
BIOFARM
Jurnal Ilmiah Pertanian
ISSN Print: 0216-5430; ISSN Online: 2301-6442
Vol. 20, No. 1, April 2024

Dinamika Dominansi dan Perubahan Komposisi Gulma Akibat Aplikasi Herbisida Paraquat Diklorida Pada Perkebunan Karet (*Havea brasiliensis* Muell. Arg.)

Impact of Paraquat Dichloride Herbicide Application on The Dominance Dynamics and Weed Composition in Rubber Plantations (Hevea brasiliensis Muell. Arg.)

Rizky Rahmadi*[1], Fajar Rochman[1], Priyadi[1],Arga Satria Effendy[2], Sevagus Waskita Cahya[3]
[1]Program Studi Teknologi Produksi Tanaman Pangan, Jurusan Budidaya Tanaman Pangan, Politeknik Negeri Lampung, Bandar Lampung, Indonesia
[2]PT. Hextar Fertilizer Indonesia, Lampung Tengah, Indonesia
[3]CV. Wonder Farm Natural, Lampung Selatan, Indonesia
*Korespondensi Penulis: rizky.rahmadi@polinela.ac.id

ABSTRAK
Keberadaan gulma mampu menyebabkan penurunan produktivitas dari tanaman karet, sehingga upaya pengendalian harus dilakukan. Metode pengendalian menggunakan herbisida berbahan aktif paraquat diklorida dinilai lebih efektif dan efisien dari segi biaya dan waktu. Pengendalian gulma mampu menyebabkan perubahan struktur dan komposisi gulma. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui dominansi gulma dan perubahan komposisi gulma pada perkebunan karet akibat aplikasi herbisida paraquat diklorida. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) 6 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan terdiri dari dosis paraquat diklorida 310,5 g/ha (P1); 414 g/ha (P2); 496,8 g/ha (P3); 621 g/ha (P4); pengendalian mekanis (P5); dan kontrol (P6). Hasil penelitian menunjukkan bahwa herbisida paraquat diklorida efektif dalam mengendalikan gulma dengan waktu yang cepat, namun memiliki durasi yang terbatas dibandingkan dengan herbisida yang ditranslokasi tanaman. Hal ini ditandai dengan keragaman dominansi spesies gulma pada SDR 4 MSA < 8 MSA < 12 MSA. Aplikasi herbisida paraquat diklorida dan pengendalian mekanis mampu menyebabkan perubahan komposisi gulma.

Kata kunci**:** *Karet; Keragaman; Produktivitas; Struktur*

ABSTRACT
The presence of weeds can result in a reduction in the productivity of rubber plants, necessitating the implementation of control measures. Among the various control methods, the use of herbicides derived from paraquat dichloride has been identified as a more effective and efficient approach in terms of cost and time. However, the application of weed control measures can lead to alterations in the structure and composition of weeds. The objective of this study was to ascertain the prevalence of weeds and the impact of paraquat dichloride herbicide on the composition of weeds in rubber plantations. This study employed a randomized group design with six treatments and four replications. The treatments consisted of doses of paraquat dichloride, including 310.5 g/ha (P1), 414 g/ha (P2), 496.8 g/ha (P3), 621 g/ha (P4), mechanical control (P5), and control (P6). The results demonstrated that paraquat dichloride herbicide was efficacious in the control of weeds with a rapid onset, yet exhibited a limited duration in comparison to crop-translocated herbicides. This was evidenced by the diversity of weed species dominance at SDR 4 WAA < 8 WAA < 12 WAA. The application of paraquat dichloride herbicide and mechanical control were found to induce alterations in weed composition.

Keywords: Diversity; Productivity; Rubber; Structure

PENDAHULUAN

Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) merupakan komoditas perkebunan yang menghasilkan lateks (bahan baku produk karet) berperan penting dalam perekonomian Indonesia. Produktivitas karet sangat ditentukan oleh keberhasilan proses budidaya. Proses ini berkaitan erat

dengan upaya minimalisir potensi kehilangan hasil produksi. Salah satu upaya tersebut yaitu pengendalian gulma (Rahmadi, Sari, et al., 2023).

Kehadiran gulma perlu dikendalikan keberadaannya karena akan mengakibatkan kerugian yaitu persaingan antara gulma dan tanaman karet dalam memperebutkan akses terhadap air, unsur hara, lahan budidaya, dan sinar matahari (Rahmadi et al., 2021). Selain itu, keberadaan gulma juga mampu menunda waktu pengumpulan getah tanaman (Giraldi & Rahmadi, 2023).

Dari segi waktu dan biaya, metode pengendalian gulma spektrum luas yang efektif dan efisien adalah penggunaan metode kimia dengan menggunakan herbisida. Herbisida bekerja dengan cara mengganggu sistem metabolisme tanaman, menghambat pertumbuhan, atau langsung membunuh gulma tersebut (Heap, 2022). Salah satu bahan aktif herbisida yang digunakan pada perkebunan karet adalah paraquat diklorida (bersidat kontak dan non selektif). Paraquat diklorida memiliki kemampuan yang cepat dalam mengendalikan gulma sehingga efisien dalam segi waktu.

Aplikasi herbisida dapat menyebabkan perubahan komposisi gulma pada areal lahan budidaya. Perubahan komposisi gulma dapat diamati dengan efektif apabila pengendalian dilakukan dengan menggunakan herbisida, hal ini ditentukan oleh laju pengendalian, tingkat tutupan lahan, jumlah spesies, dan populasi gulma di suatu lahan (Rao et al., 2017). Berdasarkan hal tersebut, tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui dominansi gulma dan perubahan komposisi spesies gulma pada perkebunan karet yang diaplikasikan herbisida paraquat diklorida.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di perkebunan karet rakyat (PKR) Kabupaten Lampung Tengah, Provinsi Lampung, Indonesia dan *Polinela Organic Farm*. Alat yang digunakan yaitu *sprayer*, *rubber bulb*, gelas ukur, kuadran 0,5 m^2, cangkul, oven, timbangan, ATK, dan amplop kertas. Bahan yang digunakan yaitu tanaman karet menghasilkan (TM) berumur 5 tahun (kultivar GT–1), herbisida berbahan aktif parakuat diklorida 276 SL, dan air.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) 6 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan terdiri dari kontrol (tanpa perlakuan), pengendalian mekanis (pembanding) dan dosis herbisida parakuat diklorida 276 SL antara lain: 310,5 g/ha ($^3/_4$ dosis anjuran), 414 g/ha (dosis anjuran), 496,8 g/ha (1¼ dosis anjuran), dan 621 g/ha ($1^1/_2$ dosis anjuran). Pengelompokkan ditentukan oleh keseragaman gulma yang ada di petak percobaan.

Variabel pengamatan pada penelitian ini meliputi bobot kering gulma dengan menganalisis nilai SDR gulma (%) dan perubahan komposisi gulma (C). Pengamatan dilakukan pada 4, 8, dan 12 minggu setelah aplikasi (MSA).

Sampel gulma pada tiap petak penelitian diambil menggunakan kuadran 0,5 m^2 guna mengukur dominansi gulma pada tiap plot pengamatan. Gulma tersebut dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 80°C selama 48 jam, lalu ditimbang bobot keringnya. Untuk melihat dominansi gulma, bobot kering gulma dianalisis menggunakan metode *Summed Dominance Ratio* (SDR) menurut Tjitrosoedirdjo et al. (1984):

- Dominan Mutlak (DM): Bobot kering spesies gulma tertentu dalam petak penelitian.
- Dominansi Nisbi (DN):

  $DN = \frac{DM\ spesies\ gulma\ tertentu}{Total\ DM\ semua\ spesies\ gulma} X\ 100\ \%$
- Frekuensi Mutlak (FM): Frekuensi kemunculan gulma tertentu pada setiap ulangan.
- Frekuensi Nisbi (FN):

  $FN = \frac{FM\ spesies\ gulma\ tertentu}{total\ FM\ semua\ spesies\ gulma} X\ 100\ \%$
- Nilai Penting : Jumlah Nilai peubah nisbi yang digunakan (DN+FN)
- $SDR = \frac{Nilai\ penting\ spesies\ gulma\ tertentu}{Jumlah\ peubah\ nisbi} = \frac{NP}{2}$

Perhitungan koefisien komunitas gulma (C) dilakukan untuk mengetahui perubahan komposisi gulma akibat aplikasi

herbisida paraquat diklorida berdasarkan (Tjitrosoedirdjo et al., 1984):

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

Keterangan:

C = Koefisien komunitas

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

a = Jumlah dari seluruh SDR pada komunitas pertama

b = Jumlah dari seluruh SDR pada komunitas kedua

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan dominansi gulma (SDR) pada 4 MSA (Tabel 1) menunjukkan bahwa terdapat 9 spesies gulma dengan golongan rumput, daun lebar, dan teki. Gulma dominan terdapat pada gulma golongan rumput *Ottochloa nodosa* pada semua perlakuan kecuali pengendalian mekanis dan kontrol (P5 dan P6), dimana *Axonopus compressus* lebih dominan. *Asystasia gangetica* menjadi gulma dominan pada golongan daun lebar di semua perlakuan. Spesies gulma terbanyak terdapat pada perlakuan paraquat diklorida 310,5 g/ha (P1) sebanyak 7 spesies, sedangkan jumlah spesies gulma paling sedikit dijumpai pada perlakuan parakuat diklorida 496,8 g/ha dan pengendalian mekanis (P3 dan P5) sebanyak 3 spesies. Hal ini menunjukkan bahwa gulma sudah mulai tumbuh kembali dikarenakan paraquat diklorida bersifat kontak sehingga tidak memiliki kemampuan dalam mentranslokasikan molekul herbisida yang diserap ke seluruh bagian gulma. Hal ini didukung oleh Sumekar et al. (2021), yang menyatakan bahwa herbisida yang bersifat kontak mematikan bagian gulma yang terkena langsung oleh molekul herbisida, bagian yang terkena akan terpapar radikal membran peroksida (H_2O_2). Dampak yang ditimbulkan yaitu kerusakan membran sel yang mampu menghambat pertumbuhan atau mematikan gulma. Namun hal ini terjadi hanya pada bagian gulma yang terkena saja (Tsai, 2020).

Hasil pengamatan dominansi gulma (SDR) pada 8 MSA (Tabel 2) menunjukkan bahwa terdapat 16 spesies gulma pada golongan rumput, daun lebar, dan teki. *O. nodosa* masih menjadi gulma rumput dominan pada semua perlakuan kecuali P2 dan P5, dimana *A. compressus* dan *Ageratum conyzoides* lebih dominan. *A. gangetica* dan *A. conyzoides* menjadi gulma daun lebar dominan pada sebagian besar perlakuan. Spesies gulma terbanyak terdapat pada perlakuan kontrol sebanyak 13 spesies, sedangakan jumlah spesies gulma paling sedikit dijumpai pada P4 dan P5 sebaganyak 9 spesies. Perlakuan dengan dosis herbisida paraquat diklorida tertinggi (P4) dan pengendalian mekanis dijumpai jumlah spesies yang terendah, hal ini disebabkan oleh keberhasilan dosis herbisida tertinggi dalam mengendalikan gulma pada tanaman karet. Pengendalian mekanis merupakan konsep pengendalian dengan prinsip mencabut atau merusak fisik gulma, sehingga gulma akan benar-benar mati. Namun pengendalian ini kurang efektif dari segi biaya dan waktu jika dilakukan dalam areal yang sangat luas seperti perkebunan (Hussain et al., 2018).

Hasil pengamatan dominansi gulma (SDR) pada 12 MSA (Tabel 3) menunjukkan bahwa terdapat 17 spesies gulma pada golongan rumput, daun lebar, dan teki. Gulma *O. nodosa* tetap menjadi gulma rumput dominan pada perlakuan 1, 4, 5, dan 6, sedangkan pada perlakuan 2 dan 3, *A. compressus* menjadi lebih dominan. Untuk gulma daun lebar, *A. gangetica* dan *A. conyzoides* masih menjadi dominan pada sebagian besar perlakuan. Spesies gulma terbanyak terdapat pada perlakuan kontrol sebanyak 15 spesies, sedangakan jumlah spesies gulma paling sedikit dijumpai pada P5 sebanyak 10 spesies.

Berdasarkan hasil SDR 12 MSA menunjukkan peningkatan jumlah spesies gulma yang teramati. Hal ini menunjukkan bahwa gulma sudah banyak yang muncul kembali pada 12 MSA. Paraquat diklorida merupakan herbisida kontak, artinya herbisida ini membunuh tanaman dengan merusak membran sel yang terkena langsung herbisida, bukan ditranslokasikan ke seluruh tanaman (Gordillo Cruz, 2019). Oleh karena itu, paraquat diklorida tidak efektif untuk pengendalian gulma jangka

panjang. Paraquat diklorida tidak bertahan di dalam tanah dan tidak bergerak secara sistemik di dalam tanaman, sehingga pengaruhnya relatif singkat. Pengendalian gulma dengan paraquat diklorida memiliki durasi yang terbatas dibandingkan dengan herbisida yang ditranslokasi tanaman. Gulma yang tumbuh kembali dari akar dan batang bawah tanah setelah aplikasi awal paraquat tidak akan dikendalikan (Ikhuoriah et al., 2023).

Tabel 1. Nilai dominansi gulma (SDR) pada 4 MSA

Spesies Gulma	Golongan	Perlakuan					
		1	2	3	4	5	6
				……%.....			
Ottochloa nodosa	Rumput	15 (3)	13 (4)	20 (3)	14 (4)	29 (2)	44 (1)
Axonopus compressus	Rumput	5 (6)	0	0	33 (2)	0	0
Ageratum conyzoides	Daun Lebar	18 (2)	28 (2)	38 (2)	17 (3)	25 (3)	26 (2)
Asystasia gangetica	Daun Lebar	34 (1)	30 (1)	42 (1)	36 (1)	46 (1)	14 (3)
Chromolena odorata	Daun Lebar	0	0	0	0	0	7 (4)
Borreria alata	Daun Lebar	11 (5)	18 (3)	0	0	0	6 (5)
Mimosa pudica	Daun Lebar	4 (7)	0	0	0	0	3 (6)
Cyperus iria	Teki	0	10 (5)	0	0	0	0
Cyperus kyllingia	Teki	13 (4)	0	0	0	0	0
Total		100	100	100	100	100	100

Keterangan: Angka dalam kurung ( ) menunjukkan urutan dominansi gulma. P1 = Parakuat diklorida 310,5 g/ha; P2 = Parakuat diklorida 414 g/ha; P3 = Parakuat diklorida 496,8 g/ha; P4 = Parakuat diklorida 621 g/ha; P5 = Pengendalian mekanis; dan P6 = Kontrol

Tabel 2. Nilai dominansi gulma (SDR) pada 8 MSA

Jenis Gulma	Golongan	Perlakuan					
		1	2	3	4	5	6
				……%.....			
Ottochloa nodosa	Rumput	35 (1)	15 (4)	36 (1)	29 (1)	15 (3)	39 (1)
Axonopus compressus	Rumput	8 (5)	15 (5)	3 (5)	16 (3)	1(9)	2 (11)
Cynodon dactylon	Rumput	2 (8)	0	3 (6)	0	0	3 (7)
Cyrtococcum acrescens	Rumput	0	0	3 (7)	3 (7)	3 (6)	0
Asystasia gangetica	Daun Lebar	19 (2)	23 (1)	22 (2)	17 (2)	22 (2)	15 (3)
Ageratum conyzoides	Daun Lebar	15 (4)	21 (2)	17 (3)	16 (4)	40 (1)	18 (2)
Chromolaena odorata	Daun Lebar	0	4 (6)	0	5 (6)	0	4 (6)
Borreria alata	Daun Lebar	16 (3)	18 (3)	9 (4)	8 (5)	8 (4)	6 (4)
Commelina benghalensis	Daun Lebar	3 (6)	0	2 (10)	0	0	3 (8)
Borreria latifolia	Daun Lebar	0	3 (7)	3 (8)	0	0	0
Richardia brasiliensis	Daun Lebar	0	0	0	3 (8)	0	0
Croton hirtus	Daun Lebar	2 (7)	0	0	0	3 (7)	0
Hedyotis diffusa	Daun Lebar	0	0	0	0	3 (8)	3 (9)
Mikania micrantha	Daun Lebar	0	0	0	0	0	3 (10)
Calopogonium mucunoides	LCC	0	0	3 (9)	3 (9)	0	5 (5)

Cyperus iria	Teki	1 (9)	0	0	0	6 (5)	0
Total		100	100	100	100	100	100

Keterangan: Angka dalam kurung ( ) menunjukkan urutan dominansi gulma. P1 = Parakuat diklorida 310,5 g/ha; P2 = Parakuat diklorida 414 g/ha; P3 = Parakuat diklorida 496,8 g/ha; P4 = Parakuat diklorida 621 g/ha; P5 = Pengendalian mekanis; dan P6 = Kontrol

Tabel 3. Nilai dominansi gulma (SDR) pada 12 MSA

Jenis Gulma	Golongan	Perlakuan					
		1	2	3	4	5	6
		……%.....					
Ottochloa nodosa	Rumput	25 (1)	8 (4)	0	25 (1)	19 (2)	39 (1)
Axonopus compressus	Rumput	2 (9)	8 (5)	23 (1)	7 (4)	12 (4)	4 (4)
Digitaria ciliaris	Rumput	0	0	0	0	3 (9)	2 (8)
Cyrtococcum acrescens	Rumput	0	2 (10)	0	2 (11)	0	0
Asystasia gangetica	Daun Lebar	17 (2)	30 (1)	23 (2)	25 (2)	21 (1)	20 (2)
Ageratum conyzoides	Daun Lebar	12 (3)	15 (2)	15 (4)	13 (3)	16 (3)	10 (3)
Melastoma affine	Daun Lebar	0	0	0	0	0	0
Borreria alata	Daun Lebar	9 (5)	8 (6)	18 (3)	7 (5)	6 (7)	4 (5)
Mimosa pudica	Daun Lebar	2 (10)	2 (11)	0	0	0	2 (9)
Chromolaena odorata	Daun Lebar	8 (6)	10 (3)	9 (5)	4 (8)	4 (8)	2 (10)
Mikania micrantha	Daun Lebar	0	0	3 (7)	5 (6)	0	2 (11)
Borreria latifolia	Daun Lebar	12 (4)	5 (8)	0	5 (7)	9 (5)	2 (12)
Hedyotis diffusa	Daun Lebar	0	0	0	0	0	2 (13)
Mimosa invisa	Daun Lebar	2 (11)	0	0	0	0	2 (14)
Praxialis clematidea	Daun Lebar	2 (12)	2 (12)	8 (6)	2 (12)	3 (10)	2 (15)
Calpogonium mucunoides	LCC	6 (7)	5 (9)	3 (8)	3 (9)	0	4 (6)
Cyperus iria	Teki	4 (8)	6 (7)	0	3 (10)	6 (6)	4 (7)
Total		100	100	100	100	100	100

Keterangan: Angka dalam kurung ( ) menunjukkan urutan dominansi gulma. P1 = Parakuat diklorida 310,5 g/ha; P2 = Parakuat diklorida 414 g/ha; P3 = Parakuat diklorida 496,8 g/ha; P4 = Parakuat diklorida 621 g/ha; P5 = Pengendalian mekanis; dan P6 = Kontrol

Hasil penelitian nilai koefisien komunitas (C) pada Tabel 4, 5, dan 6, menunjukkan bahwa aplikasi perlakuan herbisida paraquat diklorida dan pengendalian secara mekanis menyebabkan perubahan struktur dan komposisi jenis gulma baru yang muncul pada lahan penelitian. Hal ini ditandai dengan sebagian besar perbandingan antar perlakuan menunjukkan nilai C <0,75,

namun pada pengamatan 4 MSA terdapat komposisi gulma yang sama antara perlakuan 3 dan perlakuan 5. Komposisi gulma yang sama teridentifikasi pada perlakuan tersebut yaitu: *O. nodosa, A. conyzoides,* dan *A. gangetica*. Pada 8 MSA terdapat komposisi gulma yang sama antara perlakuan 1 dan 3, serta perlakuan 3 dan 6. Komposisi gulma yang sama teridentifikasi pada perlakuan tersebut yaitu: *O. nodosa, A. compressus, A. conyzoides, A. gangetica, Borreria alata, dan Commelina benghalensis*. Pada 12 MSA terdapat komposisi gulma yang sama antara perlakuan 1:4, 2:4, dan 4:6. Komposisi gulma yang sama teridentifikasi pada perlakuan tersebut yaitu: *O. nodosa, A. compressus, A. conyzoides, A. gangetica, Borreria alata, Commelina benghalensis, Borreria latifolia, Praxialis clematidea, Calpogonium mucunoides,* dan *Cyperus iria*. Hal ini menunjukkan metode pengendalian gulma yang diterapkan dapat mengakibatkan perubahan komposisi gulma. Perubahan komposisi gulma akan berjalan semakin cepat seiring dengan penerapan metode olah tanah, perubahan pola tanam, pengendalian mekanis, dan aplikasi herbisida digunakan di lahan (Giraldi & Rahmadi, 2023; Rahmadi et al., 2023). Hasil penelitian Winkler et al., 2023) menyatakan bahwa pembatasan penggunaan herbisida pada kawasan konservasi air dapat mengakibatkan perubahan strukstur ke spesies gulma yang lebih terspesialisasi dan mengorbankan spesies gulma yang umum dan tersebar luas. Jika metode pengendalian gulma tidak dilakukan, pembukaan lahan baru yang sebelumnya bebas dari gulma dapat menyebabkan berkembangnya spesies gulma pada lahan tersebut (Conn et al., 2011; Glowacka, 2010; Ņečajeva et al., 2015; ÖZKAN & TEPE, 2020).

Tabel 4. Nilai koefisien komunitas (C) akibat perlakuan herbisida paraquat diklorida pada 4 MSA

Perlakuan	4 MSA					
	1	2	3	4	5	6
1	1,00	0,72	0,67	0,70	0,67	0,56
2		1,00	0,71	0,60	0,68	0,59
3			1,00	0,67	0,87	0,60
4				1,00	0,67	0,45
5					1,00	0,68
6						1,00

Keterangan: P1 = Parakuat diklorida 310,5 g/ha; P2 = Parakuat diklorida 414 g/ha; P3 = Parakuat diklorida 496,8 g/ha; P4 = Parakuat diklorida 621 g/ha; P5 = Pengendalian mekanis; dan P6 = Kontrol

Tabel 5. Nilai koefisien komunitas (C) akibat perlakuan herbisida paraquat diklorida pada 8 MSA

Perlakuan	8 MSA					
	1	2	3	4	5	6
1	1,00	0,73	0,84	0,77	0,60	0,78
2		1,00	0,69	0,75	0,66	0,60
3			1,00	0,79	0,65	0,84
4				1,00	0,59	0,75

5					1,00	0,57
6						1,00

Keterangan: P1 = Parakuat diklorida 310,5 g/ha; P2 = Parakuat diklorida 414 g/ha; P3 = Parakuat diklorida 496,8 g/ha; P4 = Parakuat diklorida 621 g/ha; P5 = Pengendalian mekanis; dan P6 = Kontrol

Tabel 6. Nilai koefisien komunitas (C) akibat perlakuan herbisida paraquat diklorida pada 12 MSA

Perlakuan	12 MSA					
	1	2	3	4	5	6
1	1,00	0,73	0,53	0,80	0,75	0,76
2		1,00	0,68	0,79	0,75	0,62
3			1,00	0,62	0,61	0,47
4				1,00	0,80	0,77
5					1,00	0,69
6						1,00

Keterangan: P1 = Parakuat diklorida 310,5 g/ha; P2 = Parakuat diklorida 414 g/ha; P3 = Parakuat diklorida 496,8 g/ha; P4 = Parakuat diklorida 621 g/ha; P5 = Pengendalian mekanis; dan P6 = Kontrol

SIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini yaitu herbisida paraquat diklorida efektif dalam mengendalikan gulma dengan waktu yang cepat, namun memiliki durasi yang terbatas dibandingkan dengan herbisida yang ditranslokasi tanaman. Hal ini ditandai dengan keragaman dominansi spesies gulma pada SDR 4 MSA < 8 MSA < 12 MSA. Aplikasi herbisida paraquat diklorida dan pengendalian mekanis mampu menyebabkan perubahan komposisi gulma.

DAFTAR PUSTAKA

Conn, J. S., Werdin-Pfisterer, N. R., & Beattie, K. L. (2011). Development of the Alaska agricultural weed flora 1981–2004: a case for prevention. *Weed Research*, *51*(1), 63–70.

Giraldi, R. P., & Rahmadi, R. (2023). Efektivitas Herbisida Parakuat Diklorida dalam Mengendalikan Gulma Perkebunan Karet (Hevea Brasiliensis). *Planta Simbiosa*, *5*(1), 19–28.

Glowacka, A. (2010). Changes in weed infestation of common bean (Phaseolus vulgaris L.) under conditions of strip intercropping and different weed control methods. *Acta Agrobotanica*, *63*(2).

Gordillo Cruz, J. A. (2019). *Efectos potenciales de la atrazina en mezcla con paraquat en malezas de cítricos en Tulumayo*.

Heap, I. (2022). *The international survey of herbicide-resistant weeds*. Weed Science. www.weedscience.com

Hussain, M., Farooq, S., Merfield, C., & Jabran, K. (2018). Mechanical weed control. In *Non-chemical weed control* (pp. 133–155). Elsevier.

Ikhuoriah, S. O., Ejomah, A. J., & Uyi, O. (2023). Toxicity of Paraquat-Based Herbicide on Survival of African Catfish Clarias Gariepinus Fingerlings. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, *27*(8), 1875–1880.

Ņečajeva, J., Mintāle, Z., Dudele, I., Isoda-Krasovska, A., Čūrišķe, J., Rancāns, K., Kauliņa, I., Morozova, O., & Spuriņa, L. (2015). Effects of crop rotation and field management methods on weed density and species composition in the southeastern part of Latvia. *ENVIRONMENT. TECHNOLOGIES. RESOURCES. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*, *2*, 235–240.

ÖZKAN, R. Y., & TEPE, I. (2020). Changes of weed flora in cereal fields over the last 31 years in van, Turkey. *Pak. J. Bot*, *52*(6), 2003–2009.

Rahmadi, R., Dulbari, D., Priyadi, P., Rochman, F., & Pratama, M. S. (2023).

Identification of weed dominance and diversity in organic and conventional paddy field (Oryza sativa L.) cultivation. *Jurnal Agrotek Ummat*, *10*(2), 109–116.

Rahmadi, R., Sari, E. Y., Buana, A. S., & Sutrisno, H. (2023). *Ilmu Gulma dan Teknologi Pengelolaannya*. CV. Anugrah Utama Raharja.

Rahmadi, R., Sriyani, N., Yusnita, Y., Pujisiswanto, H., & Hapsoro, D. (2021). Resistance status and physiological activity test of Spenochlea zeylanica and Ludwigia octovalvis in paddy field to 2,4-d and metsulfuron-methyl herbicides. *Biodiversitas*, *22*(5), 2829–2838. https://doi.org/10.13057/biodiv/d220547

Rao, A. N., Wani, S. P., Ahmed, S., Haider Ali, H., & Marambe, B. (2017). An overview of weeds and weed management in rice of South Asia. In *Weed management in rice in the Asian-Pacific region*. Asian-Pacific Weed Science Society (APWSS).

Sumekar, Y., Widayat, D., & Aprillia, I. (2021). Efektivitas herbisida paraquat diklorida 140 g/l terhadap penekanan gulma, pertumbuhan, dan hasil jagung (Zea mays L.). *Agrivet: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Dan Peternakan (Journal of Agricultural Sciences and Veteriner)*, *9*(1).

Tjitrosoedirdjo, S., Utomo, I. H., & Wiroatmodjo, J. (1984). Pengelolaan gulma di perkebunan. *PT. Gramedia. Jakarta*, *225*.

Tsai, W.-T. (2020). Status of herbicide use, regulatory management and case study of paraquat in Taiwan. *Environment, Development and Sustainability*, *22*(3), 2673–2683.

Winkler, J., Řičica, T., Hubačíková, V., Koda, E., Vaverková, M. D., Havel, L., & Żółtowski, M. (2023). Water Protection Zones—Impacts on Weed Vegetation of Arable Soil. *Water*, *15*(17), 3161.