



DOI: <https://doi.org/10.38035/rrj.v8i3>
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Evaluasi Resistensi Gulma Berdaun Lebar terhadap Herbisida di Perkebunan Sawit dan Pengembangan Strategi Pengendalian yang Efektif

Alfindo Pratama¹, Aulia Juanda Djaingsastro², Saroha Manurung³, Syarifah Widya Ulfa⁴

¹Institut Teknologi Sawit Indonesia, pratamaalfindo224@gmail.com

²Institut Teknologi Sawit Indonesia, aulia_juanda@itsi.ac.id

³Institut Teknologi Sawit Indonesia, saroha@itsi.ac.id

⁴Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, syarifahwidyaulfa@uinsu.ac.id

Corresponding Author: aulia_juanda@itsi.ac.id²

Abstract: Weeds in oil palm plantations negatively affect the quantity and quality of fresh fruit bunches, inhibit plant growth, increase susceptibility to pests and diseases, interfere with water use, and raise production costs. This study aimed to identify dominant broadleaf weed species, evaluate herbicide resistance, determine weed regrowth time, and develop effective control strategies. A factorial randomized block design with 6 treatments and 2 controls was applied, with observations conducted every 7 days for 6 weeks. Results showed that the most dominant broadleaf weed was *Synedrella nodiflora* with a dominance level of 27.64%, while the lowest population was *Asystasia intrusa* at 12.36%. Herbicide application significantly increased weed mortality compared to the control, with paraquat treatment (P3) producing the fastest response, reaching early visible damage within hours and higher mortality rates (>50% by day 5). Resistance analysis indicated that weeds were still susceptible, with Resistance Index (RI) values of 1.53 (glyphosate) and 0.80 (paraquat). Weed regrowth began at 16 days after application (H+16), dominated by *Ageratum conyzoides*, *Physalis minima*, and *Synedrella nodiflora*. An effective weed control strategy involves maintaining proper application intervals and using low herbicide doses to delay resistance development.

Keyword: *Weed, herbicide, regrowth and resistance*

Abstrak: Gulma di perkebunan kelapa sawit berdampak negatif terhadap kuantitas dan kualitas tandan buah segar, menghambat pertumbuhan tanaman, meningkatkan kerentanan terhadap hama dan penyakit, mengganggu penggunaan air, serta meningkatkan biaya produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi gulma berdaun lebar dominan, mengevaluasi resistensi terhadap herbisida, menentukan waktu regrowth, serta menyusun strategi pengendalian yang efektif. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok faktorial dengan 6 perlakuan dan 2 kontrol, dengan pengamatan setiap 7 hari selama 6 minggu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gulma berdaun lebar paling dominan adalah *Synedrella nodiflora* dengan tingkat dominansi sebesar 27,64%, sedangkan populasi terendah adalah *Asystasia intrusa* sebesar 12,36%. Aplikasi herbisida meningkatkan kematian gulma

secara nyata dibandingkan kontrol, dengan perlakuan paraquat (P3) menunjukkan respons tercepat, dengan gejala awal muncul dalam beberapa jam dan tingkat kematian tinggi (>50% pada hari ke-5). Analisis resistensi menunjukkan bahwa gulma masih tergolong rentan dengan nilai indeks resistensi (RI) sebesar 1,53 (glifosat) dan 0,80 (paraquat). Regrowth gulma mulai terjadi pada 16 hari setelah aplikasi (H+16), yang didominasi oleh *Ageratum conyzoides*, *Physalis minima*, dan *Synedrella nodiflora*. Strategi pengendalian gulma yang efektif dilakukan dengan menjaga interval aplikasi dan menggunakan dosis herbisida yang rendah untuk mencegah terjadinya resistensi.

Kata Kunci: Gulma, herbisida, regrowth, resistensi.

PENDAHULUAN

Gulma berdaun lebar merupakan salah satu jenis gulma yang paling umum di jumpai di perkebunan sawit. Penggunaan herbisida merupakan salah satu metode pengendalian gulma yang paling efektif, namun penggunaan herbisida yang berlebihan dapat menyebabkan resistensi gulma. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk mengevaluasi resistensi gulma berdaun lebar terhadap herbisida dan mengembangkan strategi pengendalian yang efektif.

Gulma merupakan salah satu faktor penghambat dalam budidaya kelapa sawit karena dapat bersaing dengan tanaman utama dalam memperoleh cahaya, air, unsur hara, dan ruang tumbuh (Zimdahl, 2018). Keberadaan gulma di area perkebunan juga dapat menghambat pertumbuhan tanaman, menurunkan kuantitas dan kualitas tandan buah segar, serta meningkatkan biaya pemeliharaan tanaman (Hakim et al., 2020). Pada perkebunan kelapa sawit, gulma berdaun lebar termasuk kelompok gulma yang cukup dominan karena memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap lingkungan terbuka dan intensitas cahaya tinggi (Radosevich et al., 2007).

Pengendalian gulma di perkebunan kelapa sawit dapat dilakukan secara mekanis, biologi, kultur teknis, maupun kimiawi. Namun demikian, penggunaan herbisida masih menjadi metode yang paling banyak di terapkan karena dinilai lebih praktis dan efektif untuk pengendalian gulma pada areal yang luas (Swanton & Weise, 1991). Herbisida berbahan aktif glifosat dan paraquat merupakan dua jenis herbisida yang umum digunakan dalam pengendalian gulma berdaun lebar di perkebunan kelapa sawit (Ruslan et al., 2020).

Paraquat bekerja sebagai herbisida kontak dengan merusak membran sel tanaman melalui pembentukan Reactive Oxygen Species (ROS), sehingga gejala kerusakan tanaman dapat terlihat dalam waktu relatif singkat setelah aplikasi (Hawkes, 2014; Gill & Tujeta, 2010). Sebaliknya, glifosat bekerja secara sistemik dengan cara ditranslokasikan menuju titik tumbuh tanaman dan menghambat kerja enzim EPSPS pada jalur shikimat yang berperan dalam sintesis asam amino aromatik (Steinrucken & Amrhein, 1980; Duke & Powles, 2008). Perbedaan mekanisme kerja tersebut menyebabkan herbisida kontak menunjukan gejala kematian tanaman lebih cepat dibandingkan herbisida sistemik, meskipun pengendalian menggunakan glifosat umumnya lebih efektif hingga ke bagian akar tanaman (Cobb & Reade, 2010).

Penggunaan herbisida secara terus menerus dengan bahan aktif yang sama dapat meningkatkan risiko terjadinya resistensi gulma (Powles & Yu, 2010). Resistensi gulma merupakan kemampuan gulma untuk tetap hidup meskipun telah diberikan herbisida dengan dosis yang sebelumnya efektif digunakan untuk pengendalian (Délye et al., 2013). Menurut Heap (2023), peningkatan kasus resistensi gulma di berbagai negara umumnya disebabkan oleh penggunaan herbisida secara intensif tanpa rotasi bahan aktif dan tanpa penerapan pengendalian gulma terpadu.

Munculnya gulma resisten dapat menimbulkan kerugian ekonomi, resistensi gulma menyebabkan biaya pengendalian menjadi lebih tinggi akibat peningkatan dosis dan

frekuensi aplikasi herbisida (Beckie, 2006). Dari sisi lingkungan, penggunaan herbisida secara berlebihan dapat menurunkan keanekaragaman hayati dan mengganggu organisme nontarget (Carvalho, 2017). Oleh karena itu, diperlukan strategi pengendalian gulma yang efektif dan berkelanjutan agar risiko resistensi gulma dapat ditekan.

Salah satu gulma berdaun lebar yang banyak di perkebunan kelapa sawit adalah *synedrella nodiflora*. Gulma ini memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap lingkungan terbuka, pertumbuhan vegetatif yang cepat, serta produksi biji yang tinggi sehingga mudah mendominasi areal perkebunan (Zimdahl, 2018). Selain itu, gulma ini juga mampu bersaing dalam penyerapan unsur hara dan cahaya sehingga pertumbuhannya relatif lebih cepat dibandingkan beberapa jenis gulma berdaun lebar lainnya (Swanton & Weise, 1991). Pengendalian gulma terpadu menjadi salah satu pendekatan yang dapat diterapkan untuk mengurangi perkembangan resistensi gulma. Pendekatan ini dilakukan melalui kombinasi metode mekanis, biologis, dan kimiawi agar ketergantungan terhadap herbisida dapat dikurangi (Mortensen et al., 2012). Selain itu, rotasi bahan aktif herbisida dan penggunaan dosis sesuai rekomendasi juga penting dilakukan untuk mencegah terbentuknya populasi gulma yang resisten (Norsworthy et al., 2012; Shaner, 2014).

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis gulma berdaun lebar yang terdapat di perkebunan sawit ITSI, mengevaluasi tingkat resistensi gulma berdaun lebar terhadap herbisida glifosat dan paraquat, menentukan waktu regrowth gulma setelah aplikasi herbisida, serta menyusun Strategi pengendalian gulma yang efektif dan berkelanjutan.

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah metode experimental design dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial yang terdiri atas 6 perlakuan herbisida dan 2 kontrol. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh total 24 unit percobaan. Perlakuan yang digunakan terdiri atas herbisida sistemik berbahan aktif glifosat dan herbisida kontak berbahan aktif paraquat. Perlakuan glifosat terdiri dari G0 = kontrol tanpa aplikasi herbisida, G1 = glifosat dosis 0,4 ml L⁻¹ air, G2 = glifosat dosis 0,5 ml L⁻¹ air, dan G3 = glifosat dosis 0,6 ml L⁻¹ air. Perlakuan paraquat terdiri dari P0 = kontrol tanpa aplikasi herbisida, P1 = paraquat dosis 0,2 ml L⁻¹ air, P2 = paraquat dosis 0,3 ml L⁻¹ air, dan P3 = paraquat dosis 0,4 ml L⁻¹ air. Selanjutnya dilakukan analisis sidik ragam dengan model linier $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + e_{ij}$.

Keterangan:

Y_{ij} = nilai pengamatan pada perlakuan ke-I dan kelompok ke-j

μ = nilai tengah umum

α_i = pengaruh perlakuan ke-i

β_j = pengaruh kelompok ke-j

e_{ij} = galat percobaan pada perlakuan ke-i dan kelompok ke-j.

Pengamatan dimulai sejak hari pertama sebelum herbisida disemprotkan (hari ke-0), lalu dilakukan setiap tujuh hari sekali selama enam minggu ke depan. Tujuannya adalah untuk melihat bagaimana gulma bereaksi terhadap perlakuan herbisida dari waktu ke waktu. Pengamatan dilakukan secara langsung di lapangan dengan mencatat beberapa hal penting, seperti berapa banyak gulma yang masih hidup di setiap meter persegi, seberapa tinggi gulma tersebut tumbuh, seberapa luas daunnya, dan berapa persen tanaman yang mati setelah disemprot.

Selain itu, juga memperhatikan apakah gulma tumbuh kembali dengan cepat setelah disemprot, yang bisa jadi tanda-tanda awal resistensi. Jika gulma tetap hidup meskipun sudah disemprot dengan dosis normal, tumbuh kembali lebih cepat dari biasanya, atau daunnya

berubah warna tapi tidak seperti gejala mati yang umum, itu bisa jadi bahwa gulma mulai kebal terhadap herbisida yang digunakan.

Uji resistensi I diketahui melalui perhitungan persentase jumlah gulma yang mampu bertahan hidup setelah aplikasi herbisida dengan dosis yang ditetapkan. Populasi gulma dinyatakan resisten apabila >50% gulma mampu bertahan hidup setelah aplikasi herbisida (Ginting dkk, 2015). Selanjutnya uji resistensi I diperoleh dengan kecepatan meracuni (LT_{50}), dosis efektif dan nisbah resistensi.

Kecepatan meracuni atau *Mediat Lethal Time (LT)* adalah waktu yang dibutuhkan herbisida untuk meracuni gulma sebesar 50%. Dimana nilai LT dapat diketahui dari persamaan regresi linier : $Y = ax + b$, dimana nilai Y adalah nilai probit pada persen keracunan gulma dan x adalah log hari pengamatan persen keracunan. Kemudian setelah nilai x diketahui maka LT dapat diketahui dengan antilog nilai x tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gulma Berdaun Lebar

Berdasarkan hasil identifikasi awal yang telah dilakukan pada areal penelitian maka diperoleh total 275 jenis gulma dimana persentase gulma berdaun lebar terbesar ditumbuhi oleh gulma jotang kuda atau *Synedrella nodiflora* sebanyak 27,64% (Rianti et al., 2015). Gulma jotang kuda ini memiliki batang lunak, bercabang, tumbuh menjalar atau tegak. Dimana daun berbentuk oval sampai lonjong dengan ciri khas tepi yang bergerigi dan memiliki bunga bewarna kuning (Saur E, 2019). Sedangkan gulma dengan populasi terkecil adalah gulma (*Asystasia intrusa*) mencapai 12,36%.

Tingginya dominasi *Synedrella nodiflora* diduga dipengaruhi oleh kemampuan adaptasinya terhadap kondisi lingkungan perkebunan kelapa sawit. Gulma memiliki pertumbuhan yang cepat, produksi biji yang tinggi, serta toleransi yang baik terhadap kondisi terbuka dengan intensitas cahaya tinggi (Radosevich et al., 2007; Zimdahl, 2018). Selain itu, kemampuan kompetisi terhadap unsur hara menyebabkan gulma ini lebih mudah mendominasi areal penelitian (Swanton & Weise, 1991).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi herbisida kontak memberikan gejala kematian gulma lebih cepat dibandingkan herbisida sistemik. Pada aplikasi paraquat, perubahan warna daun mulai terlihat beberapa jam setelah penyemprotan berupa daun yang memucat hingga menguning. Hal tersebut terjadi karena paraquat bekerja dengan merusak membran sel tanaman melalui pembentukan Reactive Oxygen Species (ROS) sehingga jaringan tanaman mengalami nekrosis lebih cepat (Hawkes, 2014; Gill & Tujeta, 2010). Ruslan et al. (2020) menyatakan bahwa gejala kerusakan akibat paraquat dapat terlihat hanya dalam beberapa jam setelah aplikasi.

Sebaliknya, glifosat menunjukkan gejala kerusakan yang lebih lambat dibandingkan paraquat. Hal ini terjadi karena glifosat bekerja secara sistemik dengan cara ditranslokasikan melalui jaringan floem menuju titik tumbuh tanaman. Glifosat menghambat kerja enzim EPSPS pada jalur shikimat sehingga proses metabolisme tanaman terganggu secara bertahap (Steinrucken & Amrhein, 1980; Duke & Powles, 2008). Menurut Cobb dan Reade (2010), herbisida sistemik membutuhkan waktu lebih lama untuk menunjukkan gejala visual, namun pengendaliannya cenderung lebih efektif karena mampu mematikan jaringan tanaman hingga ke bagian akar.

Hasil evaluasi resistensi menunjukkan bahwa gulma berdaun lebar di areal penelitian belum mengalami resistensi terhadap herbisida yang digunakan. Nilai Resistance Index (RI) glifosat sebesar 1,53 sedangkan paraquat sebesar 0,80. Burgos et al. (2013) menjelaskan bahwa nilai RI yang masih tergolong rentan terhadap herbisida. Walaupun demikian, penggunaan herbisida secara terus menerus tetap berpotensi meningkatkan risiko resistensi gulma akibat seleksi alami terhadap individu yang mampu bertahan hidup (Powles & Yu,

210). Regrowth gulma mulai terjadi pada H+16 setelah aplikasi herbisida. Jenis gulma berdaun lebar yang tumbuh kembali meliputi *Ageratum conyzoides*, *Phyllanthus urinaria*, *Physalis minima*, *Asystasia intrusa*, dan *Synedrella nodiflora*. Kemampuan regrowth tersebut. Dipengaruhi oleh adanya cadangan makanan pada akar maupun biji gulma yang masih tersisa di dalam tanah (Chauhan, 2020). Selain itu, beberapa gulma berdaun lebar diketahui memiliki kemampuan regenerasi yang cukup tinggi sehingga dapat tumbuh kembali dengan cepat setelah pengendalian dilakukan (Klingman et al., 1992).

Penggunaan herbisida secara intensif tanpa rotasi bahan aktif dapat mempercepat munculnya populasi gulma yang resisten (Heap, 2023). Oleh karena itu, strategi pengendalian gulma perlu dilakukan melalui rotasi bahan aktif, penggunaan dosis sesuai rekomendasi, serta penerapan pengendalian gulma terpadu untuk mengurangi tekanan seleksi terhadap populasi gulma (Norsworthy et al., 2012; Beckie, 2006). Pendekatan pengendalian gulma terpadu juga dapat membantu menjaga keberlanjutan produksi kelapa sawit dan mengurangi dampak negatif penggunaan herbisida terhadap lingkungan (Mortensen et al., 2012; Carvalho, 2017).

Keberadaan gulma berdaun lebar seperti *Synedrella nodiflora* dan *Ageratum conyzoides* dapat bersaing dengan tanaman pokok dalam memperoleh air, unsur hara, cahaya dan ruang tumbuh, sehingga berdampak langsung pada penurunan produktivitas tanaman (Hakim et al., 2020). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis Gulma Berdaun Lebar Pada Areal Penelitian

Nama Gulma	Jumlah	%
Bandotan (<i>Ageratum conyzoides</i>)	65	23,64
Meniran (<i>Phyllanthus urinaria</i>)	44	16,00
Asystasia (<i>Asystasia intrusa</i>)	34	12,36
Jotang Kuda (<i>Synedrella nodiflora</i>)	76	27,64
Katemas (<i>Physalis minima</i>)	56	20,36
Total	275	100

Sumber: Data lapangan

Tingkat Kematian Gulma Setelah Aplikasi Herbisida

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi herbisida memberikan pengaruh nyata terhadap tingkat kematian gulma berdaun lebar dibandingkan kontrol. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (ANOVA), perlakuan herbisida menunjukkan pengaruh nyata pada taraf 5% ($p < 0,05$). Hasil uji lanjut Duncan's Multiple Range Test (DMRT) menunjukkan bahwa perlakuan paraquat dosis 0,4 ml per liter air (P3) memberikan respons kematian gulma tercepat dibandingkan perlakuan lainnya.

Pada pengamatan hari pertama setelah aplikasi, gejala kerusakan gulma pada perlakuan paraquat mulai terlihat dalam beberapa jam berupa perubahan warna daun menjadi pucat hingga menguning. Gejala tersebut terjadi karena paraquat bekerja sebagai herbisida kontak yang merusak membran sel tanaman melalui pembentukan Reactive Oxygen Species (ROS) sehingga jaringan tanaman mengalami nekrosis lebih cepat (Hawkes, 2014; Gill & Tuteja, 2010).

Sebaliknya, perlakuan glifosat menunjukkan gejala kerusakan yang lebih lambat dibandingkan paraquat. Hal tersebut disebabkan karena glifosat bekerja secara sistemik dan ditranslokasikan menuju titik tumbuh tanaman sehingga memerlukan waktu lebih lama untuk menunjukkan gejala visual. Namun demikian, pengendalian menggunakan glifosat cenderung lebih efektif karena mampu memengaruhi jaringan tanaman hingga ke bagian akar (Cobb & Reade, 2010).

Tabel 2. Tingkat Kematian Gulma Setelah Aplikasi Herbisida

Perlakuan	H+1	H+2	H+3	H+4	H+5	H+6	H+7
-----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Perlakuan	H+1	H+2	H+3	H+4	H+5	H+6	H+7
G0	0.00%	0.00%	a	0.00%	a	0.00%	a
G1	5.00%	10.55%	b	14.51%	b	21.30%	b
G2	18.63%	15.31%	bc	18.57%	bc	21.58%	b
G3	17.50%	15.83%	bc	18.02%	bc	23.23%	b
P1	42.77%	25.63%	bc	23.09%	bc	30.63%	b
P2	44.90%	26.44%	bc	28.64%	bc	30.78%	b
P3	44.10%	30.04%	d	31.38%	c	32.72%	b

Ket: Angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji DMRT 5%.

Berdasarkan Tabel 2 maka diketahui pada H+2 sudah terlihat perbedaan yang nyata antara pemberian herbisida dengan kontrol dan pemberian P3 atau paraquat 0,4 ml per liter air memberikan pengaruh yang nyata terhadap perlakuan lainnya. Pada H+3 perbedaan yang nyata terlihat pada perlakuan P3 dengan G1 sedangkan perlakuan lainnya tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata. Pada H+4 hingga H+7 diketahui tingkat kematian gulma pada perlakuan G dan P tidak menunjukkan hasil yang nyata sedangkan teradap control memberikan pengaruh yang nyata.

Berdasarkan Tabel 2 tersebut maka diketahui pemberian herbisida kontak maupun glifosat akan memberikan efek kematian pada gulma, perbedaan dari keduanya terlihat pada kecepatan kematiannya. Dimana pada gulma dengan pengaplikasian herbisida kontak tingkat kematian akan lebih cepat terlihat sedangkan untuk gulma dengan pengaplikasian herbisida sistemik lebih lama. Hal ini sesuai dengan penelitian Ruslan (2020) dimana gulma yang dikendalikan dengan herbisida paraquat hitungan jam akan sudah mulai terlihat perubahannya sedangkan gulma yang dikendaliakan dengan herbisida sistemik masih harus menunggu waktu bahkan hingga 24 jam untuk terlihat perubahan fisiknya.

Gejala kerusakan gulma pada pengaplikasian herbisida paraquat terlihat pada hari pertama adalah munculnya perubahan warna pada daun yakni peruhan dau yang memucat setelah 2 sampai dengan 3 jam, dan ini terjadi pada hampir seluruh jenis gulma yang ada. Pada jenis gulma Bandotan (*A. conyzoides*) pada warna daun tampak menguning mulai dari sisi luar dan dalam hitungan jam seluruh daun terlihat sudah menguning. Gulma Meniran atau *Phyllanthus urinaria* gulma yang sedikit lebih lambat terkena dampak dari herbisida paraquat.

Jika dilihat dari responnya gulma meniran lebih resisten terhadap herbisida kontak yang diberikan jika dibandingkan dengan gulma lain seperti *Asystasia intrua*, *Synedrella nodiflora* dan *Physalis minima*. Pada pengendalian dengan herbisida sistemik kondisi tanaman belum terlihat di 5 sampai dengan 7 jam pertama namun tanda-tanda adanya kematian jaringan dapat dilihat dari perubahan warna daun di bagian dalam setiap gulma. Seperti halnya gulma *S nodilora* dan *Physalis minima* dimana kondisi yang terlihat secara fisik hanya warna yang berubah namun warna tersebut belum mencolok,

Menurut Kusuma A (2017) pengendalian gulma secara sistemik akan terlihat lebih lama secara fisik perubahannya namun pengendalian secara sistemik secara keseluruhan akan lebih efektif. Hal ini dikarenakan pengendalian gulma dengan bahan aktif sistemik akan menyerang jaringan tanaman, sehingga metabolisme dari gulma tersebut akan terganggu sehingga tanaman akan dengan peralihan menunjukkan kematiannya.

Evaluasi Resistensi dan Regrowth Gulma

Hasil resistensi menunjukkan bahwa gulma berdaun lebar pada areal penelitian masih tergolong belum resisten terhadap herbisida yang digunakan. Nilai Resistance Index (RI) pada glifosat sebesar 1,53 sedangkan pada paraquat sebesar 0,80. Menurut Burgos et al. (2013), nilai RI yang masih rendah menunjukkan bahwa populasi gulma masih tergolong rentan terhadap herbisida.

Meskipun demikian, penggunaan herbisida secara terus menerus dengan bahan aktif yang sama tetap berpotensi meningkatkan resiko resistensi gulma akibat proses seleksi alami terhadap individu yang mampu bertahan hidup (Powles & Yu, 2010). Oleh karena itu, penggunaan herbisida perlu disertai dengan rotasi bahan aktif serta pengaturan interval aplikasi agar efektivitas pengendalian tetap terjaga.

Tabel 3. Nilai Resistance Index (RI)

Herbisida	Rentan LD	Resisten LD	RI	Keterangan
Glifosat	0.40	0.62	1.53	Belum Resisten
Paraquat	0.63	0.50	0.80	Belum Resisten

Sumber: Hasil Analisis Penelitian

Berdasarkan nilai LD 50% tersebut maka diperoleh gulma dengan pengendalian sistemik maupun kontak sama-sama menunjukkan hasil yang belum resisten. Dengan demikian maka diketahui gulma akan mati pada dosis 0,4 ml untuk gulma rentan menggunakan herbisida sistemik sedangkan untuk herbisida kontak 0,63 ml untuk gulma dengan kematian resisten membutuhkan dosis 0,62 ml untuk resisten dan 0,50 untuk kontak. Sehingga nilai RI adalah 1,53 untuk herbisida glifosat dan 0,80 untuk herbisida paraquat.

Regrowth Gulma Setelah Aplikasi Herbisida

Regrowth gulma mulai terlihat pada H+16 setelah aplikasi herbisida. Jenis gulma yang tumbuh kembali meliputi *Ageratum conyzoides*, *Phyllanthus urinaria*, *Physalis minima*, *Asystasia intusa*, dan *Synedrella nodiflora*. Pada pengamatan lapangan, *Ageratum conyzoides* terlihat lebih cepat mengalami pertumbuhan kembali dibandingkan gulma lainnya. Kemampuan regrowth gulma diduga dipengaruhi oleh adanya cadangan makanan pada akar maupun biji gulma yang masih tersisa didalam tanah sehingga gulma mampu tumbuh kembali setelah aplikasi herbisida (Chauhan, 2020). Selain itu, beberapa jenis gulma berdaun lebar diketahui memiliki kemampuan regenerasi yang cukup tinggi sehingga memerlukan pengendalian yang dilakukan secara berkelanjutan.

Tabel 4. Regrowth Gulma

Plot 1	Bandotan (<i>Ageratum conyzoides</i>)	55
	Rumput Paitan	12
	Rumput Odot (<i>Pennisetum purpureum</i>)	10
Plot 2	Teki tekian (<i>Cyperus rotundus</i>)	41
	Dulangan (<i>Peperomia pellucida</i>)	2
	Rumput Odot (<i>Pennisetum purpureum</i>)	3
Plot 3	Bandotan (<i>Ageratum conyzoides</i>)	15
	Rumput Paitan	12
	Rumput Odot (<i>Pennisetum purpureum</i>)	11

Sumber: Analisis Data

Dari 3 plot yang telah diamati terdapat 5 jenis gulma yang kembali tumbuh setelah 16 hari yakni gulma bandotan (*A. conyzoides*), rumput paitan, rumput odot (*Pennisetum purpureum*), Dulangan (*P. pellucida*), dan teki-teki (*C. rotundus*). Jenis gulma yang tumbuh terbesar adalah bandotan dan teki-teki. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan rumput teki-teki lebih cepat menyebar sehingga jumlah gulma memiliki kuantitas yang terbesar jika dibandingkan dengan gulma lainnya.

Strategi Pengendalian Efektif

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan maka dapat diperoleh beberapa temuan yakni gulma di areal ITSI masih belum resisten terhadap herbisida baik kontak maupun sistemik sehingga penggunaan herbisida masih dapat dilakukan dengan dosis rendah. Penggunaan herbisida dalam pengendaliannya pun perlu dilakukan pemilihan bahan aktif agar gulma yang kembali tumbuh tidak menunjukkan adanya gejala resisten. Pengelolaan gulma terintegrasi yang menggabungkan metode kimia, mekanis, dan kultural direkomendasikan sebagai praktik terbaik untuk menunda munculnya resistensi (Beckie & Tardif, 2012). Rotasi bahan aktif herbisida dengan mekanisme kerja berbeda juga terbukti efektif mengurangi tekanan seleksi terhadap populasi gulma (Délye 2013).

Pengendalian perlu dilakukan dengan tenggang waktu yang cukup agar gulma yang kembali tumbuh tidak mengalami mekanisme resistensi hal ini dihindarkan karena menurut Manalil (2015) Penggunaan herbisida secara intensif dalam jangka waktu yang lama mengakibatkan banyak terjadi mutasi gen pada gulma yang mengakibatkan terjadinya resisten terhadap herbisida. Penggunaan herbisida secara besar-besaran tanpa adanya variasi dalam pengelolaan herbisida dapat dengan cepat memunculkan mutasi populasi gulma yang resisten terhadap herbisida. Resistensi ini dapat terjadi karena adanya mutasi pada *site of action* gulma sehingga herbisida tidak dapat meracuni gulma.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh beberapa kesimpulan yakni sebagai berikut Jenis gulma berdaun lebar yang dominan di areal penelitian adalah Jotang kuda (*Synedrella nodiflora*). Gulma yang ada di areal penelitian belum resisten terhadap gulma Setelah pengendalian dilakukan maka gulma mengalami proses *regrowth* pada H+16. Strategi pengendalian gulma yang perlu dilakukan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan adalah menjaga interval waktu pengendalian dan menjaga dosis yang digunakan tetap rendah untuk menghindari terjadinya resistensi

REFERENSI

- Beckie, H. J. (2006). Herbicide-resistant Weeds: management tactics and practices. *Weed Technology*, 20(3), 793-814.
- Burgos, N.R., Tranel, P.J., Steibig, J.C., Davis, V.M., Shaner, D., Norsworthy, J.K., & Ritz, C. (2013). Review: confirmation of resistance to herbicides and evaluation of resistance levels. *Weed Science*, 61(1), 4-20.
- Carvalho, F.P. (2017). Pesticides, environments, and food safety. *Food and Energy Security*, 6(2), 48-60.
- Chauhan, B.S. (2020). Grand challenges in weed management. *Frontiers in Agronomy*, 1, 3-10.
- Cobb, A.H., & Reade, J.P.H. (2010). *Herbicides and Plant Physiology*. 2nd Edition. Wiley-Blackwell.
- Délye, C., Jasieniuk, M., & Le Corre, V. (2013). Deciphering the evolution of herbicide resistance in weeds. *Trends in Genetics*, 29(11), 649-658.
- Gill, S.S., & Tuteja, N. (2010). Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 48(12), 909-930.
- Hakim, M., et al. (2020). Pengaruh gulma terhadap produktivitas kelapa sawit. *Jurnal Agroteknologi*, 12(2), 101-108.
- Hawkes, T.R. (2014). Mechanisms of resistance to paraquat in plants. *Pest Management Science*, 70(9), 1316-1323.
- Heap, I. (2023). *The International Survey of Herbicide Resistant Weeds*. Weed Science Society of America.
- Klingman, G.C., Ashton, F.M., & Noordhoff, L.J. (1992). *Weed Science: Principles and Practices*. Wiley.

- Kusuma, A. 2017. Uji Resistensi Gulma *Cyperus kyllingia*, *Digitaria ciliaris*, *praxelis clematidea* Asal Perkebunan Nanas Lampung Tengah Terhadap Herbisida Bromasil. Skripsi. Universitas Lampung.
- Mortensen, D.A., Egan, J.F., Maxwell, B.D., Ryan, M.R., & Smith, R.G. (2012). Navigating a critical juncture for sustainable weed management. *BioScience*, 62(1), 75-84.
- Norsworthy, J.k., Ward, S.M., Shaw, D.R., et al. (2012). Reducing the risks of herbicide resistance. *Weed Science*, 60(sp1), 31-62.
- Powles, S.B., & Yu, Q. (2010). Evolution in action: Annual Review of Plants resistant to herbicides. *Annual Review of Plant Biology*, 61, 317-347.
- Purba, E., Damanik, S.J. (2016). *Dasar-Dasar Ilmu Gulma*. USU Press. Medan
- Radosevich, S., Holt, J., & Ghera, C. (2007). *Ecology of weeds and Invasive Plants*. Wiley.
- Rianti, N., Salbiah, D., Khoiri, M.A. 2015. Pengendalian gulma pada kebun kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) K2I dan kebun masyarakat di Desa Bangko Kiri Kecamatan Bangko Pusako Kabupaten Rokan Hilir Provinsi Riau. *Jom Faperta*. 2 (1).
- Ruslan, H.K., Ovejero, R.F.L., Belchior, G.G., Maymone, G.P.L., & Dayan, F.E. (2020). ACCase-inhibiting herbicides: mechanisms of action, resistance evolution and stewardship. *Scientia Agricola*, 78(1), 1-10.
- Ruslan, H.K., R.F.L. Ovejero, G.G. Belchior, G.P.L. Maymone, and F.E. Dayan. 2020. ACCase-inhibiting herbicides: Mechanisms of action, resistance evolution and stewardship. *Scientia Agricola*, 78(1). <https://doi.org/10.1590/1678-992x-2019-0102>
- Saur, Ernawati. (2019). Uji Resistensi Gulma *Eleusine indica* Terhadap Penggunaan Herbisida Berbahan Aktif Glifosat. Program Studi Agroteknologi. Universitas Islam Sumatera Utara. *Agriland* Vol. 7 No. 1 Januari-Juni 2019, 33-38
- Shaner, D.L. (2014). *Herbicide Handbook*. 10th Edition. Weed Science Society of America.
- Steinrucken, H.C., & Amrhein, N. (1980). The herbicide glyphosate is a potent inhibitor of EPSP synthase. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 94(4), 1207-1212.
- Swanton, C.J., & Weise, S.F. (1991). Integrated weed management: the rationale and approach. *Weed Technology*, 5(3), 657-663.
- Teoh, C.H. (2010). *Key Sustainability Issues in the Palm Oil Sector*, World Bank Group.
- Vickram, H., Meilin, A., & Rahayu, T. (2016). Uji Efektifitas Pengendalian Gulma Secara Kimiawi dan Manual Pada Lahan Replanting Karet (*Hevea Brasiliensis* Muell. Arg.) di Dusun Suka Damai Desa Pondok Meja Kabupaten Muaro Jambi. *Jurnal Media Pertanian*, 1(1), 36-44.
- Wahyuni, N.W. (2018). Uji Resistensi Gulma Daun Lebar Asal Perkebunan Nanas Lampung Tengah Terhadap Herbisida Bromasil. Skripsi. Universitas Lampung
- Yaman, W. (2021). Efikasi Herbisida Isopropilamina Glifosat 240 g 1-1 Terhadap Pertumbuhan Gulma di Perkebunan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Tanaman Menghasilkan. *Inovasi Pembangunan: Jurnal Kelitbangan*, 9(02), 189-189.
- Zimdahl, R.L. (2018). *Fundamentals of Weed Science*. 5th Edition. Academic Press.