

PENGARUH BEBERAPA TIPE PENGENDALIAN GULMA PADA PERUBAHAN STRUKTUR VEGETASI TUMBUHAN BAWAH DI PERKEBUNAN JABON (*Neolamarckia cadamba* (Roxb.) Bosser.)

Avry Pribadi^{1*}

¹ Pusat Riset Zoologi Terapan, BRIN

* Corresponding author: avry001@brin.go.id

ABSTRACT

Jabon (Neolamarckia cadamba (Roxb.) Bosser.) is commonly planted for many purposes, such as furniture, raw material for plywood industries, and land rehabilitations. Eventhough this tree has no significant pests and diseases, weed control treatments are required. Many weed control treatments are known to affect vegetation structure of weed. Thus, the objective of this study was to examine the effect of several weed control treatments to the vegetation structure of weed under Jabon plantation. This study was conducted in Kecamatan Tanah Putih Tanjung Melawan, Kabupaten Rokan Hilir, Riau Province in 2012. Non Factorial Randomized Group Design with five replications was applied to perform the study. There were four treatments (glyphosate, paraquat, mixture of glyphosate and paraquat, and legume cover crop/LCC) and control. The results revealed that glyphosate and paraquat had the highest value in surpressing the weed growth as much as 34,45% and 31,11% ($P>0.05$) after one month application. Yet, after three months, LCC was significantly surpressed the number of weed (49,44%) ($P<0.05$) compared to other weed control treatments. Among all weed species, Blumea sp. was the dominant species after one month of glyphosate and paraquat application. Nevertheless, an application of glyphosate-paraquat mixture and LCC resulted Ottochloa nodosa as the dominant species after one month application.

Keywords: Glyphosate, Jabon, Legume cover crop, Paraquat, Weed control treatments

PENDAHULUAN

Jabon (*Anthocephalus cadamba*) merupakan pohon asal daerah tropis yang merupakan jenis asli dari Asia Selatan dan Asia Tenggara termasuk Indonesia. Jenis ini telah sejak lama ditanam pada skala luas sejak tahun 1930 di daerah Jawa Barat, Jawa Timur, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, dan hampir di seluruh Sumatera (Krisnawati *et al.*, 2011). Kemampuannya yang cepat tumbuh, toleran pada berbagai tipe tanah, dan tidak memiliki serangan hama dan penyakit yang serius membuat jabon banyak dipilih oleh industri kayu pertukangan dan kegiatan rehabilitasi lahan (Widiyanto & Siarudin, 2016). Jabon sangat umum digunakan untuk mengganti jenis tanaman jati setelah panen di pulau Jawa (Irawan & Purwanto, n.d.; Krisnawati *et al.*, 2011; Wahyudi, 2012; Widiyanto & Siarudin, 2016). Kayu jabon cocok untuk digunakan pada berbagai industri seperti bahan baku *plywood*, konstruksi ringan, plafon, pahat, sumpit, dan pensil. Bahkan dapat digunakan sebagai bahan baku bagi industri *pulp* dan kertas setelah dicampur dengan serat panjang untuk meningkatkan kualitas seratnya (Lempang, 2014).

Menurut Krisnawati *et al.* (2011) meskipun memiliki beberapa keunggulan, tanaman jabon memiliki sifat *light-demander* dan membutuhkan intensitas cahaya yang sangat tinggi untuk tumbuh pada masa permudaannya sehingga pada masa ini pengendalian gulma (*weed control treatments*) sangat penting bagi pertumbuhan jabon. Salah satu teknik pengelolaan Jabon untuk meningkatkan hasil adalah pengendalian gulma. Menurut Chauhan (2020) gulma berkompetisi untuk mendapatkan sinar matahari, air, nutrisi, dan ruang dengan tanaman inang. Selain itu, gulma dapat menjadi inang alternatif ataupun sementara bagi beberapa serangga hama dan patogen penyebab penyakit, menghancurkan vegetasi asli, dan mengancam keberadaan vegetasi dan hewan asli (Vilà *et al.*, 2021). Sementara itu, sebuah studi yang dilakukan oleh Kleiman & Koptur (2023) dan Iderawumi (2018) menunjukkan hal yang berkebalikan mengenai keberadaan gulma yang justru menguntungkan karena dapat bermanfaat untuk mengusir beberapa serangga hama terutama jika jenis tersebut memiliki senyawa penolak yang tidak disukai serangga hama atau bahkan meningkatkan keberadaan serangga predator dan parasitoid. Gulma juga dapat menjadi salah satu sumber pakan alternatif bagi polinator ketika memasuki musim paceklik (Enggar & Pribadi, 2018; Pribadi & Wiratmoko, 2022; Pribadi & Roza, 2021).

Beberapa teknik pengendalian yang banyak diterapkan oleh petani adalah dengan penyemprotan herbisida baik kontak maupun sistemik dan pemanfaatan *Legume Cover Crop* (LCC). Pada pengendalian secara kima, jenis herbisida yang paling sering digunakan adalah isopropilamin glifosat (C₆H₁₇N₂O₅P) dan paraquat diklorida (C₁₂H₁₄Cl₂N₂) (Adnan & Hasandin, 2012; Oktavia *et al.*, 2014; Prasetyo & Wicaksono, 2017; Sembiring & Sembayang, 2019). Studi yang dilakukan oleh Prianto *et al.* (2022) menunjukkan bahwa penggunaan herbisida jenis paraquat dengan dosis 25 ml dalam 5 liter air mampu mematikan gulma dari kelompok paku-pakuan di hari ke-13 sedangkan herbisida glifosat dengan dosis 30 ml dalam 5 liter air akan mematikan paku-pakuan pada hari ke-19. Lebih lanjut, studi yang dilakukan oleh Husain *et al.* (2022) dan Syarovy *et al.* (2021) memperlihatkan keefektifan LCC sebagai sebagai pengendali gulma dan penambah unsur hara di perkebunan jagung dan kelapa sawit. Beberapa jenis tanaman LCC yang banyak digunakan adalah *Mucuna bracteata* (MB), *Calopogonium mucunoides* (CM), *Centrosema pubescens* (CP), *Calopogonium caeruleum* (CC), dan *Pueraria javanica* (PJ) yang memiliki pertumbuhan dan kerapatan yang cepat, memfiksasi nitrogen, dan tidak menjadi pesaing bagi tanaman utama (Lehmann *et al.*, 2000).

Pengaplikasian beberapa teknik pengendalian gulma diduga akan memiliki pengaruh yang berbeda terhadap struktur vegetasi dan persentaseutupan gulma di bawah tegakan jabon. Menurut studi yang dilaporkan oleh Tzvetkova *et al.* (2019) paraquat merupakan jenis herbisida yang penggunaannya telah dilarang di negara-negara Eropa, sedangkan penggunaan glifosat masih diijinkan dengan pengawasan yang ketat. Hal ini disebabkan kedua jenis herbisida kimia ini disalahkan dalam hal penurunan keragaman dan kelimpahan tidak hanya vegetasi tetapi juga mengancam jenis serangga dan mikroorganisme (Dennis *et al.*, 2018). Oleh sebab itu diperlukan suatu studi untuk mengetahui pengaruh dari beberapa teknik aplikasi pengendalian gulma yang sering digunakan oleh masyarakat terhadap struktur vegetasi tumbuhan bawah pada tegakan jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq.)

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan pada Juni 2012 s.d November 2012 di perkebunan jabon berumur satu tahun yang berada pada Desa Ujung Tanjung, Kecamatan Tanah Putih Tanjung

Melawan, Kabupaten Rokan Hilir, Provinsi Riau. Tipe tanah pada lokasi ini adalah podsolik merah kuning dengan tekstur liat dan berpasir. Sebelum pemberian perlakuan, lokasi studi didominasi oleh jenis *Ottochloa* sp., *Mikania micrantha*, *Stenochlaena palustris*, *Imperata cylindrica*, *Ageratum conyzoides*, *Scleria sumatrensis*, dan *Blumea* sp.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok non Faktorial. Tipikal lokasi yang berada di tepi sungai Rokan menjadikan pengelompokan berdasarkan jarak terhadap sungai. Perlakuan yang dicobakan terdiri atas penyemprotan herbisida bersifat sistemik (glifosat), kontak (paraquat), kombinasi antara sistemik dan kontak, penaburan biji *legume cover crop* (LCC), dan kontrol. Berikut kodefikasi untuk perlakuannya:

- A1 : Herbisida sistemik (glifosat) 2 liter/ha
- A2 : Herbisida kontak (paraquat) 2 liter/ha
- A3 : Kombinasi antara sistemik dan kontak 2 liter/ha
- A4 : Penaburan LCC
- A5 : Kontrol

Metode analisa vegetasi gulma menggunakan kombinasi dari metode kuadrat dan titik. Metode kuadrat menggunakan bentuk bujur sangkar sebagai basis perhitungan gulma. Sedangkan metode titik yang merupakan variasi dari metode kuadrat yang digunakan untuk menghitung jenis gulma yang rapat, berbentuk anyaman, dan bergerombol sehingga menyebabkan tidak jelasnya batas gulma baik antara jenis ataupun jenis yang sama. Pada ujung titik memiliki peran sebagai penunjuk bagi setiap jenis gulma. Sedangkan alat sederhana yang digunakan adalah berupa kerangka yang dimodifikasi dengan barisan jarum besi yang berjarak antara 5-10 cm. Sehingga, jika jarum besi dilakukan penekanan ke bawah, maka hanya jenis gulma yang terkena jarum tersebut yang masuk dalam perhitungan.

Sebanyak lima ulangan diberikan pada setiap perlakuan dan setiap perlakuan terdiri atas luasan (plot) jabon ukuran 20×20 m dengan jarak antar plot adalah 20 m. Setiap plot dilakukan pengamatan terhadap petak tumbuhan bawah berukuran 1×2 m sebanyak tiga buah. Sehingga terdapat 60 petak tumbuhan bawah yang diamati pada penelitian ini. Pengamatan dilakukan sebelum perlakuan, satu, dan tiga bulan setelah pemberian perlakuan. Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah jenis dan jumlah gulma yang berada pada petak tumbuhan bawah berukuran 1×2 m. Determinasi jenis gulma dilakukan dengan menggunakan buku panduan yang dikeluarkan oleh Badan Litbang Kehutanan.

Pengolahan dan Analisis Data

Data vegetasi gulma yang diperoleh dianalisis menggunakan rumus berikut:

Kerapatan Jenis (jumlah individu per satuan luas)

$$\text{Kerapatan (K)} = \frac{\sum \text{individu}}{\text{Luas petak contoh}}$$

$$\text{Kerapatan Relatif (KR)} = \frac{\text{K suatu jenis (n}_i\text{)}}{\text{K total seluruh jenis } (\sum \text{n}_i\text{)}} \times 100\%$$

Frekuensi (jumlah plot ditemukannya suatu jenis dari banyaknya jumlah plot yang dibuat, dimana menyatakan besar intensitas diperolehnya jenis dalam pengamatan).

$$\text{Frekuensi (F)} = \frac{\sum \text{petak ditemukan suatu jenis}}{\sum \text{seluruh petak pengamatan}}$$

$$\text{Frekuensi Relatif (FR)} = \frac{F \text{ suatu jenis}}{F \text{ total seluruh jenis}} \times 100\%$$

Indeks Nilai Penting (INP) (salah satu indeks untuk menentukan tingkat dominasi dan kepentingan suatu jenis tumbuhan serta peranannya dalam komunitas)

$$\text{Indeks Nilai Penting (INP)} = \text{KR} + \text{FR} (200\%)$$

Persentase tingkatutupan gulma (TTG) (%)

$$\text{TTG} = 100\% - \left(\frac{\sum \text{gulma yang mati setelah aplikasi}}{\sum \text{seluruh gulma pada luasan plot } 2 \times 1 \text{ m}} \times 100\% \right)$$

Data yang diperoleh dianalisa secara deskriptif kualitatif terhadap tiga jenis gulma yang mendominasi setelah pemberian perlakuan. Sedangkan data berupa struktur vegetasi gulma dan tingkat kematian gulma dilakukan analisa secara deskriptif kuantitatif dengan melakukan uji perbandingan menggunakan Anova dan uji lanjut Tukey untuk mengetahui perlakuan terbaik terhadap persentase jumlah kematian tumbuhan bawah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat Tutupan Gulma

Parameter tingkatutupan gulma ini dilakukan untuk melihat tingkat efektivitas beberapa tipe perlakuan terhadap gulma. Sebelum perlakuan, seluruhutupan gulma menunjukkan persentase tingkatutupan gulma yang tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) (**Tabel 1**). Setelah pemberian satu bulan pemberian perlakuan, hasil pengamatan menunjukkan bahwa tingkatutupan gulma terendah adalah pada perlakuan kombinasi glifosat dengan paraquat (A3), yaitu sebesar 31,11%. Akan tetapi, nilai ini tidak berbeda nyata dengan perlakuan penyemprotan herbisida tunggal paraquat (A2). Sedangkan terhadap perlakuan penyemprotan herbisida berbahan aktif glifosat, penaburan biji LCC dan kontrol, perlakuan kombinasi herbisida ini memiliki nilai yang berbeda nyata ($P < 0,05$) (**Tabel 1**). Penghitunganutupan gulma pada perlakuan penaburan biji LCC dilakukan dengan menghitungutupan jumlah tumbuhan yang hidup selain jenis LCC.

Tabel 1. Pengaruh beberapa perlakuan terhadap persentase tingkatutupan gulma (TTG)

Perlakuan	Tingkat Tutupan Gulma (%)		
	Sebelum Perlakuan	Satu Bulan Sesudah Perlakuan	Tiga Bulan Setelah Perlakuan
A1	88,89 ^a	38,89 ^b	72,77 ^b
A2	83,34 ^a	34,45 ^c	85,00 ^{ab}
A3	97,22 ^a	31,11 ^c	75,00 ^b
A4	90,22 ^a	41,67 ^b	49,44 ^c
A5	88,83 ^a	96,67 ^a	95,58 ^a

Keterangan: huruf di belakang angka menunjukkan beda nyata pada taraf $\alpha = 5\%$

Pada bulan ketiga, setelah pemberian perlakuan, persentaseutupan gulma terendah adalah pada perlakuan penaburan LCC yang memiliki nilai 49,44%. Nilai ini memiliki perbedaan yang nyata dengan seluruh perlakuan lainnya ($P < 0,05$) (**Tabel 1**). Selain kontrol, perlakuan yang memiliki persentaseutupan gulma terendah adalah pada perlakuan penyemprotan herbisida kimia berbahan aktif paraquat, yaitu sebesar 85%. Akan tetapi, nilai ini tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan penyemprotan herbisida tunggal berbahan aktif glifosat maupun kombinasi glifosat dan paraquat yang masing-masing memiliki nilai 72,77% dan 75% (**Tabel 1**).

Berdasarkan pengamatan pada perlakuan pengendalian gulma secara kimia (perlakuan A1, A2, dan A3) diperoleh hasil bahwa teknik pengendalian gulma dengan menggunakan bahan aktif paraquat memberikan hasil persentase kematian (efikasi) yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan menggunakan campuran bahan aktif paraquat dan glifosat namun berbeda nyata dengan efikasi pada perlakuan pengendalian gulma dengan menggunakan bahan aktif glifosat ($P > 0,05$). Hal ini diduga disebabkan oleh sifat dari paraquat yang merupakan herbisida kontak yang dapat mematikan jaringan atau organ tanaman yang terkena cairan, sehingga kemampuan dari bahan aktif glifosat yang bersifat sistemik dan harus terdistribusi ke seluruh jaringan tanaman menjadi terhambat karena jaringan tanaman tersebut telah terlebih dahulu mati oleh paraquat yang merupakan herbisida kontak (Akinloye *et al.*, 2020; Lehoczki *et al.*, 2006; Tzvetkova *et al.*, 2019).

Paraquat memiliki kemampuan dalam mematikan gulma dengan waktu yang lebih cepat dibandingkan dengan glifosat akan tetapi lebih cepat juga terjadi penutupan oleh gulma kembali. Hal ini sesuai dengan studi yang dilakukan oleh Akram *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa paraquat memiliki efek yang lebih cepat dalam mematikan gulma dibandingkan glifosat. Hal ini terlihat pada perlakuan dengan menggunakan paraquat setelah tiga bulan pemberian perlakuan, tingkat penutupan gulma mencapai tingkat 85% sedangkan pada perlakuan dengan menggunakan glifosat setelah 3 bulan penyemprotan menunjukkan tingkat penutupan gulma di angka 72,77%. Meskipun secara uji statistik tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($P > 0,05$).

Pada jenis gulma berdaun sempit, kematian pada bagian di atas permukaan tanah bukan merupakan masalah selama bagian akarnya tidak mati sehingga gulma akan cepat tumbuh kembali. Berbeda dengan mekanisme kerja paraquat, glifosat merupakan herbisida sistemik yang memerlukan waktu lebih lama untuk menunjukkan hasil tetapi lebih tahan lama. Hal ini disebabkan karena glifosat memerlukan waktu lebih lama untuk terdistribusi pada seluruh bagian gulma dan mematikan gulma tersebut. Menurut Gangeram *et al.* (1989), Priyanto *et al.* (2020), Stuart *et al.* (2023), dan Walsh & Kingwell (2021) glifosat memiliki mekanisme kerja yang lebih lambat dan tidak terlalu beracun bagi tumbuhan dibandingkan paraquat. Akan tetapi, glifosat memiliki kemampuan untuk membunuh seluruh bagian gulma yang ada di permukaan tanah dan bawah tanah (akar) sehingga gulma yang terkena perlakuan ini akan mati sampai ke akarnya dan membutuhkan waktu lebih lama untuk tumbuh kembali. Glifosat membunuh tanaman dengan menghambat sintase 5-enolpiruvilshikimate-3-fosfat (EPSPS). EPSPS adalah enzim kunci dalam jalur biosintesis shikimate yang diperlukan untuk produksi asam amino aromatik, auksin, fitoaleksin, asam folat, lignin, plastokuinon, dan banyak produk sekunder lainnya (Kurniadie *et al.*, 2019). Lebih dari 30% karbon tetap oleh tanaman melewati jalur ini dan penghambatan EPSPS oleh glifosat menurunkan regulasi jalur tersebut, yang menyebabkan lebih banyak lagi karbon yang mengalir melalui jalur tersebut akumulasi shikimate dan shikimate-3-fosfat (De María *et al.*, 2006; Siehl, 1997). Hingga 16% dari tanaman kering materi dapat terakumulasi sebagai shikimate (Achary *et al.*, 2020).

Pada perlakuan kombinasi antara glifosat dan paraquat (A3), hasil pengamatan persentase kerapatan gulma menunjukkan perbedaan yang tidak nyata dengan perlakuan penyemprotan tunggal baik glifosat (A1) maupun paraquat (A2). Hal ini menunjukkan bahwa pencampuran kedua

jenis herbisida ini tidak efektif dalam mematikan gulma dibandingkan dengan penggunaan herbisida tunggal. Hasil ini serupa dengan studi yang dilakukan oleh Aladesanwa & Ayodele (2010) dan Kurniadie *et al.* (2019) yang menunjukkan hasil bahwa tidak ada perbedaan yang nyata antara penggunaan campuran glifosat dan paraquat dengan pemakaian herbisida tunggal terhadap tingkat kematian gulma. Akan tetapi, menurut Hay & Peterson (2018), akan terjadi respon antagonis sebesar 58% apabila kedua jenis herbisida ini dicampur pada pengaplikasiannya.

Struktur Vegetasi Gulma

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa jenis gulma berdaun sempit (*Ottochloa nodosa*) mendominasi pada seluruh petak pengamatan sebelum diberikan perlakuan. Sedangkan untuk kelompok daun lebar memiliki kecenderungan untuk lebih bervariasi dibandingkan dengan daun sempit. Beberapa jenis gulma berdaun lebar yang ditemui sebelum dilakukan pemberian perlakuan adalah *Mikania micrantha*, *Melastoma malabatricum*, dan *Ageratum conyzoides*. Akan tetapi, secara umum jenis *O. nodosa* telah mendominasi seluruh perlakuan sebelum diberi perlakuan.

Pada perlakuan penyemprotan dengan glifosat, jenis gulma yang mendominasi setelah satu bulan adalah kelompok gulma berdaun lebar, yaitu jenis *Blumea* sp. (INP=29,94). Sedangkan jenis gulma yang mendominasi adalah kelompok berdaun sempit jenis *O. nodosa* (INP= 10,42), kelompok gulma daun lebar jenis *Globba* sp. (INP= 10,42), dan kelompok gulma pakis-pakistan jenis *S. sumatrensis* (INP= 10,42). Sedangkan setelah tiga bulan, jenis gulma berdaun sempit, yaitu *O. nodosa*, kembali mendominasi dengan INP= 65,48 yang jauh lebih tinggi dibandingkan INP pada sebelum perlakuan (**Tabel 2**).

Serupa dengan perlakuan penyemprotan dengan glifosat, hasil pengamatan pada perlakuan penyemprotan dengan paraquat setelah satu bulan menunjukkan bahwa vegetasi didominasi oleh kelompok gulma berdaun lebar *Blumea* sp. (INP= 16,52). Sedangkan jenis gulma daun sempit, *O. nodosa*, mendominasi selanjutnya dengan INP 9,35. Akan tetapi, pada pengamatan bulan ketiga, struktur vegetasi gulma didominasi oleh kelompok gulma daun lebar jenis *M. micrantha* (INP= 54,51) sedangkan jenis gulma daun sempit, *O. nodosa* berada pada posisi ketiga mendominasi (INP= 25,18) setelah *Trigonostemon* sp. di posisi kedua (INP= 32,09). Hal ini berbeda dengan pengamatan tiga bulan paska penyemprotan menggunakan glifosat.

Pada perlakuan penyemprotan dengan campuran glifosat dan paraquat, jenis gulma yang mendominasi satu bulan setelah perlakuan adalah kelompok gulma daun sempit jenis struktur vegetasi didominasi oleh kelompok gulma teki-teki jenis *S. sumatrensis* (INP= 21,58). Kelompok kedua yang mendominasi adalah gulma daun lebar jenis *M. micrantha* (INP= 10,02) (**Tabel 2**). Setelah tiga bulan, kelompok gulma berdaun lebar jenis *M. micrantha* mendominasi dengan INP= 70,13 diikuti oleh kelompok gulma daun sempit jenis *O. nodosa* dengan INP= 39,06.

Sedangkan pada perlakuan dengan penaburan biji LCC menunjukkan bahwa pada seluruh pengamatan baik sebelum, satu bulan, dan tiga bulan sesudah pengaplikasiannya menunjukkan tidak banyak adanya perbedaan. Struktur vegetasi tetap didominasi oleh kelompok gulma daun sempit jenis *O. nodosa* dengan INP= 22,50 , 42,46 , dan 42,24 pada sebelum, satu bulan, dan tiga bulan setelah aplikasi. Kelompok gulma daun lebar yang mendominasi kedua adalah jenis *M. micrantha* dengan INP= 11,90; 20,46; dan 35,34 sebelum, satu bulan, dan tiga bulan setelah aplikasi (**Tabel 2**). Sedangkan jenis yang tidak ditemukan pada pengamatan ketiga adalah *A. conyzoides*, *Borrierra alata*, *Pandanus* sp., dan *Amaranthus* sp. (**Tabel 2**). Lebih lanjut, hasil ini serupa dengan kontrol yang menunjukkan kecenderungan perubahan struktur vegetasi pada perlakuan penaburan LCC yang menunjukkan tidak banyak perbedaan terhadap struktur vegetasinya baik sebelum perlakuan sampai tiga bulan setelah perlakuan. Bahkan jenis *O. nodosa*

mendominasi dengan INP= 87,50 di akhir pengamatan dibandingkan sebelum perlakuan (INP= 27,69) (Tabel 2).

Lim (1999) melaporkan bahwa penggunaan glifosat menyebabkan terjadinya suksesi gulma ke dominasi gulma berdaun lebar. Hal ini didukung oleh studi yang dilakukan oleh Mukarromah & Sembodo (2014) yang menyatakan bahwa glifosat pada dosis tertentu yang diaplikasikan pada periode permudaan tanaman kelapa sawit dapat menekan pertumbuhan gulma berdaun sempit pada empat minggu setelah pengaplikasian sehingga gulma daun lebar akan mendominasi. Kedua hasil studi ini sesuai dengan hasil yang diperoleh pada penelitian ini dimana pada minggu keempat setelah pengaplikasian glifosat, struktur vegetasi gulma mengalami perubahan dominasi menjadi gulma daun lebar, yaitu *Blumea* sp. dan *Trigonostemon* sp. Glifosat adalah herbisida translokasi, menghambat kerja enzim 5- enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase (EPSPS), enzim yang terlibat dalam sintesa tiga asam amino (Basics & Pont, 2000; Kpan *et al.*, 2022; Valavanidis, 2018). Menurut Ngatiman *et al.* (2010), daun dan batang *M. micrantha* (salah satu jenis gulma berdaun lebar) akan kering dan mati bila terserap glifosat akan tetapi kekeringan tersebut tidak terjadi pada batang yang menjalar di permukaan tanah. Sehingga batang yang menjalar ke permukaan tanah tersebut akan muncul tunas-tunas baru dan berkembang. Di samping itu banyak juga bermunculan *M. micrantha* di sekitar pangkal tanaman 1 bulan setelah aplikasi herbisida. Hal ini disebabkan terbukanya ruang di sekitar pangkal batang dan masuknya cahaya matahari sehingga merangsang biji-biji gulma untuk tumbuh. Selain itu, Faiz (1989) melaporkan bahwa penyemprotan campuran glifosat secara berturut pada perkebunan karet dewasa menyebabkan dominansi *B. alata* dan senduduk (*M. malabathricum*) yang merupakan kategori gulma daun lebar.

Tabel 2. Struktur vegetasi gulma sebelum, satu bulan dan tiga bulan setelah perlakuan

Perlakuan	Jenis Gulma	Sebelum Perlakuan			Satu Bulan Setelah Perlakuan			Tiga Bulan Setelah Perlakuan		
		KR (%)	FR (%)	INP	KR (%)	FR (%)	INP	KR (%)	FR (%)	INP
A1	<i>Ottochloa nodosa</i>	11,11	17,64	28,75	4,55	5,88	10,42	32,14	33,33	65,48
	<i>Mikania micrantha</i>	7,69	17,64	25,33				12,50	33,33	45,83
	<i>Stenochlaena palustris</i>	2,99	11,76	14,75						
	<i>Scleria sumatrensis</i>	2,56	5,88	8,44	4,55	5,88	10,42			
	<i>Ageratum conyzoides</i>	1,28	5,88	7,16						
	<i>Globba</i> sp.	5,13	11,76	16,89	4,55	5,88	10,42	3,57	16,67	20,24
	<i>Blumea</i> sp.	4,70	5,88	10,58	18,18	11,76	29,94	1,79	16,67	18,45
	<i>Dicranopteris linearis</i>	3,85	5,88	9,73						
	<i>Microlepis</i> sp.	1,28	5,88	7,16						
A2	<i>Ottochloa nodosa</i>	13,98	14,99	28,98	4,35	5,00	9,35	10,87	14,31	25,18
	<i>Mikania micrantha</i>	6,36	14,99	21,35	2,17	5,00	7,17	11,59	42,92	54,51
	<i>Stenochlaena palustris</i>	0,42	5,00	5,42				2,17	14,31	16,48
	<i>Scleria sumatrensis</i>	2,12	5,00	7,12	2,17	5,00	7,17			
	<i>Trigonostemon</i>	2,54	10,00	12,54				3,48	28,61	32,09
	<i>Melastoma malabathricum</i>	0,85	5,00	5,84						
	<i>Smilax</i> sp.	0,42	5,00	5,42						
	<i>Blumea</i> sp.	1,27	10,00	11,27	6,52	10,00	16,52			
	<i>Mimosa pudica</i>	1,69	5,00	6,69						
	<i>Pandanus</i> sp.	3,81	10,00	13,81	2,17	5,00	7,17			
	<i>Ageratum conyzoides</i>				2,17	5,00	7,17			
	<i>Boreria alata</i>	2,97	5,00	7,96	2,17	5,00	7,17			
A3	<i>Ottochloa nodosa</i>	10,37	5,88	16,24	0,47	4,54	5,01	14,00	25,06	39,06
	<i>Mikania micrantha</i>	6,10	17,64	23,73	0,93	9,08	10,02	20,00	50,13	70,13
	<i>Stenochlaena palustris</i>	0,61	5,88	6,49						
	<i>Scleria sumatrensis</i>	2,44	11,76	14,20	12,50	9,08	21,58			
	<i>Neptolepis bisserata</i>	0,61	5,88	6,49						
	<i>Trigonostemon</i>	0,61	5,88	6,49						
	<i>Melastoma malabathricum</i>	1,22	5,88	7,10						
	<i>Globba</i> sp.	3,05	5,88	8,93						
	<i>Blumea</i> sp.	6,71	11,76	18,47						
	<i>Mimosa pudica</i>	7,93	11,76	19,68				1,33	25,06	26,40
	<i>Pandanussp.</i>	1,22	5,88	7,10	1,40	4,54	5,94			

A4	<i>Ottochloa nodosa</i>	10,71	16,67	27,38	22,50	19,96	42,46	17,24	25,00	42,24
	<i>Mikania micrantha</i>	3,57	8,33	11,90	12,13	16,89	20,46	10,34	25,00	35,34
	<i>Stenochlaena palustris</i>	3,57	8,33	11,90	5,00	9,98	14,98	0,99	12,50	13,48
	<i>Scleria sumatrensis</i>	1,79	8,33	10,12	2,50	9,98	12,48	1,38	12,50	13,88
	<i>Ageratum conyzoides</i>	8,93	8,33	17,26	11,52	10,92	19,85			
	<i>Blumea</i> sp.	1,79	8,33	10,12	1,25	9,98	11,23	0,57	12,50	13,07
	<i>Borierra alata</i>	5,36	8,33	13,69	2,61	5,53	10,19			
	<i>Pandanus</i> sp.	1,79	8,33	10,12	8,75	29,94	38,69			
	<i>Melastoma malabatricum</i>	5,36	8,33	13,69	8,75	9,98	18,73	4,31	12,50	16,81
	<i>Amaranthus</i> sp.	7,14	8,33	15,48						
A5	<i>Ottochloa nodosa</i>	7,69	20,00	27,69	9,52	20,00	29,52	50,00	37,50	87,50
	<i>Mikania micrantha</i>	3,57	10,00	13,57	5,61	21,41	30,60	9,20	25,00	34,19
	<i>Stenochlaena palustris</i>	3,57	10,00	13,57	2,38	10,00	12,38	7,34	13,77	16,64
	<i>Scleria sumatrensis</i>	1,79	10,00	11,79	2,38	20,00	22,38	13,79	25,00	38,79
	<i>Melastoma malabatricum</i>	12,50	10,00	22,50	11,90	20,00	31,90	14,48	12,50	26,98
	<i>Ageratum conyzoides</i>	1,79	20,00	21,79	17,86	10,00	27,86	5,95	10,00	15,95
	<i>Trigonostemon</i> sp.	5,36	10,00	15,36	1,19	10,00	11,19			

Pada herbisida berbahan aktif glifosat, zat aktifnya akan ditranslokasi dari bagian dedaunan sampai ke bagian akar dan bagian lainnya sehingga merusak sistem keseluruhan di dalam tubuh gulma. Menurut Purba (2009), glifosat memiliki daya bunuh yang tinggi terhadap rerumputan dan sering mengeradikasi gulma rerumputan lunak seperti *Paspalum conjugatum* dan *O. nodosa* sehingga akhirnya tanah menjadi terbuka. Kesempatan seperti ini memberi kesempatan bagi banyak biji-biji gulma berdaun lebar untuk berkecambah dan akhirnya menjadi dominan (Purba, 2004; Sumekar & Umiyati, 2017). Lebih lanjut, dominansi gulma berdaun lebar sering cenderung lebih merugikan karena lebih sulit dikendalikan. Oleh sebab itu, pada perkebunan kelapa sawit, gulma berdaun sempit seperti *Ottochloa* sp. lebih sering dibiarkan untuk menghambat pertumbuhan gulma daun lebar (Purba, 2009).

Pada penggunaan herbisida jenis paraquat, pemakaiannya memiliki keunggulan dalam hal suksesi gulma, fitotoksisitas, dan *rainfastness* (Dalimunthe *et al.*, 2015). Suksesi gulma berkaitan dengan aktivitas kerja dari herbisida (*mode of action*) yang dapat menyebabkan kematian pada bagian atas gulma dengan cepat tanpa merusak bagian sistem perakaran, stolon, atau batang dalam tanah, sehingga dalam beberapa minggu setelah pengaplikasian (Dalimunthe *et al.*, 2015; Madusari, 2016; Purba, 2004, 2009). Hal ini tampak pada perlakuan A2 yang menunjukkan tingkat dominasi dari *O. nodosa* yang mulai menunjukkan dominasinya dalam waktu satu bulan setelah aplikasi.

Pada perlakuan pengendalian gulma dengan menggunakan LCC menunjukkan bahwa dominasi gulma memiliki kecenderungan untuk sama pada setiap pengamatannya. Misalnya adalah pengamatan pada perlakuan A4 menunjukkan dominasi jenis yang hampir sama untuk setiap pengamatannya paska pengaplikasian. Hal ini diduga disebabkan oleh kemampuan LCC yang lambat dalam menghambat pertumbuhan dan perkembangan gulma karena masih pada tahap awal pertumbuhan sehingga banyak terdapat ruang terbuka yang terkena paparan dari sinar matahari dan sinar matahari ini dapat memacu pertumbuhan gulma terutama gulma dari kelompok daun sempit. Akan tetapi, pada bulan ketiga pengamatan, nilai dominasi *O. nodosa* menunjukkan penurunan yang diakibatkan mulai berkembangnya jenis LCC ini untuk menutupi ruang hidupnya. Penggunaan LCC dapat menurunkan populasi dan sebaran gulma yang bersifat merugikan, dan pengaruhnya akan terlihat sekitar delapan s.d sepuluh bulan pasca pengaplikasian (Asbur *et al.*, 2018; Madusari, 2016; Nufvitarini *et al.*, 2016; Probowati *et al.*, 2014).

INP jenis vegetasi pada suatu komunitas merupakan salah satu variabel yang digunakan untuk menunjukkan peranan jenis vegetasi tertentu di dalam komunitasnya. Kehadiran suatu atau beberapa jenis vegetasi pada suatu komunitas menunjukkan bahwa jenis tertentu tersebut memiliki kemampuan beradaptasi dengan habitat dan bersifat toleran terhadap kondisi lingkungan atau perlakuan yang diberikan (Yuliantoro & Frianto, 2019). Sehingga dalam hal ini, gulma yang

memiliki sifat lebih toleran dapat berkembang biak dan meningkatkan dominasi, sementara gulma yang rentan terhadap herbisida dapat dikendalikan secara lebih efektif. Beberapa faktor penyebab lainnya adalah perubahan terhadap kondisi ekologi gulma (tanah, kompetitor, iklim, paparan sinar matahari, dan kelembaban) sehingga kondisi demikian menjadi cocok dengan kondisi ekologis untuk jenis-jenis gulma tertentu dan dapat menjadi faktor pendorong bagi gulma tersebut untuk dapat berkembang dengan lebih baik (Kubiak *et al.*, 2022; Prado *et al.*, 2022; Yuliantoro & Frianto, 2019). Sementara itu, bagi jenis gulma yang tidak sesuai dengan kondisi tersebut, maka mengalami penurunan INP. Kedua, pemberian perlakuan herbisida dapat mengganggu kondisi ekosistem tanah dengan mengubah keseimbangan populasi makroorganisme dan mikroorganisme di dalamnya (Ratcliff *et al.*, 2006). Hal ini dapat mempengaruhi tingkat kompetisi antara tanaman inang dengan gulma sehingga dapat memberikan peluang bagi gulma yang sebelumnya tidak dominan untuk dapat menjadi dominan (Trognitz *et al.*, 2016).

SIMPULAN

Penggunaan herbisida tunggal berbahan aktif paraquat dan kombinasi antara glifosat dan paraquat mampu menekan pertumbuhan gulma tertinggi masing-masing sebesar 34,45% dan 31,11% setelah satu bulan setelah pengaplikasiannya. Akan tetapi, setelah tiga bulan, penggunaan LCC mampu menekan pertumbuhan gulma sebesar 49,44% dibanding penggunaan herbisida berbahan aktif glifosat, paraquat, maupun kombinasi keduanya. Pada perlakuan penyemprotan dengan glifosat dan paraquat, jenis gulma yang memiliki INP tertinggi setelah satu bulan adalah kelompok gulma berdaun lebar, yaitu jenis *Blumea* sp. Pada perlakuan penyemprotan dengan campuran glifosat dan paraquat, jenis gulma yang mendominasi satu bulan setelah perlakuan adalah kelompok gulma teki-teki (*S. sumatrensis*) dan daun lebar (*M. micrantha*). Sedangkan pada penggunaan LCC menunjukkan bahwa dominasi gulma memiliki kecenderungan untuk sama pada setiap pengamatannya yang didominasi oleh jenis *O. nodosa*. Setelah tiga bulan, *O. nodosa* dan *M. micrantha* masing-masing mendominasi pada perlakuan penyemprotan dengan glifosat dan paraquat. Sedangkan pada perlakuan campuran antara glifosat dan paraquat, kelompok gulma daun lebar jenis *M. micrantha* memiliki INP tertinggi. Pada perlakuan menggunakan LCC setelah tiga bulan, jenis *O. nodosa* memiliki INP tertinggi dibandingkan jenis gulma lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Achary VMM, Sheri V, Manna M, Panditi V, Borphukan B, Ram B, Agarwal A, Fartyal D, Teotia D, Masakapalli SK, Agrawal PK, Reddy MK. 2020. Overexpression of improved EPSPS gene results in field level glyphosate tolerance and higher grain yield in rice. *Plant Biotechnology Journal* 18(12): 2504–2519.
- Adnan, Hasandin M. 2012. Aplikasi Beberapa Dosis Herbisida Glifosat dan Paraquat pada Sistem Tanpa Olah Tanah (Tot) Serta Pengaruhnya terhadap Sifat Kimia Tanah, Karakteristik Gulmadan Hasil Kedelai The Application Of Several Dosage Herbicide Glyphosate And Paraquat In No-Till. *Ajurnal Agrist* 16(3): 135–145.
- Akinloye OA, Adamson I, Ademuyiwa O, Arowolo TA. 2020. Paraquat toxicity and its mode of action in some commonly consumed vegetables in Abeokuta, Nigeria. *International Journal of Agricultural Sciences* 10(12): 1–008.
- Akram N, Baidhawi, Rosnina. 2019. Efektivitas Penggunaan Herbisida Paraquat dan Atrazin terhadap Gulma pada Jarak Tanam Jagung (*Zea mays* L.) Yang Berbeda. *Jurnal Agrium Unimal* 16(2): 135–143.

- Aladesanwa R, Ayodele O. 2010. Weed Control in the Long-fruited Jute (*Corchorus olitorius* L.) with Paraquat Alone and in Combination with Glyphosate at Varying Doses including their Effects on its Growth, Development, Yield and Nutritional Quality in Southwestern Nigeria. *Applied Tropical Agriculture* 1118-6712, 15: 65–75.
- Asbur Y, Rambe RDH, Purwaningrum Y, Kusbiantoro D. 2018. Potensi Beberapa Gulma Sebagai Tanaman Penutup Tanah di Area Tanaman Kelapa Sawit Menghasilkan. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit* 26(3): 113–128.
- Basics H, Pont D. 2000. *Glyphosate 7e.1*. 1–10.
- Chauhan BS. 2020. Grand Challenges in Weed Management. *Frontiers in Agronomy*, 1.
- Dalimunthe S, Purba E, Meiriani. 2015. Respons Dosis Biotip Rumput Belulang (*Eleusine indica* L. Gaertn) Resisten-Glifosat Terhadap Glifosat, Paraquat dan Indaziflam. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara* 3(2): 625–633.
- De María N, Becerril JM, García-Plazaola JI, Hernández A, De Felipe MR, Fernández-Pascual M. 2006. New insights on glyphosate mode of action in nodular metabolism: Role of shikimate accumulation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54(7), 2621–2628.
- Dennis PG, Kukulies T, Forstner C, Orton TG, Pattison AB. 2018. The effects of glyphosate, glufosinate, paraquat and paraquat-diquat on soil microbial activity and bacterial, archaeal and nematode diversity. *Scientific Reports* 8(1), 2119.
- Enggar WMD, Pribadi A. 2018. Karakteristik vegetasi penyusun habitat Lebah Madu Hutan (*Apis dorsata*. F) di hutan masyarakat Sungai Indragiri Riau. *Jurnal Zona* 2(2): 75–80.
- Faiz AMA. 1989. A cost-comparison of two Roundup mixtures and Para-col for controlling general weeds under rubber. *Planters ' Bulletin Rubber Research Institute of Malaysia* 201, 127–132.
- Gangeram N, Chemicals T, Ii I. 1989. *Paraquat / Gramoxone use and abuse in Trinidad & Tobago*.
- Hay M, Peterson D. 2018. Interactions of tank-mix partners with paraquat for enhanced grass control. *Weed Science Society of America Annual Meeting*, 58:158.
- Iderawumi AM. 2018. Characteristics Effects of Weed on Growth Performance and Yield of Maize (*Zea mays*). *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research* 7(3): 7–10.
- Irawan US, Purwanto E. n.d. Jabon Putih (*Anthocephalus cadamba*) dan Jabon Merah (*Anthocephalus macrophyllus*) untuk Rehabilitasi Lahan Masyarakat : Usaha Perbaikan Teknik Perbanyakannya secara Lokal. *Yayasan Operasi Wallacea Terpadu (OWT), Taman Cimanggu, Jl. Akasia III Blok P VI No 5 Bogor Indonesia*: 1–16.
- Kleiman B, Koptur S. 2023. Weeds Enhance Insect Diversity and Abundance and May Improve Soil Conditions in Mango Cultivation of South Florida. *Insects*, 14(1).
- Kpan K, Roland N, Urbain K, Ardjouma D. 2022. Determination of the Glyphosate Content in Liquid and Dry Formulations by HPLC-UV: Pre-column Derivation with 9-Fluorenylmethyl Chloroformate (FMOC). *Chromatographia* 85: 1–10.
- Krisnawati H, Kallio M, Kanninen M. 2011. *Anthocephalus cadamba* Miq. (Ecology, Silviculture and Productivity). Center for International Forestry Research. <http://www.jstor.org/stable/resrep02125.11>
- Kubiak A, Wolna-Maruwka A, Niewiadomska A, Pilarska AA. 2022. The Problem of Weed Infestation of Agricultural Plantations vs. the Assumptions of the European Biodiversity Strategy. In *Agronomy*

12(8): 1–29.

- Kurniadie D, Umiyati U, Widayat D. 2019. Effects of glyphosate potassium 660 g L1 on transgenic and conventional corn varieties. *Biotropia* 26(3): 155–162.
- Lehmann J, Da Silva JP, Trujillo L, Uguen K. 2000. Legume cover crops and nutrient cycling in tropical fruit tree production. *Acta Horticulturae* 531: 65–72.
- Lehoczki E, Laskay G, Gaal I, Szigeti Z. 2006. Mode of action of paraquat in leaves of paraquat-resistant *Conyza canadensis* (L.) Cronq. *Plant, Cell & Environment* 15: 531–539.
- Lempang M. 2014. Sifat Dasar dan Potensi Kegunaan Kayu Jabon Merah. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea* 3(2), 163.
- Lim J. 1999. Occurrence of weed succession, its prevention and Corrective actions in plantations - A Malaysian Experience. *Proceedings. 14th Indonesia Weed Science Society Conference*: 489–496.
- Madusari S. 2016. Analisis Tingkat Kematian Gulma *Melastoma malabathricum* Menggunakan Bahan Aktif Metil metsulfuron pada Tingkat Konsentrasi yang Berbeda di Perkebunan Kelapa Sawit. *Jurnal Citra Widya Edukasi* 8(3), 236–249.
- Mukarromah L, Sembodo DRJ. 2014. Efikasi herbisida glifosat terhadap gulma di lahan tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Agrotek Tropika* 2(3): 369–374.
- Ngatiman A, Susilo, Budiono M. 2010. Uji coba pola pengendalian gulma dengan jenis dan kosentrasi formulasi herbisida pada tanaman dipterokarpa. Balai Besar Penelitian Dipterokarpa, Samarinda. Tidak dipublikasikan.
- Nufvitarini W, Zaman S, Junaedi A. 2016. Pengelolaan Gulma Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Studi Kasus di Kalimantan Selatan. *Buletin Agrohorti* 4(1): 29–36.
- Oktavia E, Sembodo DRJ, Evizal R. 2014. Efikasi herbisida glifosat terhadap gulma umum pada perkebunan karet (*Hevea brasiliensis* [Muell.] Arg) yang sudah menghasilkan. *Jurnal Agrotek Tropika* 2(3).
- Prado R, Palma-Bautista C, Guadalupe J, Cruz R. 2022. *Interaction of Biochar and Herbicides in the Environment*. Boca Raton: CRC Press.
- Prasetyo AA, Wicaksono KP. 2017. Efikasi Tiga Jenis Herbisida pada Pengendalian Gulma di Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muel. Arg.) Belum Menghasilkan. *Journal of Agricultural Science* 2(2).
- Prianto J, Sepriani Y, Adam DH, Lestari W. 2022. Pengaruh Herbisida Glifosat 480 SL, Paraquat dan Kombinasinya pada Gulma Pakisan (*Nephrolepis biserrata*) di Kebun Kelapa Sawit Menghasilkan. *Jurnal Mahasiswa Agroteknologi (JMATEK)* 3: 12–17.
- Pribadi A, Wiratmoko MDE. 2022. Peningkatan Kapasitas Masyarakat yang Tinggal di dalam dan Luar Kawasan Taman Nasional Bukit Tiga Puluh Riau melalui Budidaya Lebah Kelulut. *Jurnal Kewarganegaraan* 6(3): 5322–5333.
- Pribadi A, Roza D. 2021. Enhancing capacity and empowering local communities live inside Thirty Hills National Park, Riau through meliponiculture. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 917(1).
- Priyanto AD, Saputra D, Rachman FA, Sitorus RJ. 2020. Effect of Glyphosate Herbicide on Environmental Health. In *2nd Sriwijaya International Conference of Public Health (SICPH 2019)*: 95–100.
- Probowati RA, Guritno B, Sumarni T. 2014. The effect of cover crops and plant spacing on the weed and yield of corn (*Zea mays* L.). *Jurnal Produksi Tanaman* 2: 639–647.

- Purba E. 2004. Pengujian lapangan efikasi herbisida ristolp 240 as terhadap gulma pada budidaya karet menghasilkan.
- Purba E. 2009. Keanekaragaman herbisida dalam pengendalian gulma mengatasi populasi gulma resisten dan toleran herbisida. Dipublikasikan pada Pidato Pengukuhan Jabatan Guru besar Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.
- Ratcliff A, Busse M, Shestak C. 2006. Changes in microbial community structure following herbicide (glyphosate) additions to forest soils. *Applied Soil Ecology* 34: 114–124.
- Sembiring DSPS, Sembayang NS. 2019. Uji efikasi dua herbisida pada pengendalian gulma di lahan sederhana efficacy test of two herbicides in control weeds in simple land processing. *Jurnal Pertanian* 10(2): 61–70.
- Siehl D. 1997. Inhibitors of EPSP synthase, glutamine synthetase and histidine synthesis. *Reviews in Toxicology* 1: 37–67.
- Stuart AM, Merfield CN, Horgan FG, Willis S, Watts MA, Ramírez-Muñoz F, U JS, Utyasheva L, Eddleston M, Davis ML, Neumeister L, Sanou MR, Williamson S. 2023. Agriculture without paraquat is feasible without loss of productivity—lessons learned from phasing out a highly hazardous herbicide. *Environmental Science and Pollution Research* 30(7): 16984–17008.
- Sumekar Y, Umiyati U. 2017. The weeds diversity dominant to carrot (*Daucus carota* L.) in Garut regency. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Peternakan* 5: 93–103.
- Syarovy M, Santoso H, Sembiring DS. 2021. Pertumbuhan Tanaman Kelapa Sawit pada Lahan dengan Tanaman Penutup Tanah *Mucuna bracteata* yang Tidak Terawat dan Alang-alang (*Imperata cylindrica*). *Warta PPKS* 26(1), 46.
- Trognitz F, Hackl E, Widhalm S, Sessitsch A. 2016. The role of plant-microbiome interactions in weed establishment and control. *FEMS Microbiology Ecology* 92(10).
- Tzvetkova P, Lyubenova M, Boteva S, Todorovska E, Tsonev S, Kalcheva H. 2019. Effect of Herbicides Paraquat and Glyphosate on the Early Development of Two Tested Plants. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 221(1), 12137.
- Valavanidis A. 2018. Glyphosate, the Most Widely Used Herbicide. *Scientific Reviews* (2018).
- Vilà M, Beaury EM, Blumenthal DM, Bradley BA, Early R, Laginhas BB, Trillo A, Dukes JS, Sorte CJB, Ibáñez I. 2021. Understanding the combined Impacts of Weeds and Climate Change on Crops. *Environmental Research Letters*, 16(3).
- Wahyudi A. 2012. Analisis Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jabon (*Anthocephallus cadamba*). *Perennial* 8(1), 19.
- Walsh A, Kingwell R. 2021. Economic implications of the loss of glyphosate and paraquat on Australian mixed enterprise farms. *Agricultural Systems* 193, 103207.
- Widiyanto A, Siarudin M. 2016. Karakteristik Sifat Fisik Kayu Jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq) pada Arah Longitudinal dan Radial. *Jurnal Hutan Tropis* 4(2): 102–108.
- Yuliantoro D, Frianto D. 2019. Analisis Vegetasi Tumbuhan di Sekitar Mata Air pada Dataran Tinggi dan Rendah Sebagai Upaya Konservasi Mata Air di Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah. *Dinamika Lingkungan Indonesia* 6(1): 1–7.