhan, M. (2023). Metode Penerapan Alat Pengendalian Gulma, Smart Gun Sprayer, Guna Meningkatkan Kualitas Kelapa Sawit di Desa Bukit Kratai, Kecamatan Rumbio Jaya, Kabupaten Kampar. *Jurnal Selekt PKM, 1*(1), 10–16.
- Irawan, D., Pratiwi, W., Muliani, R., Zallen, A., Bima Sanda, B., Afifah, N., Ariq Hidayat, M., Endah, Y., Ayundari, M., Adelia, R., & Kurniawanda, R. (2023). Penerapan Smart Gun Sprayer Alat Pengendalian Gulma

- Berbasis Egronomi untuk Membantu Proses Peremajaan (Reflanting) Kelapa Sawit di Desa Bukit Kratai. *Jurnal Selekt PKM*, (1).  
<https://journal.riau-edutech.com/index.php/selektapkm/>
- Iskandar, D., & Yudiawati, E. (2022). Efektivitas Dosis Glyphosat Terhadap Pengendalian Gulma Pada Kebun Kelapa Sawit Tbm 1. *Jurnal Sains Agro*. <https://doi.org/10.36355/jsa.v7i1.775>
- Mahhendra, D. W., Mawandha, H. G., & Yuniasih, B. (2025b). Perbandingan Teknis Penyemprotan Gulma secara Manual dan Menggunakan Drone Sprayer di Lahan Replanting. *AGROISTA : Jurnal Agroteknologi*, 8(2), 120–127. <https://doi.org/10.55180/agi.v8i2.851>
- Manab, A., Muttaqin, M. B., Rabiula, A., Ramadhani, S., ‘Asyarina, Hais, Y. R., & Tessel, D. (2025). ADDIE-Based Development of a Solar-Powered Sprayer for Efficient Weed Control in Remote Oil Palm Plantations. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 14(2).  
<https://doi.org/10.25077/jnte.v14n2.1221.2025>
- Nasution, A. A., Sopandie, D., & Lontoh, A. P. (2024b). Pengelolaan Gulma Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Kebun Negeri Lama Selatan, Sumatera Utara. *Buletin Agrohorti*, 12(1), 1–12.  
<https://doi.org/10.29244/agrob.v12i1.51386>
- Pujiswanto, H., Susanto, H., Sugiatno, S., & Saputra, R. A. (2022). Efikasi Herbisida Amonium Glufosinat Untuk Pengendalian Gulma Pada Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.) Menghasilkan. *Jurnal Agrotek Tropika*, 10(2), 301. <https://doi.org/10.23960/jat.v10i2.5965>
- Rahmawati, A. (2023). Keragaman Genetik Varietas Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Kridatama Sains Dan Teknologi*, 5.  
<https://jurnal.umnu.ac.id/index.php/kst/article/view/677/278>
- Ratna, Y., Pebrianti, H. D., Swari, E. I., Muryunika, R., & Pardosi, J. R. (2025). Komposisi Gulma Pada Perkebunan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Sebelum dan Setelah Dilakukan Pengendalian Secara Mekanik dan Kimia. *Jurnal Media Pertanian*, 10(2), 167.  
<https://doi.org/10.33087/jagro.v10i2.293>
- Saumatgerat, A., Wahyudiono, S., & Prijono, A. (2024). Uji Efektivitas Aplikasi Pre Emergent Herbisida Menggunakan Drone Sprayer Dibandingkan dengan Penggunaan Knapsack Sprayer. *AGROFORETECH*, 2..
- Siburian, Z., Mawandha, H. G., & Suryanti, S. (2024b). Keragaman Gulma Tanaman Kelapa Sawit di Lahan Datar dan Lahan Miring. *Jurnal Agroforetech*, 2.  
<https://jurnal.instiperjogja.ac.id/index.php/JOM/article/view/1139>

- Silalahi, F. R., Zuliyanti Siregar, A., & Syahputra Siregar, D. (2023). Efektivitas Penggunaan Knapsack Sprayer Elektrik dalam Pengendalian Gulma Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq). *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, 19. <https://journal.unhas.ac.id/index.php/jsep>
- Sitorus, H., & Widaryanto, E. (2019). Pengaruh Berbagai Cara Pengendalian Gulma terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 7(5), 827–835.
- Sumantri, B., Mu'in, A., & Mawandha, H. G. (2024). Perbandingan Pengendalian Gulma Piringan Manual dan Mekanis di Daerah Aliran Sungai Perkebunan Kelapa Sawit. *Jurnal Agroforetech*, 2. <https://jurnal.instiperjogja.ac.id/index.php/JOM/article/view/1433>
- Syarief, M., Rahmawati, D., Mujiono, & Fittryah, L. D. (2024). Efektivitas dan Efisiensi Drone Sprayer untuk Pengendalian Gulma pada Tanaman Padi (*Oryza sativa* L). *Agriprima : Journal of Applied Agricultural Sciences*, 8(1), 52–60. <https://doi.org/10.25047/agriprima.v8i1.523>
- Yuliyanto, Wijaya Kesuma, N., & Sinuraya, R. (2017). Efektivitas Dan Efisiensi Penggunaan Knapsack Sprayer Dan Knapsack Motor Pada Penyemprotan Gulma Di Perkebunan Kelapa Sawit. *Jurnal Citra Widya Edukasi*, (1).

# LAMPIRAN

## Lampiran 1 Dokumentasi Penelitian





Knapsack Bermotor



Knapsack Motor Bertekanan Tinggi



Mesin Babat / Potong Rumput



Jenis Herbisida yang digunakan



Kuadran (Q) yang digunakan



Pelaksanaan Penelitian dengan Berbagai Perlakuan

**Lampiran 2 Data per Frame**

| No | Jenis Gulma                  | Q1        | Q2        | Q3        | Blok 1 | Q4        | Q5        | Q6        | Blok 2 | Q7        | Q8        | Q9        | Q10       | Blok 3 | Total Jenis Gulma |
|----|------------------------------|-----------|-----------|-----------|--------|-----------|-----------|-----------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|-------------------|
| 1  | Ageratum conyzoides          | 25        | 20        | 18        | 63     | 22        | 18        | 15        | 55     | 14        | 16        | 20        | 17        | 67     | <b>185</b>        |
| 2  | Asystasia gangetica          | 5         | 4         | 3         | 12     | 6         | 5         | 7         | 18     | 6         | 5         | 4         | 3         | 18     | <b>48</b>         |
| 3  | Borreira alata               | 4         | 3         | 2         | 9      | 5         | 4         | 3         | 12     | 3         | 2         | 3         | 2         | 10     | <b>31</b>         |
| 4  | Clidemia hirta               | 3         | 2         | 3         | 8      | 2         | 2         | 1         | 5      | 2         | 2         | 1         | 1         | 6      | <b>19</b>         |
| 5  | Coleus rotundifolius         | 2         | 1         | 1         | 4      | 2         | 2         | 1         | 5      | 1         | 1         | 1         | 1         | 4      | <b>13</b>         |
| 6  | Desmodium heterocarpon       | 1         | 1         | 1         | 3      | 1         | 1         | 1         | 3      | 1         | 1         | 1         | 1         | 4      | <b>10</b>         |
| 7  | Erigeron sumatrensis         | 2         | 1         | 1         | 4      | 2         | 2         | 1         | 5      | 1         | 1         | 1         | 1         | 4      | <b>13</b>         |
| 8  | Hyptis capitata              | 5         | 6         | 5         | 16     | 6         | 5         | 4         | 15     | 5         | 5         | 6         | 5         | 21     | <b>52</b>         |
| 9  | Imperata cylindrica          | 10        | 9         | 11        | 30     | 10        | 9         | 8         | 27     | 9         | 8         | 9         | 8         | 34     | <b>91</b>         |
| 10 | Naphrolepis biserrata        | 2         | 2         | 2         | 6      | 2         | 2         | 1         | 5      | 1         | 1         | 2         | 1         | 5      | <b>16</b>         |
| 11 | Ottochloa nodosa             | 2         | 1         | 1         | 4      | 2         | 2         | 1         | 5      | 1         | 1         | 1         | 1         | 4      | <b>13</b>         |
| 12 | Paspalum conjugatum          | 6         | 5         | 4         | 15     | 6         | 5         | 6         | 17     | 5         | 5         | 6         | 5         | 21     | <b>53</b>         |
| 13 | Physalis angulata            | 2         | 2         | 1         | 5      | 2         | 2         | 1         | 5      | 1         | 1         | 1         | 1         | 4      | <b>14</b>         |
| 14 | <b>Total Gulma per Frame</b> | <b>69</b> | <b>57</b> | <b>53</b> |        | <b>68</b> | <b>59</b> | <b>50</b> |        | <b>50</b> | <b>49</b> | <b>56</b> | <b>47</b> |        | <b>558</b>        |

**Lampiran 3 Tabel Data SDR per Blok**

**Blok 1**

| <b>KR (%)</b> | <b>FR (%)</b> | <b>INP</b> | <b>SDR (%)</b> |
|---------------|---------------|------------|----------------|
| 35,20         | 30,88         | 66,08      | 33,04          |
| 6,70          | 5,88          | 12,59      | 6,29           |
| 5,03          | 4,41          | 9,44       | 4,72           |
| 4,47          | 3,92          | 8,39       | 4,20           |
| 2,23          | 4,90          | 7,14       | 3,57           |
| 1,68          | 4,90          | 6,58       | 3,29           |
| 2,23          | 4,90          | 7,14       | 3,57           |
| 8,94          | 7,84          | 16,78      | 8,39           |
| 16,76         | 14,71         | 31,47      | 15,73          |
| 3,35          | 2,94          | 6,29       | 3,15           |
| 2,23          | 4,90          | 7,14       | 3,57           |
| 8,38          | 7,35          | 15,73      | 7,87           |
| 2,79          | 2,45          | 5,24       | 2,62           |
| 100           | 100           | 200        | 100            |

**Blok 2**

| <b>KR (%)</b> | <b>FR (%)</b> | <b>INP</b> | <b>SDR (%)</b> |
|---------------|---------------|------------|----------------|
| 31,07         | 26,32         | 57,39      | 28,69          |
| 10,17         | 8,61          | 18,78      | 9,39           |
| 6,78          | 5,74          | 12,52      | 6,26           |
| 2,82          | 2,39          | 5,22       | 2,61           |
| 2,82          | 4,78          | 7,61       | 3,80           |
| 1,69          | 4,78          | 6,48       | 3,24           |
| 2,82          | 4,78          | 7,61       | 3,80           |
| 8,47          | 9,57          | 18,04      | 9,02           |
| 15,25         | 12,92         | 28,17      | 14,09          |
| 2,82          | 2,39          | 5,22       | 2,61           |
| 2,82          | 4,78          | 7,61       | 3,80           |
| 9,60          | 8,13          | 17,74      | 8,87           |
| 2,82          | 4,78          | 7,61       | 3,80           |
| 100           | 100           | 200        | 100            |

**Blok 3**

| <b>KR (%)</b> | <b>FR (%)</b> | <b>INP</b> | <b>SDR (%)</b> |
|---------------|---------------|------------|----------------|
| 33,17         | 28,88         | 62,05      | 31,02          |
| 8,91          | 7,76          | 16,67      | 8,33           |
| 4,95          | 4,31          | 9,26       | 4,63           |
| 2,97          | 2,59          | 5,56       | 2,78           |
| 1,98          | 4,31          | 6,29       | 3,15           |
| 1,98          | 4,31          | 6,29       | 3,15           |
| 1,98          | 4,31          | 6,29       | 3,15           |
| 10,40         | 9,05          | 19,45      | 9,72           |
| 16,83         | 14,66         | 31,49      | 15,74          |
| 2,48          | 2,16          | 4,63       | 2,32           |
| 1,98          | 4,31          | 6,29       | 3,15           |
| 10,40         | 9,05          | 19,45      | 9,72           |
| 1,98          | 4,31          | 6,29       | 3,15           |
| 100           | 100           | 200        | 100            |

| P<br>e<br>r<br>l<br>a<br>k<br>u<br>a<br>n | n<br>a<br>w<br>a<br>l | F<br>e<br>b<br>r<br>u<br>a<br>r<br>i | M<br>a<br>r<br>c<br>h |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |   |   |  |
|-------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---|---|--|
|                                           |                       |                                      | 10                    |             | 11          |             | 12          |             | 13          |             | 14          |             | 15          |             | 16          |             | 17          |             | 18          |             | 19          |             | 20          |             | 21          |             | 22          |             | 23          |             | 24          |             | 25          |             | 26          |             | 27          |             | 28          |             | 1           |   | 2 |  |
|                                           |                       |                                      | n                     | %           | n           | %           | n           | %           | n           | %           | n           | %           | n           | %           | n           | %           | n           | %           | n           | %           | n           | %           | n           | %           | n           | %           | n           | %           | n           | %           | n           | %           | n           | %           | n           | %           | n           | %           | n           | %           | n           | % |   |  |
| P<br>1<br>U<br>1                          | 4<br>1<br>6           | 9<br>2                               | 2<br>2<br>2           | 2<br>8<br>0 | 2<br>8<br>9 | 3<br>5<br>6 | 4<br>0<br>0 | 4<br>8<br>5 | 4<br>4<br>4 | 4<br>2<br>3 | 5<br>3<br>2 | 5<br>7<br>0 | 6<br>2<br>9 | 6<br>2<br>2 | 6<br>4<br>8 | 6<br>4<br>7 | 6<br>6<br>7 | 6<br>6<br>7 | 6<br>8<br>6 | 7<br>3<br>5 | 7<br>3<br>4 | 7<br>5<br>6 | 7<br>7<br>3 | 7<br>8<br>9 | 7<br>8<br>5 | 7<br>6<br>6 | 7<br>3<br>3 | 7<br>3<br>1 | 7<br>5<br>4 | 7<br>3<br>3 | 7<br>2<br>8 | 7<br>1<br>4 | 7<br>5<br>6 | 7<br>2<br>3 | 7<br>3<br>8 | 7<br>7<br>3 | 7<br>2<br>3 | 7<br>7<br>3 | 8<br>0<br>0 |             |             |   |   |  |
| P<br>1<br>U<br>2                          | 3<br>8<br>8           | 8<br>3                               | 2<br>1<br>3           | 2<br>8<br>2 | 2<br>6<br>9 | 3<br>3<br>9 | 3<br>8<br>0 | 4<br>6<br>6 | 4<br>2<br>6 | 4<br>7<br>5 | 5<br>2<br>3 | 5<br>7<br>2 | 6<br>1<br>0 | 6<br>1<br>0 | 6<br>4<br>9 | 6<br>6<br>6 | 6<br>9<br>7 | 7<br>1<br>3 | 7<br>3<br>8 | 7<br>5<br>1 | 7<br>7<br>6 | 7<br>3<br>1 | 7<br>3<br>6 | 7<br>4<br>3 | 7<br>6<br>8 | 7<br>7<br>3 | 7<br>8<br>6 | 7<br>3<br>1 | 7<br>8<br>8 | 7<br>6<br>1 | 7<br>9<br>9 | 7<br>8<br>5 | 7<br>3<br>7 | 8<br>0<br>4 | 8<br>1<br>5 | 8<br>0<br>4 | 8<br>0<br>5 | 8<br>7<br>7 | 8<br>4<br>7 | 8<br>3<br>3 |             |   |   |  |
| P<br>1<br>U<br>3                          | 4<br>0<br>7           | 9<br>2                               | 2<br>2<br>3           | 2<br>7<br>1 | 2<br>7<br>7 | 3<br>4<br>9 | 3<br>8<br>7 | 4<br>6<br>6 | 4<br>3<br>8 | 4<br>7<br>4 | 5<br>3<br>3 | 5<br>2<br>7 | 6<br>1<br>6 | 6<br>1<br>0 | 6<br>3<br>7 | 6<br>8<br>5 | 7<br>0<br>6 | 7<br>2<br>3 | 7<br>5<br>3 | 7<br>6<br>0 | 7<br>8<br>5 | 7<br>0<br>5 | 7<br>2<br>0 | 7<br>3<br>6 | 7<br>4<br>3 | 7<br>5<br>5 | 7<br>7<br>0 | 7<br>3<br>5 | 7<br>0<br>0 | 7<br>3<br>0 | 7<br>1<br>4 | 7<br>2<br>7 | 7<br>3<br>4 | 7<br>5<br>1 | 7<br>7<br>4 | 7<br>9<br>3 | 7<br>2<br>5 | 7<br>3<br>3 | 7<br>5<br>3 | 7<br>9<br>3 | 8<br>1<br>2 |   |   |  |
| P<br>2<br>U<br>1                          | 4<br>2<br>5           | 1<br>1                               | 2<br>0<br>9           | 3<br>4<br>3 | 3<br>5<br>7 | 3<br>9<br>6 | 4<br>8<br>8 | 4<br>0<br>3 | 4<br>8<br>3 | 5<br>3<br>1 | 5<br>6<br>8 | 6<br>3<br>4 | 6<br>9<br>7 | 7<br>0<br>3 | 7<br>2<br>9 | 7<br>3<br>6 | 7<br>4<br>2 | 7<br>5<br>3 | 7<br>6<br>0 | 7<br>8<br>1 | 7<br>0<br>5 | 7<br>2<br>0 | 7<br>3<br>6 | 7<br>4<br>1 | 7<br>5<br>6 | 7<br>6<br>0 | 7<br>7<br>8 | 7<br>8<br>0 | 7<br>9<br>6 | 7<br>1<br>9 | 7<br>3<br>3 | 7<br>4<br>9 | 7<br>5<br>3 | 7<br>6<br>7 | 7<br>7<br>1 | 7<br>8<br>3 | 7<br>9<br>9 | 8<br>0<br>3 | 8<br>1<br>8 | 8<br>2<br>8 | 8<br>3<br>0 |   |   |  |
| P<br>2<br>U<br>2                          | 3<br>9<br>7           | 1<br>0<br>2                          | 2<br>5<br>9           | 3<br>2<br>7 | 3<br>2<br>7 | 3<br>5<br>7 | 4<br>7<br>6 | 4<br>9<br>4 | 4<br>8<br>2 | 5<br>2<br>2 | 5<br>5<br>0 | 6<br>2<br>7 | 6<br>9<br>5 | 7<br>0<br>6 | 7<br>3<br>5 | 7<br>6<br>4 | 7<br>8<br>3 | 7<br>9<br>2 | 8<br>0<br>1 | 8<br>1<br>2 | 8<br>2<br>3 | 8<br>3<br>3 | 8<br>4<br>3 | 8<br>5<br>3 | 8<br>6<br>3 | 8<br>7<br>3 | 8<br>8<br>3 | 8<br>9<br>2 | 8<br>1<br>4 | 8<br>2<br>2 | 8<br>3<br>1 | 8<br>4<br>6 | 8<br>5<br>1 | 8<br>6<br>0 | 8<br>7<br>3 | 8<br>8<br>9 | 8<br>9<br>0 | 9<br>0<br>0 | 9<br>1<br>0 | 9<br>2<br>0 | 9<br>3<br>0 |   |   |  |

|                            |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |        |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------|
|                            |             |             | 5<br>8      |             | 5<br>6      |             | 5<br>3      |             | 1<br>9      |             | 8<br>4      |             | 8<br>1      |             | 7<br>9      |             | 7<br>7      |             | 7<br>4      |             | 7<br>4      |             | 0<br>7      |             | 4<br>0      |             | 4<br>0      |             | 7<br>2      |             | 7<br>2      |             | 0<br>5      |             | 0<br>5      |             | 3<br>7      |             | 7<br>0      |             | 7<br>0      |             | 0<br>2 |
| <b>P<br/>2<br/>U<br/>3</b> | 4<br>1<br>6 | 1<br>1<br>1 | 2<br>6<br>7 | 1<br>3<br>9 | 3<br>3<br>3 | 1<br>6<br>6 | 4<br>0<br>0 | 1<br>9<br>4 | 4<br>6<br>7 | 2<br>1<br>3 | 5<br>1<br>1 | 2<br>3<br>1 | 5<br>5<br>6 | 2<br>5<br>9 | 6<br>2<br>2 | 2<br>8<br>6 | 6<br>8<br>9 | 3<br>1<br>4 | 3<br>5<br>6 | 3<br>1<br>4 | 7<br>5<br>6 | 3<br>5<br>3 | 7<br>7<br>8 | 3<br>0<br>0 | 3<br>4<br>2 | 8<br>2<br>2 | 3<br>4<br>2 | 8<br>2<br>2 | 3<br>4<br>2 | 8<br>2<br>2 | 3<br>5<br>1 | 8<br>4<br>4 | 3<br>5<br>1 | 8<br>4<br>4 | 3<br>6<br>0 | 8<br>6<br>7 | 3<br>7<br>0 | 8<br>8<br>9 | 3<br>7<br>0 | 8<br>8<br>9 | 3<br>7<br>9 | 9<br>1<br>1 |        |
| <b>P<br/>3<br/>U<br/>1</b> | 4<br>3<br>4 | 1<br>3<br>9 | 3<br>1<br>1 | 1<br>6<br>6 | 3<br>8<br>0 | 1<br>9<br>4 | 4<br>4<br>8 | 2<br>2<br>2 | 5<br>1<br>6 | 2<br>5<br>0 | 5<br>7<br>5 | 2<br>7<br>3 | 6<br>3<br>5 | 3<br>0<br>1 | 7<br>0<br>3 | 7<br>4<br>7 | 7<br>8<br>2 | 3<br>4<br>1 | 3<br>7<br>2 | 7<br>8<br>2 | 3<br>5<br>1 | 8<br>0<br>5 | 3<br>8<br>0 | 8<br>2<br>8 | 3<br>7<br>1 | 8<br>5<br>9 | 3<br>2<br>3 | 8<br>7<br>8 | 3<br>8<br>6 | 8<br>9<br>8 | 3<br>8<br>6 | 9<br>9<br>6 | 9<br>1<br>7 | 9<br>4<br>0 | 9<br>3<br>6 | 9<br>1<br>2 | 9<br>3<br>7 | 4<br>6<br>2 | 9<br>5<br>6 | 4<br>1<br>4 | 9<br>5<br>6 |             |        |
| <b>P<br/>3<br/>U<br/>2</b> | 4<br>0<br>7 | 1<br>2<br>9 | 3<br>1<br>2 | 1<br>5<br>7 | 3<br>8<br>4 | 1<br>8<br>5 | 4<br>4<br>5 | 2<br>1<br>3 | 5<br>2<br>7 | 2<br>2<br>1 | 5<br>6<br>2 | 2<br>8<br>9 | 6<br>3<br>4 | 7<br>0<br>5 | 7<br>5<br>0 | 7<br>0<br>3 | 7<br>9<br>0 | 3<br>2<br>5 | 3<br>5<br>3 | 7<br>9<br>5 | 8<br>1<br>3 | 8<br>4<br>2 | 3<br>8<br>3 | 8<br>4<br>2 | 3<br>0<br>9 | 8<br>6<br>1 | 8<br>6<br>6 | 3<br>6<br>0 | 8<br>8<br>4 | 3<br>7<br>0 | 9<br>0<br>1 | 9<br>0<br>1 | 9<br>8<br>8 | 3<br>4<br>5 | 9<br>5<br>8 | 3<br>8<br>5 | 9<br>5<br>8 | 3<br>9<br>0 | 9<br>5<br>2 | 9<br>6<br>1 |             |             |        |
| <b>P<br/>3<br/>U<br/>3</b> | 4<br>2<br>5 | 1<br>3<br>9 | 3<br>6<br>1 | 1<br>6<br>6 | 3<br>1<br>3 | 1<br>9<br>4 | 4<br>5<br>5 | 2<br>2<br>2 | 5<br>1<br>7 | 2<br>5<br>0 | 5<br>7<br>0 | 2<br>8<br>6 | 6<br>3<br>9 | 7<br>3<br>4 | 3<br>3<br>1 | 3<br>3<br>6 | 8<br>2<br>1 | 3<br>5<br>1 | 3<br>6<br>1 | 8<br>2<br>1 | 3<br>6<br>0 | 8<br>4<br>6 | 3<br>7<br>0 | 8<br>6<br>0 | 3<br>9<br>6 | 8<br>9<br>3 | 3<br>7<br>9 | 8<br>9<br>3 | 3<br>1<br>9 | 8<br>9<br>3 | 3<br>8<br>0 | 9<br>1<br>8 | 9<br>3<br>7 | 9<br>4<br>8 | 3<br>9<br>7 | 9<br>3<br>8 | 4<br>0<br>8 | 9<br>4<br>8 | 4<br>0<br>5 | 9<br>5<br>7 |             |             |        |
| <b>P<br/>4<br/>U<br/>1</b> | 4<br>1<br>6 | 1<br>6<br>6 | 4<br>0<br>0 | 1<br>9<br>4 | 4<br>6<br>7 | 2<br>2<br>3 | 5<br>3<br>0 | 2<br>5<br>0 | 6<br>7<br>7 | 2<br>6<br>7 | 6<br>8<br>6 | 2<br>8<br>9 | 6<br>8<br>6 | 7<br>1<br>1 | 7<br>3<br>5 | 3<br>1<br>4 | 7<br>5<br>6 | 3<br>1<br>5 | 3<br>5<br>4 | 7<br>5<br>4 | 3<br>2<br>3 | 8<br>7<br>8 | 3<br>0<br>3 | 8<br>0<br>3 | 3<br>4<br>2 | 8<br>2<br>2 | 3<br>5<br>1 | 8<br>4<br>4 | 3<br>6<br>0 | 8<br>6<br>7 | 3<br>6<br>0 | 8<br>8<br>9 | 3<br>7<br>8 | 9<br>3<br>3 | 3<br>9<br>7 | 9<br>5<br>6 | 4<br>0<br>7 | 9<br>7<br>8 | 4<br>0<br>7 | 9<br>7<br>8 |             |             |        |
| <b>P<br/>4<br/>U<br/>2</b> | 3<br>9<br>7 | 1<br>5<br>7 | 3<br>5<br>3 | 1<br>8<br>5 | 4<br>5<br>1 | 2<br>1<br>3 | 5<br>4<br>9 | 2<br>4<br>0 | 6<br>4<br>7 | 2<br>6<br>8 | 6<br>7<br>4 | 2<br>7<br>7 | 6<br>9<br>7 | 7<br>2<br>6 | 7<br>4<br>9 | 7<br>4<br>6 | 7<br>4<br>2 | 3<br>0<br>7 | 2<br>4<br>3 | 7<br>4<br>4 | 3<br>7<br>1 | 7<br>6<br>0 | 8<br>9<br>3 | 3<br>2<br>0 | 8<br>1<br>3 | 3<br>7<br>2 | 8<br>6<br>5 | 8<br>8<br>1 | 8<br>8<br>3 | 9<br>3<br>7 | 8<br>8<br>0 | 9<br>3<br>2 | 9<br>5<br>9 | 9<br>3<br>5 | 9<br>7<br>8 | 3<br>6<br>8 | 9<br>7<br>5 | 9<br>8<br>0 | 9<br>8<br>5 |             |             |             |        |

|                            |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>P<br/>4<br/>U<br/>3</b> | 4<br>0<br>7 | 1<br>6<br>6 | 4<br>0<br>1 | 1<br>9<br>4 | 4<br>7<br>3 | 2<br>2<br>2 | 5<br>4<br>5 | 2<br>5<br>0 | 6<br>1<br>3 | 2<br>7<br>7 | 6<br>8<br>8 | 2<br>8<br>6 | 7<br>0<br>5 | 2<br>9<br>6 | 7<br>2<br>3 | 3<br>0<br>5 | 7<br>5<br>0 | 3<br>1<br>4 | 7<br>7<br>7 | 3<br>2<br>3 | 7<br>9<br>5 | 3<br>8<br>2 | 3<br>4<br>2 | 8<br>4<br>9 | 3<br>4<br>2 | 8<br>4<br>9 | 3<br>5<br>1 | 8<br>6<br>6 | 3<br>6<br>0 | 8<br>8<br>4 | 3<br>8<br>5 | 9<br>5<br>4 | 3<br>9<br>7 | 9<br>7<br>3 | 4<br>0<br>0 | 9<br>8<br>3 | 4<br>0<br>7 | 1<br>0<br>0 |             |
| <b>P<br/>5<br/>U<br/>1</b> | 4<br>2<br>5 | 4<br>2<br>5 | 1<br>0<br>0 | 4<br>2<br>5 | 1<br>0<br>0 | 4<br>2<br>5 | 1<br>0<br>0 | 4<br>2<br>5 | 1<br>0<br>0 | 3<br>8<br>0 | 8<br>9<br>9 | 3<br>5<br>0 | 8<br>2<br>4 | 3<br>2<br>0 | 7<br>5<br>8 | 3<br>0<br>0 | 7<br>0<br>7 | 2<br>8<br>7 | 6<br>1<br>6 | 2<br>4<br>0 | 5<br>6<br>6 | 2<br>2<br>5 | 2<br>0<br>5 | 4<br>7<br>0 | 4<br>2<br>4 | 1<br>3<br>0 | 3<br>7<br>4 | 1<br>6<br>4 | 3<br>4<br>5 | 1<br>3<br>0 | 3<br>0<br>8 | 1<br>1<br>5 | 2<br>7<br>5 | 1<br>0<br>0 | 2<br>3<br>2 | 9<br>1<br>0 | 2<br>1<br>7 | 8<br>8<br>0 | 1<br>8<br>2 |
| <b>P<br/>5<br/>U<br/>2</b> | 4<br>1<br>6 | 4<br>1<br>6 | 1<br>0<br>0 | 4<br>1<br>6 | 1<br>0<br>0 | 4<br>1<br>6 | 1<br>0<br>0 | 4<br>1<br>6 | 1<br>0<br>0 | 3<br>7<br>0 | 8<br>9<br>7 | 3<br>4<br>0 | 8<br>1<br>6 | 3<br>1<br>5 | 7<br>4<br>0 | 2<br>9<br>4 | 6<br>9<br>7 | 2<br>7<br>3 | 6<br>0<br>2 | 2<br>3<br>0 | 5<br>0<br>1 | 2<br>1<br>5 | 1<br>9<br>0 | 4<br>6<br>9 | 4<br>7<br>8 | 1<br>5<br>5 | 3<br>7<br>7 | 1<br>4<br>0 | 3<br>3<br>5 | 1<br>2<br>6 | 3<br>0<br>0 | 1<br>1<br>0 | 2<br>6<br>4 | 9<br>8<br>5 | 2<br>2<br>4 | 8<br>4<br>5 | 2<br>0<br>4 | 7<br>5<br>4 | 1<br>8<br>4 |
| <b>P<br/>5<br/>U<br/>3</b> | 4<br>3<br>4 | 4<br>3<br>4 | 1<br>0<br>0 | 4<br>3<br>4 | 1<br>0<br>0 | 4<br>3<br>4 | 1<br>0<br>0 | 4<br>3<br>4 | 1<br>0<br>0 | 3<br>9<br>0 | 8<br>9<br>9 | 3<br>6<br>0 | 8<br>2<br>9 | 3<br>3<br>8 | 7<br>5<br>8 | 3<br>1<br>7 | 7<br>1<br>3 | 2<br>9<br>7 | 6<br>6<br>7 | 2<br>5<br>6 | 5<br>2<br>3 | 2<br>1<br>3 | 4<br>3<br>5 | 4<br>8<br>9 | 4<br>3<br>5 | 3<br>7<br>0 | 3<br>9<br>4 | 1<br>5<br>9 | 3<br>5<br>0 | 3<br>2<br>3 | 1<br>2<br>5 | 2<br>8<br>8 | 1<br>7<br>0 | 2<br>5<br>3 | 9<br>1<br>5 | 2<br>1<br>3 | 8<br>8<br>7 | 1<br>9<br>5 |             |

**Lampiran 4 Hasil Uji SPSS**  
**Univariate Analysis of Variance**

**Notes**

|                        |                                |                                                                                                                                                  |
|------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Output Created         |                                | 11-MAR-2026 15:20:21                                                                                                                             |
| Comments               |                                |                                                                                                                                                  |
| Input                  | Data                           | C:\Users\Digitalisasi\Downloads\O<br>kta\Data.sav                                                                                                |
|                        | Active Dataset                 | DataSet1                                                                                                                                         |
|                        | Filter                         | <none>                                                                                                                                           |
|                        | Weight                         | <none>                                                                                                                                           |
|                        | Split File                     | <none>                                                                                                                                           |
|                        | N of Rows in Working Data File | 15                                                                                                                                               |
| Missing Value Handling | Definition of Missing          | User-defined missing values are<br>treated as missing.                                                                                           |
|                        | Cases Used                     | Statistics are based on all cases with<br>valid data for all variables in the<br>model.                                                          |
| Syntax                 |                                | UNIANOVA TKG BY Perlakuan<br>Blok<br>/RANDOM=Blok<br>/METHOD=SSTYPE(3)<br>/INTERCEPT=INCLUDE<br>/CRITERIA=ALPHA(0.05)<br>/DESIGN=Perlakuan Blok. |
| Resources              | Processor Time                 | 00:00:00,03                                                                                                                                      |
|                        | Elapsed Time                   | 00:00:00,02                                                                                                                                      |

**Between-Subjects Factors**

| N          |      |   |
|------------|------|---|
| Jenis Alat | 1    | 3 |
|            | 2    | 3 |
|            | 3    | 3 |
|            | 4    | 3 |
|            | 5    | 3 |
| Ulangan    | 1.00 | 5 |
|            | 2.00 | 5 |
|            | 3.00 | 5 |

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Tingkat Kerusakan Gulma

| Source    |            | Type III Sum of Squares | df | Mean Square        | F         | Sig. |
|-----------|------------|-------------------------|----|--------------------|-----------|------|
| Intercept | Hypothesis | 131629.768              | 1  | 131629.768         | 54685.175 | .000 |
|           | Error      | 4.814                   | 2  | 2.407 <sup>a</sup> |           |      |
| Perlakuan | Hypothesis | 650.660                 | 4  | 162.665            | 141.727   | .000 |
|           | Error      | 9.182                   | 8  | 1.148 <sup>b</sup> |           |      |
| Blok      | Hypothesis | 4.814                   | 2  | 2.407              | 2.097     | .185 |
|           | Error      | 9.182                   | 8  | 1.148 <sup>b</sup> |           |      |

a. MS(Blok)

b. MS(Error)

### Expected Mean Squares<sup>a,b</sup>

| Source    | Variance Component |            |                      |
|-----------|--------------------|------------|----------------------|
|           | Var(Blok)          | Var(Error) | Quadratic Term       |
| Intercept | 5.000              | 1.000      | Intercept, Perlakuan |
| Perlakuan | .000               | 1.000      | Perlakuan            |
| Blok      | 5.000              | 1.000      |                      |
| Error     | .000               | 1.000      |                      |

a. For each source, the expected mean square equals the sum of the coefficients in the cells times the variance components, plus a quadratic term involving effects in the Quadratic Term cell.

b. Expected Mean Squares are based on the Type III Sums of Squares.

```
UNIANOVA TKG BY Perlakuan Blok
/RANDOM=Blok
/METHOD=SSTYPE(3)
/INTERCEPT=INCLUDE
/POSTHOC=Perlakuan(DUNCAN)
/CRITERIA=ALPHA(0.05)
/DESIGN=Perlakuan Blok.
```

### Univariate Analysis of Variance

#### Notes

|                |                      |
|----------------|----------------------|
| Output Created | 11-MAR-2026 15:28:26 |
| Comments       |                      |

|                        |                                |                                                                                                                                                                                    |
|------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Input                  | Data                           | C:\Users\Digitalisasi\Downloads\O<br>kta\Data.sav                                                                                                                                  |
|                        | Active Dataset                 | DataSet1                                                                                                                                                                           |
|                        | Filter                         | <none>                                                                                                                                                                             |
|                        | Weight                         | <none>                                                                                                                                                                             |
|                        | Split File                     | <none>                                                                                                                                                                             |
|                        | N of Rows in Working Data File | 15                                                                                                                                                                                 |
| Missing Value Handling | Definition of Missing          | User-defined missing values are<br>treated as missing.                                                                                                                             |
|                        | Cases Used                     | Statistics are based on all cases with<br>valid data for all variables in the<br>model.                                                                                            |
| Syntax                 |                                | UNIANOVA TKG BY Perlakuan<br>Blok<br>/RANDOM=Blok<br>/METHOD=SSTYPE(3)<br>/INTERCEPT=INCLUDE<br><br>/POSTHOC=Perlakuan(DUNCAN)<br>/CRITERIA=ALPHA(0.05)<br>/DESIGN=Perlakuan Blok. |
| Resources              | Processor Time                 | 00:00:00,03                                                                                                                                                                        |
|                        | Elapsed Time                   | 00:00:00,06                                                                                                                                                                        |

### Between-Subjects Factors

|            |      | N |
|------------|------|---|
| Jenis Alat | 1    | 3 |
|            | 2    | 3 |
|            | 3    | 3 |
|            | 4    | 3 |
|            | 5    | 3 |
| Ulangan    | 1.00 | 5 |
|            | 2.00 | 5 |
|            | 3.00 | 5 |

### Univariate Analysis of Variance

#### Notes

|                |                      |
|----------------|----------------------|
| Output Created | 11-MAR-2026 15:29:53 |
| Comments       |                      |

|                        |                                |                                                                                                                                                                                     |
|------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Input                  | Data                           | C:\Users\Digitalisasi\Downloads\O<br>kta\Data.sav                                                                                                                                   |
|                        | Active Dataset                 | DataSet1                                                                                                                                                                            |
|                        | Filter                         | <none>                                                                                                                                                                              |
|                        | Weight                         | <none>                                                                                                                                                                              |
|                        | Split File                     | <none>                                                                                                                                                                              |
|                        | N of Rows in Working Data File | 15                                                                                                                                                                                  |
| Missing Value Handling | Definition of Missing          | User-defined missing values are<br>treated as missing.                                                                                                                              |
|                        | Cases Used                     | Statistics are based on all cases with<br>valid data for all variables in the<br>model.                                                                                             |
| Syntax                 |                                | UNIANOVA Luas BY Perlakuan<br>Blok<br>/RANDOM=Blok<br>/METHOD=SSTYPE(3)<br>/INTERCEPT=INCLUDE<br><br>/POSTHOC=Perlakuan(DUNCAN)<br>/CRITERIA=ALPHA(0.05)<br>/DESIGN=Perlakuan Blok. |
| Resources              | Processor Time                 | 00:00:00,05                                                                                                                                                                         |
|                        | Elapsed Time                   | 00:00:00,04                                                                                                                                                                         |

### Between-Subjects Factors

|            |      | N |
|------------|------|---|
| Jenis Alat | 1    | 3 |
|            | 2    | 3 |
|            | 3    | 3 |
|            | 4    | 3 |
|            | 5    | 3 |
| Ulangan    | 1.00 | 5 |
|            | 2.00 | 5 |
|            | 3.00 | 5 |

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Luas Jangkauan Kerja

|           |            | Type III Sum of Squares | df | Mean Square       | F       | Sig. |
|-----------|------------|-------------------------|----|-------------------|---------|------|
| Intercept | Hypothesis | 6.034                   | 1  | 6.034             | 262.178 | .004 |
|           | Error      | .046                    | 2  | .023 <sup>a</sup> |         |      |
| Perlakuan | Hypothesis | 4.052                   | 4  | 1.013             | 148.570 | .000 |
|           | Error      | .055                    | 8  | .007 <sup>b</sup> |         |      |
| Blok      | Hypothesis | .046                    | 2  | .023              | 3.376   | .087 |
|           | Error      | .055                    | 8  | .007 <sup>b</sup> |         |      |

a. MS(Blok)

b. MS(Error)

### Expected Mean Squares<sup>a,b</sup>

| Source    | Variance Component |            |                      |
|-----------|--------------------|------------|----------------------|
|           | Var(Blok)          | Var(Error) | Quadratic Term       |
| Intercept | 5.000              | 1.000      | Intercept, Perlakuan |
| Perlakuan | .000               | 1.000      | Perlakuan            |
| Blok      | 5.000              | 1.000      |                      |
| Error     | .000               | 1.000      |                      |

a. For each source, the expected mean square equals the sum of the coefficients in the cells times the variance components, plus a quadratic term involving effects in the Quadratic Term cell.

b. Expected Mean Squares are based on the Type III Sums of Squares.

### Luas Jangkauan Kerja

Duncan<sup>a,b</sup>

| Jenis Alat | N | Subset |       |       |        |
|------------|---|--------|-------|-------|--------|
|            |   | 1      | 2     | 3     | 4      |
| 5          | 3 | .0403  |       |       |        |
| 2          | 3 |        | .3723 |       |        |
| 1          | 3 |        | .4117 |       |        |
| 3          | 3 |        |       | .7873 |        |
| 4          | 3 |        |       |       | 1.5597 |
| Sig.       |   | 1.000  | .576  | 1.000 | 1.000  |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,007.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

b. Alpha = 0.05.

## Univariate Analysis of Variance

### Notes

|                        |                                |                                                                                                                                                                                      |
|------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Output Created         |                                | 11-MAR-2026 15:29:19                                                                                                                                                                 |
| Comments               |                                |                                                                                                                                                                                      |
| Input                  | Data                           | C:\Users\Digitalisasi\Downloads\O<br>kta\Data.sav                                                                                                                                    |
|                        | Active Dataset                 | DataSet1                                                                                                                                                                             |
|                        | Filter                         | <none>                                                                                                                                                                               |
|                        | Weight                         | <none>                                                                                                                                                                               |
|                        | Split File                     | <none>                                                                                                                                                                               |
|                        | N of Rows in Working Data File | 15                                                                                                                                                                                   |
| Missing Value Handling | Definition of Missing          | User-defined missing values are<br>treated as missing.                                                                                                                               |
|                        | Cases Used                     | Statistics are based on all cases with<br>valid data for all variables in the<br>model.                                                                                              |
| Syntax                 |                                | UNIANOVA Waktu BY Perlakuan<br>Blok<br>/RANDOM=Blok<br>/METHOD=SSTYPE(3)<br>/INTERCEPT=INCLUDE<br><br>/POSTHOC=Perlakuan(DUNCAN)<br>/CRITERIA=ALPHA(0.05)<br>/DESIGN=Perlakuan Blok. |
| Resources              | Processor Time                 | 00:00:00,03                                                                                                                                                                          |
|                        | Elapsed Time                   | 00:00:00,03                                                                                                                                                                          |

## Between-Subjects Factors

|            |      | N |
|------------|------|---|
| Jenis Alat | 1    | 3 |
|            | 2    | 3 |
|            | 3    | 3 |
|            | 4    | 3 |
|            | 5    | 3 |
| Ulangan    | 1.00 | 5 |
|            | 2.00 | 5 |

|      |   |
|------|---|
| 3.00 | 5 |
|------|---|

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Waktu Kerja

| Source    |            | Type III Sum of Squares | df | Mean Square          | F      | Sig. |
|-----------|------------|-------------------------|----|----------------------|--------|------|
| Intercept | Hypothesis | 42474.883               | 1  | 42474.883            | 51.927 | .019 |
|           | Error      | 1635.937                | 2  | 817.969 <sup>a</sup> |        |      |
| Perlakuan | Hypothesis | 91826.944               | 4  | 22956.736            | 33.103 | .000 |
|           | Error      | 5548.016                | 8  | 693.502 <sup>b</sup> |        |      |
| Blok      | Hypothesis | 1635.937                | 2  | 817.969              | 1.179  | .356 |
|           | Error      | 5548.016                | 8  | 693.502 <sup>b</sup> |        |      |

a. MS(Blok)

b. MS(Error)

### Expected Mean Squares<sup>a,b</sup>

| Source    | Variance Component |            |                      |
|-----------|--------------------|------------|----------------------|
|           | Var(Blok)          | Var(Error) | Quadratic Term       |
| Intercept | 5.000              | 1.000      | Intercept, Perlakuan |
| Perlakuan | .000               | 1.000      | Perlakuan            |
| Blok      | 5.000              | 1.000      |                      |
| Error     | .000               | 1.000      |                      |

a. For each source, the expected mean square equals the sum of the coefficients in the cells times the variance components, plus a quadratic term involving effects in the Quadratic Term cell.

b. Expected Mean Squares are based on the Type III Sums of Squares.

### Waktu Kerja

Duncan<sup>a,b</sup>

| Jenis Alat | N | Subset  |          |
|------------|---|---------|----------|
|            |   | 1       | 2        |
| 4          | 3 | 5.1667  |          |
| 3          | 3 | 10.3667 |          |
| 1          | 3 | 19.7333 |          |
| 2          | 3 | 21.5667 |          |
| 5          | 3 |         | 209.2333 |
| Sig.       |   | .492    | 1.000    |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 693,502.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

b. Alpha = 0.05.