



**PENGARUH HERBISIDA BERBAHAN AKTIF PARAQUAT TERHADAP
PERSENTASE KEMATIAN GULMA DAN JUMLAH
MIKROORGANISME TANAH**

***THE EFFECT OF HERBICIDE WITH ACTIVE INGREDIENT PARAQUAT ON
THE PERCENTAGE OF WEED MORTALITY AND THE NUMBER
OF SOIL MICROORGANISMS***

Sakiah, Sakiah⁽¹⁾, Guntoro Guntoro⁽²⁾, Adri Moses Manullang,⁽³⁾

^{1,2,3})Program Studi Budidaya Perkebunan, Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian
Agrobisnis Perkebunan (STIP-AP), Jl. Williém Iskandar (Pancing), Medan Estate,
Sumatera Utara, Indonesia

*Corresponding Email: guntoro@stipap.ac.id

Abstrak

Paraquat salah satu bahan aktif herbisida yang digunakan untuk mengendalikan gulma secara kimia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi herbisida berbahan aktif paraquat terhadap persentase kematian gulma dan jumlah mikroorganisme tanah. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok non faktorial, terdiri dari 5 taraf perlakuan yaitu P0 : kontrol; P1 : 5 ml paraquat dalam 1 liter air, frekuensi aplikasi 1 minggu sekali; P2 : 10 ml paraquat dalam 1 liter air, frekuensi aplikasi 1 minggu sekali; P3 : 10 ml paraquat dalam 1 liter air, frekuensi aplikasi 2 minggu sekali; P4 : 5 ml paraquat dalam 1 liter air, frekuensi aplikasi 2 minggu sekali. Hasil pengamatan disusun dalam Daftar Sidik Ragam dan dilanjutkan dengan Duncan Multiple Range Test. Hasil penelitian menunjukkan, gulma dominan pada plot penelitian yaitu *Ageratum conyzoides*, *Mimosa pudica*, *Paspalum commersonii*. Aplikasi herbisida paraquat 5 ml/l, frekuensi aplikasi 1 minggu sekali efektif menekan kematian gulma. Namun, penggunaan paraquat berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah mikroorganisme tanah.

Kata kunci : bakteri, berkelanjutan, jamur, kelapa sawit, resistensi.

Abstract

Paraquat is an active herbicide used to control weeds chemically. This research aim is to determine the effect of herbicide applications with active paraquat matters on the percentage of weed mortality and the number of soil microorganisms. This research used a non-factorial randomized block design with five levels of treatment, that is P0: control; P1: 5 ml of paraquat in 1 litre of water, frequency of application is once a week; P2: 10 ml of paraquat in 1 litre of water, frequency of application is once a week; P3: 10 ml of paraquat in 1 litre of water, frequency of application is once in two weeks; and P4: 5 ml of paraquat in 1 litre of water, frequency of application is once in two weeks. The results of the observations were compiled in a Variety Checklist and continued with the Duncan Multiple Range Test. The results showed that the dominant weeds in the research plot were *Ageratum conyzoides*, *Mimosa pudica*, and *Paspalum commersonii*. The application of 5 ml/l paraquat herbicide, the frequency of application once a week was effective in reducing weed mortality. However, the use of paraquat did not significantly affect the number of soil microorganisms.

Keywords : bacteria, sustainable, fungus, oil palm, resistance

How to cite : Sakiah., Guntoro., & Manullang, A.M. (2020). Pengaruh Herbisida Berbahan Aktif Paraquat Terhadap Persentase Kematian Gulma Dan Jumlah Mikroorganisme Tanah. *Jurnal Agro Estate* Vol.4 (2) : 29-38.

PENDAHULUAN

Gulma merupakan tumbuhan yang kehadirannya tidak dikehendaki, hadirnya dapat merugikan secara perlahan selama gulma tersebut hidup berinteraksi bersama dengan tanaman. Menurut Sembodo (2010), kerugian terjadi melalui proses persaingan atau kompetisi antara gulma dan tanaman dalam memperebutkan hara, air, CO₂, dan ruang tumbuh, sehingga gulma harus dikendalikan agar tidak merugikan secara ekonomi.

Pengendalian gulma didefinisikan sebagai proses pembatasan infestasi gulma agar tanaman budidaya lebih produktif. Dengan kata lain, pengendalian bertujuan untuk menekan populasi gulma sampai tingkat populasi yang tidak merugikan secara ekonomi atau tidak melampaui ambang ekonomi dan bukan bertujuan menekan populasi gulma sampai nol (Sukman dan Yakup, 2002).

Pengendalian gulma dapat dilakukan dengan berbagai metode, salah satunya dengan cara kimia yaitu menggunakan herbisida. Menurut Tjitrosoedirdjo *et al.*, (1984), pengendalian dengan menggunakan herbisida memiliki beberapa keuntungan yaitu penggunaan tenaga kerja yang lebih sedikit, lebih mudah dan cepat dalam pelaksanaan pengendaliannya. Sukman dan Yakup (2002) menyatakan aplikasi herbisida berlebihan berdampak negatif terhadap lingkungan, organisme

non target, keragaman hayati dan resistensi gulma terhadap herbisida.

Salah satu herbisida yang banyak digunakan di perkebunan kelapa sawit dan karet adalah herbisida berbahan aktif paraquat (Sari, 2020). Dalam Majalah Sawit Indonesia yang dirilis pada tahun 2015 memaparkan bahwa di Indonesia, pro kontra penggunaan paraquat masih menjadi perdebatan. Namun, perusahaan besar seperti Musim Mas Group telah melarang penggunaan herbisida paraquat karena bahan aktif herbisida tersebut tidak sesuai dengan standar *sustainability*. Hal ini sejalan dengan pernyataan P3KLL (2020) yang mengatakan bahwa pro dan kontra masih terus berlangsung dalam Konvensi Rotterdam terkait konsensus untuk memasukkan paraquat dalam Bahan Berbahaya Beracun (B3).

Herbisida berbahan aktif paraquat merupakan herbisida kontak yang dapat membunuh berbagai macam rumput tahunan dan gulma berdaun lebar, pekerja diperkebunan atau pertanian dapat terpapar melalui inhalasi uap pestisida atau terkena melalui kulit jika fasilitas kesehatan dan keselamatan kerja tidak memadai (P3KLL, 2020). Keberadaannya di dalam tanah (20 ppm) dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan alga (Arfi, 2015).

Penggunaan paraquat secara terus menerus dan dengan dosis yang kian meningkat dikhawatirkan akan

menyebabkan resistensi pada gulma, disamping itu mikroorganisme tanah yang pada hakikatnya sangat berperan membantu melarutkan dan penyedia unsur hara terdampak oleh penggunaan paraquat yang tidak bijaksana. Untuk menjawab hal tersebut, maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh herbisida kontak berbahan aktif paraquat dengan konsentrasi dan frekuensi aplikasi yang berbeda terhadap persentase kematian gulma dan jumlah mikroorganisme tanah.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di areal Kebun Praktek Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Agrobisnis Perkebunan pada bulan April hingga Agustus 2019.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu herbisida paraquat, air, tanah. Alat yang digunakan yaitu patok, tali plastik, ember, knapsack, gelas ukur, timbangan, counter meter serta alat pendukung lainnya di laboratorium.

Rancangan Penelitian

Penelitian didesain menggunakan Rancangan Acak Kelompok non faktorial. Sebagai perlakuan yaitu perbedaan konsentrasi dan frekuensi penyemprotan herbisida. Dasar penentuan konsentrasi yang digunakan adalah dosis anjuran

untuk gulma berdaun lebar 1,5 – 3 liter per hektar. Taraf perlakuan disusun sebagai berikut :

P0 : kontrol (tanpa aplikasi herbisida)

P1 : 5 ml paraquat dalam 1 liter air dengan frekuensi aplikasi 1 minggu sekali

P2 : 10 ml paraquat dalam 1 liter air dengan frekuensi aplikasi 1 minggu sekali

P3 : 10 ml paraquat dalam 1 liter air dengan frekuensi aplikasi 2 minggu sekali

P4 : 5 ml paraquat dalam 1 liter air dengan frekuensi aplikasi 2 minggu sekali

Setiap satuan perlakuan terdiri dari 3 ulangan. Hasil pengamatan disusun dalam Daftar Sidik Ragam, hasil yang berbeda nyata dilanjutkan dengan uji DMRT (Duncan Multiple Range Test).

Tahapan Penelitian

Penelitian diawali dengan persiapan plot penelitian berukuran 1 m x 2 m, diberi pacak pada keempat sudut plot dan dibatasi dengan tali rafia. Selanjutnya, gulma yang terdapat dalam plot penelitian diidentifikasi menggunakan Buku Identifikasi Gulma, didokumentasikan, kemudian disusun daftar nama dan jumlah gulma yang terdapat pada tiap plot. Plot-plot yang sudah dibuat dan diberi ukuran diaplikasikan herbisida berbahan aktif paraquat dengan dosis dan frekuensi aplikasi sesuai perlakuan yang sudah ditentukan diawal. Diamati bagaimana perubahan pada gulma yang terdapat didalam plot-plot tersebut. Waktu

pengaplikasian herbisida pada pagi hari pukul 08.00 sampai 09.00 WIB.

Pengamatan Penelitian

Adapun pengamatan yang dilakukan pada penelitian ini adalah identifikasi jenis gulma, jumlah individu serta rata-rata per individu yang terdapat pada tiap plot penelitian sebelum dilakukan pengaplikasian herbisida. Persentase kematian gulma diamati setiap satu bulan sekali selama 4 bulan aplikasi dan jumlah mikroorganisme tanah diamati pada akhir penelitian yaitu setelah 4 bulan berlangsung aplikasi herbisida paraquat menggunakan metode *plate count*. Sampel tanah yang digunakan untuk pada pengamatan ini merupakan tanah agregat yang segar diambil pada kedalaman 0-20 cm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Gulma

Sebelum dilakukan aplikasi herbisida paraquat pada plot penelitian, terlebih dahulu dilakukan identifikasi gulma. Hal ini bertujuan untuk mengetahui jenis gulma dan mempermudah

perhitungan kematian gulma. Jenis-jenis gulma yang terdapat pada keseluruhan plot penelitian dapat dilihat pada Tabel 1. Pada plot penelitian terdapat beberapa jenis gulma, gulma yang ditemui pada setiap plot ada 3 spesies yaitu *Ageratum conyzoides* (Babandotan), *Mimosa pudica* (Putri Malu), *Paspalum commersonii* (Genjoran). Gulma yang paling dominan diantara jenis gulma yang ditemukan yaitu babandotan (*A. conyzoides*) sebanyak 331 individu.

A. conyzoides dan *M. pudica* termasuk golongan gulma berdaun lebar sedangkan *P. commersonii* termasuk gulma berdaun sempit. Hadirnya gulma tersebut diduga karena *seed bank* ketiga gulma dominan dan faktor lingkungan yang sesuai. Laude, (1956) menyatakan bahwa gulma berdaun sempit mengalami dormansi dari satu sampai lima bulan dan penelitian Alridiwirah *et al.*, (2020) melaporkan bahwa gulma berdaun sempit dan berdaun lebar lebih dominan dibandingkan tekian di suatu areal pertanaman.



Gambar 1. *A. conyzoides*



Gambar 2. *M. pudica*



Gambar 3. *P. commersonii*

Tabel 1. Jenis dan jumlah individu gulma yang terdapat pada plot penelitian

Perlakuan	Jenis	Individu	rata-rata
P0 (kontrol / tanpa penyemprotan paraquat)	<i>Ageratum conyzoides</i> (Babandotan)	65	21,67
	<i>Mimosa pudica</i> (Putri Malu)	28	9,33
	<i>Paspalum commersonii</i> (Genjoran)	10	3,33
	<i>Phyllanthus niruri</i> (Meniran)	4	1,33
	<i>Mikania micrantha</i> (Sambung Rambut)	15	5,00
P1 (5 ml paraquat/1 liter air, frekuensi penyemprotan 1 minggu sekali)	<i>Mimosa pudica</i> (Putri Malu)	42	14,00
	<i>Ageratum conyzoides</i> (Babandotan)	87	29,00
	<i>Euphorbia hirta</i> (Patihan kebo)	4	1,33
	<i>Mikania micrantha</i> (Sambung Rambut)	16	5,33
	<i>Paspalum commersonii</i> (Genjoran)	7	2,33
P2 (10 ml paraquat/1 liter air, frekuensi penyemprotan 1 minggu sekali)	<i>Mimosa pudica</i> (Putri Malu)	34	11,33
	<i>Ageratum conyzoides</i> (Babandotan)	62	20,67
	<i>Imperata cylindrica</i> (Ilalang)	41	13,67
	<i>Phyllanthus niruri</i> (Meniran)	13	4,33
	<i>Paspalum commersonii</i> (Genjoran)	33	11,00
P3 (10 ml paraquat/1 liter air, frekuensi penyemprotan 2 minggu sekali)	<i>Mimosa pudica</i> (Putri Malu)	21	7,00
	<i>Ageratum conyzoides</i> (Babandotan)	61	20,33
	<i>Paspalum commersonii</i> (Genjoran)	35	11,67
	<i>Digitaria fuscescens</i> (Genjoran)	43	14,33
	<i>Mikania micrantha</i> (Sambung Rambut)	21	7,00
P4 (5 ml/ 1 liter air dengan frekuensi 2 minggu sekali)	<i>Mimosa pudica</i> (Putri Malu)	28	9,33
	<i>Ageratum conyzoides</i> (Babandotan)	56	18,67
	<i>Cyperus kyllingia</i> (Wudelan)	17	5,67
	<i>Borreria latifolia</i> (Kentangan)	6	2,00
	<i>Paspalum commersonii</i> (Genjoran)	20	6,67
	<i>Mikania micrantha</i> (Sambung Rambut)	10	3,33
	<i>Phyllanthus niruri</i> (Meniran)	12	4,00

Persentase Kematian Gulma

Rataan persentase kematian gulma pada bulan 1 sampai dengan 4 bulan aplikasi herbisida paraquat terdapat pada Tabel 2. Aplikasi herbisida paraquat berpengaruh nyata terhadap persentase

kematian gulma pada bulan ke 1 sampai dengan bulan ke 4. Pada bulan ke 1, persentase kematian gulma pada perlakuan P0 berbeda nyata dengan P1, P2, P3 dan P4. P1 berbeda nyata dengan P2, P3 dan P4.

Tabel 2. Rataan persentase kematian gulma pada bulan ke-1 hingga bulan ke-4

Perlakuan	Bulan setelah aplikasi			
	1	2	3	4
%.....			
P0 (Tanpa Herbisida)	0d	0c	0d	0c
P1 (5 ml paraquat /1 liter air, frekuensi aplikasi 1 kali seminggu)	93,75a	100a	100a	100a
P2 (10 ml paraquat/1 liter air, frekuensi aplikasi 1 kali seminggu)	88,92b	100a	100a	100a
P3 (10 ml paraquat /1 liter air, frekuensi aplikasi 1 kali 2 minggu)	47,5c	66,67b	50,00c	75,00b
P4 (5 ml paraquat/1 liter air, frekuensi aplikasi 1 kali 2 minggu)	50c	66,67b	58,33b	75,00b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT)

Persentase kematian gulma pada P1 (5 ml paraquat/1 liter air, frekuensi aplikasi 1 kali seminggu) adalah 93,75%, merupakan persen kematian gulma tertinggi dibanding perlakuan lainnya pada bulan ke 1 setelah aplikasi herbisida. Pada perlakuan P1, aplikasi herbisida 5 ml paraquat/1 liter air diaplikasikan satu kali dalam satu minggu, dengan kata lain dalam satu bulan dilakukan 4 kali aplikasi. Jika dibandingkan dengan perlakuan P3 (10 ml paraquat/1 liter air, aplikasi satu kali dalam 2 minggu) dan P4 (5 ml paraquat/1 liter air, aplikasi satu kali dalam 2 minggu), persen kematian gulma pada P3 dan P4 jauh lebih rendah dibandingkan P1. Hal ini menunjukkan

bahwa semakin sering frekuensi penyemprotan gulma menggunakan herbisida paraquat, kematian gulma juga semakin tinggi. Tingginya persentase kematian gulma mengindikasikan bahwa gulma hal ini menunjukkan efektivitas paraquat tergolong tinggi. Hal sejalan dengan Ginting *et al* (2015) mengatakan populasi gulma dinyatakan resisten jika >50% individu di dalam populasi bertahan hidup setelah aplikasi herbisida. Tampubolon *et al.*, (2020) melaporkan bahwa penggunaan paraquat dosis rekomendasi 1 l/ha atau setara dengan 3,42 ml/l air pada waktu 3 minggu setelah aplikasi efektif menekan 100% jumlah anakan/pot, berat basah dan berat kering/pot serta kematian kematian gulma *Eleusine indica* resisten-glifosat.

Perlakuan P3 dan P4 menunjukkan perbedaan tidak nyata pada persentase kematian gulma. Hasil penelitian ini menjelaskan konsentrasi herbisida tidak perlu ditingkatkan untuk menekan pertumbuhan gulma, karena dengan dosis 5 ml paraquat mampu mematikan 50 % gulma pada plot penelitian. Oleh karenanya, penggunaan herbisida secara bijak dapat mencegah gulma yang toleran terhadap suatu herbisida bahkan mencegah resistensi. Moenandir (1993) menjelaskan pengendalian gulma menggunakan herbisida secara terus menerus dapat mengakibatkan gulma menjadi toleran pada suatu herbisida bahkan menjadi resisten. Purba (2009); Lubis at al., (2012) menyatakan bahwa populasi resisten terbentuk akibat adanya tekanan seleksi oleh penggunaan herbisida sejenis secara berulang ulang dalam periode yang lama.

Pada bulan ke 2, ke 3 dan ke 4 pengamatan pengaruh aplikasi herbisida paraquat dengan dosis dan frekuensi aplikasi yang berbeda, terlihat pada perlakuan P1 dan P2 secara keseluruhan gulma telah mati dan pada perlakuan P3 dan P4, persentase kematian gulma meningkat namun tidak sampai 100 %. Hal ini menunjukkan bahwa paraquat efektif mengendalikan gulma seperti *Ageratum conyzoides* (Babandotan), *Mimosa pudica* (Putri Malu), *Paspalum commersonii* (Genjoran). Namun, jika paraquat

digunakan secara kontiniu dengan dosis dan frekuensi aplikasi yang berlebihan, kemungkinan resistensi akan terjadi bahkan dapat merusak keseimbangan ekosistem. Resistensi gulma jenis *E. indica* telah terjadi di beberapa daerah. Hasil penelitian Ginting *et al* (2015) penggunaan paraquat pada lahan pertanaman jagung di Tigabinanga Kabupaten Karo ditemukan telah terjadi terhadap paraquat, yaitu 2 populasi resisten dan 4 populasi moderate resisten. Tampubolon *et al.*, (2019) juga melaporkan bahwa penggunaan herbisida paraquat dosis rekomendasi $\frac{1}{4}$ l/ha atau setara dengan 0,90 ml/l air efektif menekan 100% gulma *Eleusine indica* sensitif-glifosat pada 6 minggu setelah aplikasi, sedangkan penggunaan paraquat dengan dosis yang sama hanya efektif berkisar 20-60% dalam mengendalikan biotipe resisten-glifosat.

Jumlah Mikroorganisme Tanah

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, aplikasi herbisida berbahan aktif paraquat selama 4 bulan dengan dosis dan frekuensi aplikasi yang ditingkatkan dari dosis dan frekuensi standar, berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah mikroorganisme tanah. Rataan jumlah mikroorganisme tanah pada tiap taraf perlakuan tertera pada Tabel 3. Rataan jumlah mikroorganisme tanah pada plot penelitian ditemukan antara $2,5 \times 10^6$ hingga $4,2 \times 10^6$ CFU/ml.

Tabel 3. Rataan jumlah mikroorganisme tanah

Perlakuan	Jumlah mikroorganisme tanah (CFU/ml)
P0 (Tanpa Herbisida)	3,9 x 10 ⁶ a
P1 (5 ml paraquat /1 liter air, frekuensi aplikasi 1 kali seminggu)	2,5 x 10 ⁶ a
P2 (10 ml paraquat/1 liter air, frekuensi aplikasi 1 kali seminggu)	3,1 x 10 ⁶ a
P3 (10 ml paraquat /1 liter air, frekuensi aplikasi 1 kali 2 minggu)	4,2 x10 ⁶ a
P4 (5 ml paraquat/1 liter air, frekuensi aplikasi 1 kali 2 minggu)	3,3 x 10 ⁶ a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT)

Secara statistik, aplikasi herbisida berbahan aktif paraquat tidak berbeda nyata antar taraf perlakuan namun dari data menunjukkan jumlah mikroorganisme pada plot yang diaplikasikan herbisida setiap minggu mengandung mikroorganisme tanah yang lebih kecil dari taraf perlakuan lainnya. Sejalan dengan hasil penelitian Sahribulan *et al* (2019), pada tanah yang terpapar paraquat populasi bakteri yang berperan sebagai dekomposet, pelarut fosfat, dan nitrifikasi lebih rendah dibanding pada tanah yang tidak terpapar paraquat. Hal ini dipertegas Sodiq (2000) bahwa penggunaan pestisida (insektisida, herbisida, fungisida) berpengaruh negatif terhadap kehidupan mikroorganisme tanah, residu pestisida dalam tanah dapat menyebabkan pencemaran lingkungan.

KESIMPULAN

1. Aplikasi herbisida berbahan aktif paraquat 5 ml/1 l air, frekuensi aplikasi 1 kali seminggu efektif mengendalikan 100 % gulma pada plot penelitian.
2. Aplikasi herbisida berbahan aktif paraquat dengan konsentrasi dan frekuensi aplikasi yang berbeda, berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah mikroorganisme tanah, namun pada plot pengaplikasian 5 ml paraquat /1 liter air, frekuensi aplikasi 1 kali seminggu ditemukan populasi mikroorganisme terendah.

DAFTAR PUSTAKA

Alridiwersah., Tampubolon, K., Sihombing, F. N., Siburian, E., Purba, Z., Wagino. , Sulastri, Y. S., Manurung, I. R., Pratomo, B., Karim, S., Samosir, S. T. S., Supriyadi., Gustianty , L. R., & Fitra Syawal Harahap, F. S., 2020. Glyphosate

- potassium salt dosage efficacy to weed control in guava plants. *Asian Journal of Plant Sciences*, 19(4), 487-494.
- Arfi, F. 2015. Degradasi Senyawa Paraquat dalam Pestisida Gramoxone Secara Sonolisis dengan Penambahan ZnO. *Lantanida Journal* vol. 3 (1) : 71-81.
- Ginting, K.A, E. Purba dan J. Ginting, 2015. Identifikasi Gulma Resisten Herbisida Paraquat pada Lahan Jagung di Kecamatan Tigabinanga Kabupaten Karo. *Jurnal Online Agroteknologi* vol. 3 (2) : 679-686.
- Laude, H. M., 1956. Germination of freshly harvested seed of some western range species. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*, 9(3), 126-129.
- Lubis, L.A., Purba, E., Sipayung R. 2012. Respon dosis biotip *Eleusine indica* resisten-glifosfat terhadap glifosfat, parakuat, dan glufosinat. *Jurnal Online Agroekoteknologi* vol. 1 (1) :109- 123.
- Moenandir, J. 1993. Persaingan Tanaman Budidaya dengan Gulma. Rajawali, Jakarta.
- P3KLL, 2020. Konvensi Rotterdam – Pro dan Kontra Paraquat Dicloride. Pusat Penelitian dan Pengembangan Kualitas dan Laboratorium Lingkungan. Badan Penelitian dan Pengembangan Inovasi, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. Diakses dari <http://p3kll.litbang.menlhk.go.id/>.
- Purba, E. 2009. Keanekaragaman Herbisida dalam Pengendalian Gulma Mengatasi Populasi Gulma Resisten dan Toleran Herbisida. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Redaksi Majalah Sawit Indonesia, 2015. Stop Paraquat di Perkebunan Sawit. *Majalah Sawit Indonesia*. Edisi 15 Nov-15 Des 2015. Diakses dari <https://sawitindonesia.com/> (20 Okt 2020).
- Sahribulan, S., N. Ni'matuzahroh dan T. Surtiningsih. 2019. Pengaruh paparan paraquat terhadap populasi bakteri yang berperan sebagai dekomposer, pelarut fosfat, dan nitrifikasi pada tanah perkebunan desa Batetangga Sulawesi Barat. *Bionature* vol. 2 (2) : 79-83.
- Sari, P. N., 2020. Profil Keamanan dan Penggunaan Herbisida Parakuat di Indonesia. Diakses dari <http://sumut.litbang.pertanian.go.id/> (19 Nov 2020).
- Sembodo, R.J, 2010. Gulma dan Pengelolaannya. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Sodiq, M., 2000. Pengaruh Pestisida Terhadap Kehidupan Organisme Tanah. *Mapela* vol 2 (5) : 20-22.
- Sukman, Y dan Yakup, 2002. Gulma dan Teknik Pengendaliannya. Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Tampubolon, K., Purba, E., Basyuni, M., & Hanafiah, D. S., 2019. Histological, physiological and agronomic characters of glyphosate-resistant *Eleusine indica* biotypes. *International Journal of Agriculture and Biology*, 22(6), 1636-1644.
- Tampubolon, K., Saragih, W. S., Purba, Z., & Hamzani, I., 2020. Single and multiple resistance of *Eleusine indica*

from Asahan Regency, Indonesia.
Journal of Research in Weed Science,
3(1), 24-35.

Tjitrosoedirdjo, S. I., H. Utomo dan J.
Wiroatmojo. 1984. *Pengelolaan
Gulma di Perkebunan*. Gramedia.
Jakarta.