



Sebaran Populasi dan Klasifikasi Resistensi *Eleusine indica* terhadap Glifosat pada Perkebunan Kelapa Sawit di Kabupaten Deli Serdang

Population Distribution and Resistance Classification of Eleusine indica to Glyphosate on Oil Palm Plantations in Deli Serdang Regency

Koko Tampubolon^{*1)}, Edison Purba²⁾, Diana Sofia Hanafiah²⁾, Mohammad Basyuni³⁾

¹⁾ Program Doktor Ilmu Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara

²⁾ Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara

³⁾ Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Sumatera Utara

Corresponding author: koko.tampubolon@gmail.com

Abstract

Eleusine indica populations on oil palm plantations in Deli Serdang Regency have not been reported to be resistant to glyphosate. This study was aimed to report distribution and resistance classification of *E. indica* population on oil palm plantations in Deli Serdang Regency. The research was conducted on Weed Research Center in Faculty of Agriculture, Universitas Sumatera Utara from October 2016 until August 2017. This research used Randomized Block Design with recommended dose at 720 g a.i.ha⁻¹ of glyphosate and three replications. Population ESU0 (from Politeknik Negeri Medan Ball Field) as a comparison. Data on average survival, mortality, dry weight, resistance classification of *E. indica* were analyzed using IBM SPSS Statistics 20 software. The results showed that there were 12 *E. indica* populations classified as glyphosate-resistant (56.52%), 7 glyphosate-resistant developing (30.43%), and 4 populations classified as glyphosate-susceptible (13.04%) with the recommended dose at 720 g a.i.ha⁻¹ from oil palm plantations in Deli Serdang Regency.

Keywords: deli serdang regency, *Eleusine indica*, glyphosate, resistant

Cite this as: Tampubolon, K., Purba, E., Hanafiah, D. S., & Basyuni, M. 2018. Sebaran Populasi dan Klasifikasi Resistensi *Eleusine indica* terhadap Glifosat pada Perkebunan Kelapa Sawit di Kabupaten Deli Serdang. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*. 33(2), 146-152. doi: <http://dx.doi.org/10.20961/carakatani.v33i2.24300>

PENDAHULUAN

Keberadaan gulma pada areal perkebunan kelapa sawit mengakibatkan kerugian secara ekonomi. Kerugian hasil produksi tanaman yang ditimbulkan oleh gulma lebih besar (32%) dibandingkan dengan hama (18%) dan penyakit (15%). Namun, apabila tidak dilakukan pengendalian, baik secara fisik, kimia maupun biologi, maka angka kerugian produksi tanaman ini bisa mencapai 69,80% (Oerke and Dehne, 2004). Pada umumnya pengendalian gulma di perkebunan kelapa sawit dilaksanakan secara kimiawi dengan rotasi pengendalian (pusingan)

3-4 bulan. Setelah perkebunan mengenal penggunaan herbisida terutama glifosat dan parakuat, maka pemakaian kedua herbisida tersebut lebih sering digunakan untuk mengendalikan gulma di areal Tanaman Belum Menghasilkan (TBM), Tanaman Menghasilkan (TM), maupun pembibitan.

Penggunaan herbisida dengan *mode of action* yang sama secara berulang-ulang dalam periode yang lama dapat menyebabkan gulma menjadi resisten. Apabila gulma tersebut sudah resisten maka pengendalian gulma tersebut menjadi sangat sulit (Purba, 2009). Salah satu spesies gulma yang sudah mengalami resisten-glifosat

* Received for publication September 29, 2018

Accepted after corrections October 2, 2018

diperkebunan kelapa sawit adalah rumput belulang (*Eleusine indica* (L.) Gaertn). Gulma ini tergolong agresif karena pertumbuhannya yang kuat dan dapat menghasilkan biji yang melimpah. Gulma belulang dapat tumbuh mencapai 3 kaki atau 1 meter dan menyebar dengan memperbanyak diri melalui biji (Uva *et al.*, 1997). Gulma ini berbunga sepanjang tahun dan tiap rumpun dapat menghasilkan hingga 140.000 biji (Chin, 1979).

Keberadaan *E. indica* resisten terhadap herbisida glifosat telah dilaporkan diperkebunan kelapa sawit di Sumatera Utara. Berdasarkan Hasil penelitian Lubis *et al.* (2012) menunjukkan bahwa populasi *E. indica* dari Kebun Adolina Serdang Bedagai telah resisten terhadap glifosat sebesar 7 kali dibandingkan populasi sensitif. Penelitian Dalimunthe *et al.* (2015) menyatakan bahwa populasi *E. indica* yang berasal dari Kebun Adolina Serdang Bedagai terbukti telah berkembang menjadi resisten ganda terhadap glifosat dan parakuat. Tingkat resistensi terhadap glifosat sebesar 7,5 kali dibandingkan populasi sensitif. Selain itu Rahmadhani *et al.* (2016) juga melaporkan bahwa populasi *E. indica* dari Kebun Sei Daun Labuhan Batu Selatan telah resisten-glifosat sebesar 6,3 kali, *E. indica* dari Kebun Adolina Serdang Bedagai telah resisten-glifosat sebesar 16,7 kali, *E. indica* dari Kebun Galang Serdang Bedagai telah resisten-glifosat sebesar 5,2 kali, *E. indica* dari Kebun Rambutan Serdang Bedagai telah resisten-glifosat sebesar 5,8 kali, dan *E. indica* dari Kebun Sawit Seberang Langkat telah resisten-glifosat sebesar 5,1 kali. Penelitian Syahputra *et al.* (2016) melaporkan populasi *E. indica* dari Blok Afdeling 1 sampai 9 di Kebun Adolina Serdang Bedagai sudah resisten-glifosat sebanyak 57 populasi (98,28%) dan 1 populasi berkembang resisten glifosat (1,72%).

Populasi *E. indica* yang berasal dari perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Deli Serdang belum ada dilaporkan mengalami resistensi terhadap herbisida glifosat. Kabupaten Deli Serdang pada tahun 2015 mempunyai luas lahan kelapa sawit yang terdiri dari perkebunan negara (14.373 ha), swasta (20.668 ha) dan rakyat (14.561 ha) (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2017). Untuk itu diperlukan laporan awal sebaran populasi *E. indica* resisten-glifosat sebagai sumber informasi dalam mengendalikan gulma tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk melaporkan sebaran populasi dan mengklasifikasi resistensi *E. indica* terhadap glifosat pada

perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Deli Serdang.

METODE PENELITIAN

Pengambilan Biji Populasi Resisten dan Sensitif *Eleusine indica*

Biji populasi *E. indica* yang resisten dikoleksi dari perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Deli Serdang (Table 1) dengan kriteria biji yang sudah matang ditandai warna malai sudah kecokelatan sebanyak 50 rumpun per lokasi. Pengambilan biji gulma yang sensitif (ESU_0) diambil dari Lapangan Bola Politeknik Negeri Medan, dimana herbisida tidak pernah diaplikasikan sebelumnya. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2016 sampai dengan Agustus 2017.

Perendaman Biji

Benih gulma terlebih dahulu direndam dalam larutan kalium nitrat (KNO_3) dengan konsentrasi 0,2% selama 30 menit (Ismail *et al.*, 2002). Perendaman ini bertujuan untuk mematahkan dormansi sekunder biji *E. indica*.

Pengecambahan dan Pindah Tanam

Media kecambah yang digunakan adalah topsoil dan pupuk kandang yang sudah diayak dengan perbandingan volume 1:1. Setelah dicampur secara merata, media diovenkan dengan suhu $100^{\circ}C$ selama 3 jam kemudian dimasukkan kedalam bak perkecambahan yang berukuran 33×24 cm dan sudah diberi kode sumber lokasi pengambilan sampel. Penanaman pada bak kecambah dilakukan di rumah plastik lahan percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara. Media perkecambahan disemprot dengan insektisida untuk mencegah serangan semut merah terhadap biji gulma. Penyiraman dilakukan pada sore hari dengan menggunakan gembor yang lubangnya halus agar akar bibit tidak terbongkar dari media tanam.

Setelah bibit *E. indica* berdaun 2-3 helai, bibit dipindah tanam kedalam pot dengan media tanam topsoil, pasir dan pupuk kandang yang sudah diayak dengan perbandingan volume 1:1:1. Jumlah bibit *E. indica* yang dipindahkan sebanyak 10 bibit per pot dan ditanam secara menyebar merata. Setelah tanam-pindah kemudian dipelihara ditempat berbeda di Lahan Pusat Penelitian Gulma Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara. Penyiraman dilakukan pada sore

hari dengan menggunakan gembor yang lubangnya halus.

Table 1. *E. indica* population was taken on several estates in Deli Serdang Regency

No.	Kode Sampel	Afdeling	Nama Kebun
1	ESU1.16	4	Kebun Tanjung Garbus Pagar Merbau
2	ESU1.17	2	Kebun Jati Baru
3	ESU1.18	1	Kebun Tamora
4	ESU1.19	1	Kebun Bandar Klippa
5	ESU1.20	1	Kebun Sampali
6	ESU1.21	2	Kebun Sampali
7	ESU1.22	4	Kebun Saentis
8	ESU1.23	2	Kebun Kelambir Lima
9	ESU1.24	3	Kebun Klumpang
10	ESU1.25	2	Kebun Tandem Hilir
11	ESU1.26	1	Kebun Kwala Bekala
12	ESU1.27	1	Kebun Batang Kuis
13	ESU1.28	2	Kebun Batang Kuis
14	ESU1.29	3	Kebun Helvetia
15	ESU1.30	1	Kebun Limau Mungkur
16	ESU1.31	2	Kebun Limau Mungkur
17	ESU1.32	2	Kebun Sei Semayang
18	ESU1.33	1	Kebun Patumbak
19	ESU2.1	3	Kebun Sei Putih
20	ESU5.3	1	Kebun Bagerpang
21	ESU5.4	2	Kebun Bagerpang
22	ESU5.5	-	Kebun Sei Merah
23	ESU7.1	2	Kebun Timbang Deli

Aplikasi Herbisida Glifosat

Setiap pot *E. indica* dari lokasi yang berbeda disusun dengan rancangan acak kelompok (RAK) dan tiga ulangan. Gulma tersebut disemprot herbisida glifosat dengan dosis rekomendasi 720 g b.a.ha⁻¹ (Round-up 486 SL). Volume semprot yang diperoleh 292 l ha⁻¹. Penyemprotan glifosat dilakukan saat *E. indica* berdaun 3-4 helai (Hess *et al.*, 1997). Penyemprotan dilakukan pada waktu cuaca cerah dan diusahakan mengenai seluruh tajuk gulma.

Pengamatan dan Analisis Statistik

Parameter yang diamati antara lain: mortalitas, jumlah *E. indica* bertahan hidup, bobot kering dan klasifikasi resistensi. Pengamatan mortalitas, jumlah *E. indica* bertahan hidup, dan klasifikasi resisten dilakukan pada 21 hari setelah aplikasi (HSA) (Jalaludin *et al.*, 2015). Gulma *E. indica* yang hidup sampai minggu ke-6 setelah aplikasi,

dipotong tepat pada leher akar (permukaan tanah) dari masing-masing pot. Kemudian dioven pada temperatur 80°C selama 48 jam (SERAS, 1994) untuk memperoleh bobot kering yang konstan. Klasifikasi resistensi diukur dari persentase populasi gulma yang bertahan hidup. Klasifikasi sensitif (S) jika persentase populasi gulma bertahan hidup < 2,00%, klasifikasi berkembang resisten (BR) jika persentase populasi gulma bertahan hidup 2,00 - < 20,00%, dan klasifikasi resisten (R) jika persentase populasi gulma bertahan hidup ≥ 20% (Owen dan Powles, 2009). Pengujian penelitian ini menggunakan rataan dengan software IBM SPSS Statistics 20.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Populasi *E. indica* yang bertahan hidup terhadap aplikasi glifosat 720 g b.a.ha⁻¹ dari perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Deli Serdang ditunjukkan pada *Figure 1*. Diperoleh populasi *E. indica* sebanyak 12 dari 23 populasi yang menunjukkan potensi resisten terhadap glifosat pada dosis 720 g b.a.ha⁻¹ dengan presentase *E. indica* yang bertahan hidup berkisar 21,85–90,00%, populasi yang tergolong berkembang resisten-glifosat berkisar 3,33-16,67% sebanyak 7 populasi dan sensitif-glifosat sebanyak 4 populasi.

Hal ini disebabkan terjadinya pemakaian glifosat secara terus-menerus untuk mengendalikan gulma di perkebunan kelapa sawit yang dapat menghambat enzim EPSPS (5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase) sehingga resisten-glifosat. Hambatan enzim EPSPS ini terjadi di kloroplas sehingga mengalami peningkatan akumulasi asam shikimat. Hal ini sesuai dengan penelitian Chun *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa enzim EPSPS pada biotipe *E. indica* resisten-glifosat dari Cina Selatan dengan cepat merespon glifosat dan terdeteksi pada 12 jam setelah terpapar glifosat. Ekspresi mRNA dan protein dari biotipe *E. indica* resisten-glifosat meningkat secara konstan seiring meningkatnya konsentrasi herbisida glifosat. Chen *et al.* (2015) menyatakan bahwa kandungan klorofil mengalami penurunan sedikit pada daun *E. indica* resisten-glifosat yang berasal dari Chengdu dan Guangzhou, China. Penelitian Molin *et al.* (2013) menyatakan bahwa peningkatan kadar asam shikimat pada daun *E. indica* terpapar glifosat yang berasal dari Washington County, Mississippi menunjukkan

peningkatan resisten lima hingga delapan kali dibandingkan populasi sensitif.

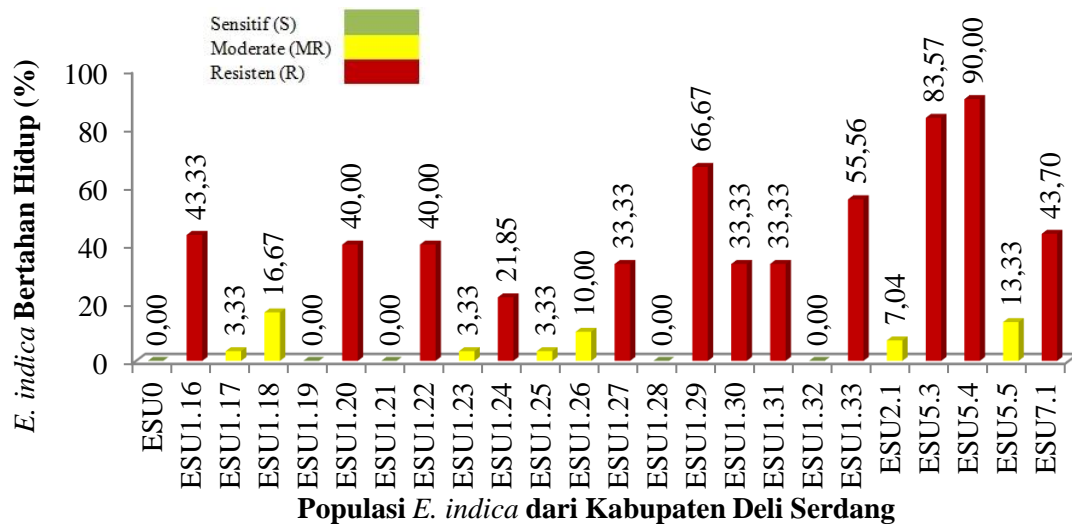


Figure 1. Population of *E. indicia* survival to glyphosate at 720 g a.i.ha⁻¹ from oil palm plantations in Deli Serdang Regency

Rataan mortalitas, bobot kering dan klasifikasi resistensi *E. indicia* dari perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Deli Serdang dapat dilihat pada Table 2. Diperoleh bahwa mortalitas dan bobot kering dari 12

populasi *E. indicia* resisten-glifosat dari pada perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Deli Serdang berkisar 10,00-78,15% dan 5,24-18,70 g.

Table 2. Average mortality, dry weight and resistance classification of *E. indicia* from oil palm plantations in Deli Serdang Regency and susceptible populations (ESU₀)

No	Sampel	Mortalitas (%)	Bobot Kering (g/pot)	Klasifikasi Resistensi		
				S	BR	R
1	ESU ₀ (sensitif)	100,00	0,00	√	-	-
2	ESU _{1.16}	56,67	10,89	-	-	√
3	ESU _{1.17}	96,67	0,72	-	√	-
4	ESU _{1.18}	83,33	4,84	-	√	-
5	ESU _{1.19}	100,00	0,00	√	-	-
6	ESU _{1.20}	60,00	15,10	-	-	√
7	ESU _{1.21}	100,00	0,00	√	-	-
8	ESU _{1.22}	60,00	12,66	-	-	√
9	ESU _{1.23}	96,67	0,84	-	√	-
10	ESU _{1.24}	78,15	5,24	-	-	√
11	ESU _{1.25}	96,67	1,70	-	√	-
12	ESU _{1.26}	90,00	2,32	-	√	-
13	ESU _{1.27}	66,67	10,82	-	-	√
14	ESU _{1.28}	100,00	0,00	√	-	-
15	ESU _{1.29}	33,33	18,18	-	-	√
16	ESU _{1.30}	66,67	12,48	-	-	√
17	ESU _{1.31}	66,67	9,51	-	-	√
18	ESU _{1.32}	100,00	0,00	√	-	-
19	ESU _{1.33}	44,44	10,54	-	-	√
20	ESU _{2.1}	92,96	1,34	-	√	-
21	ESU _{5.3}	16,43	17,59	-	-	√
22	ESU _{5.4}	10,00	18,70	-	-	√
23	ESU _{5.5}	86,67	2,93	-	√	-
24	ESU _{7.1}	56,30	13,32	-	-	√

Keterangan : S=Sensitif (< 2,00%); BR=Berkembang Resisten (2,00 - < 20,00%); R=Resisten (≥ 20,00%) (Owen dan Powles, 2009).

Populasi *E. indica* yang tergolong resisten-glifosat antara lain ESU_{1.16}, ESU_{1.20}, ESU_{1.22}, ESU_{1.24}, ESU_{1.27}, ESU_{1.29}, ESU_{1.30}, ESU_{1.31}, ESU_{1.33}, ESU_{5.3}, ESU_{5.4} dan ESU_{7.1}. Populasi *E. indica* yang tergolong berkembang resisten-glifosat antara lain ESU_{1.17}, ESU_{1.18}, ESU_{1.23}, ESU_{1.25}, ESU_{1.26}, ESU_{2.1} dan ESU_{5.5}. Populasi *E. indica* yang tergolong sensitif-glifosat antara lain ESU_{1.19}, ESU_{1.21}, ESU_{1.28} dan ESU_{1.32}. Populasi *E. indica* yang memiliki persentase mortalitas yang tertinggi terdapat ESU_{5.4} (afdeling 2, Kebun Bagerpang) sebesar 10,00%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan herbisida glifosat 720 g b.a.ha⁻¹ pada perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Deli Serdang sudah sering digunakan secara berulang-ulang dalam mengendalikan gulma. Resistensi ini dapat disebabkan oleh perubahan *target site* dan *non target site*. Terjadinya perubahan *target site* pada gulma yang disebabkan glifosat menghambat enzim EPSPS. Hambatan ini mengakibatkan terakumulasinya asam shikimat di jaringan kloroplas. *Shikimate-3-phosphate* (S-3-P) tidak dikonversi menjadi *enolpyruvyl-shikimate-3-phosphate* (EPSP) sehingga meningkatkan jumlah akumulasi asam shikimat. Peningkatan akumulasi asam shikimat mengakibatkan populasi *E. indica* menjadi resisten. Perubahan *non target site* secara umum dikarenakan translokasi ¹⁴C-glifosat ke tajuk lebih rendah. Rendahnya translokasi ¹⁴C-glifosat pada

tajuk gulma membuat bahan aktif herbisida tidak efektif. Hal ini sesuai dengan literatur Nandula *et al.* (2005) yang menyatakan bahwa terdapat 2 mekanisme resistensi gulma terhadap herbisida glifosat, yaitu mengurangi translokasi herbisida glifosat dan perubahan *target site* gulma. Hal ini didukung dengan penelitian Alcantara *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa translokasi ¹⁴C-glifosat ke tajuk *E. indica* yang terpapar herbisida glifosat sebesar 10,9% dan di akar sebesar 2,8%. Perbedaan retensi ¹⁴C-glifosat pada daun yang terpapar herbisida dan translokasi pada seluruh tajuk dapat menyebabkan resisten glifosat. Selain itu, Monaco *et al.* (2002) menyatakan bahwa terjadi peningkatan shikimat di jaringan kloroplas disebabkan glifosat. Akumulasi shikimat disebabkan oleh glifosat menghambat enzim EPSPS. EPSPS adalah enzim dalam jalur biosintesis asam amino aromatik yang mengubah *shikimate-3-phosphate* (S-3-P) menjadi *enolpyruvylshikimate-3-phosphate* (EPSP) dan akhirnya mengarah pada produksi asam amino, fenilalanin dan tirosin, serta triptofan. Shikimat terbentuk pada perlakuan glifosat karena S-3-P tidak dapat dikonversi menjadi EPSP dan karena S-3-P tidak stabil, maka dikonversi menjadi shikimat yang lebih stabil dan terakumulasi.

Persentase klasifikasi resistensi *E. indica* dari perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Deli Serdang (Figure 2.).

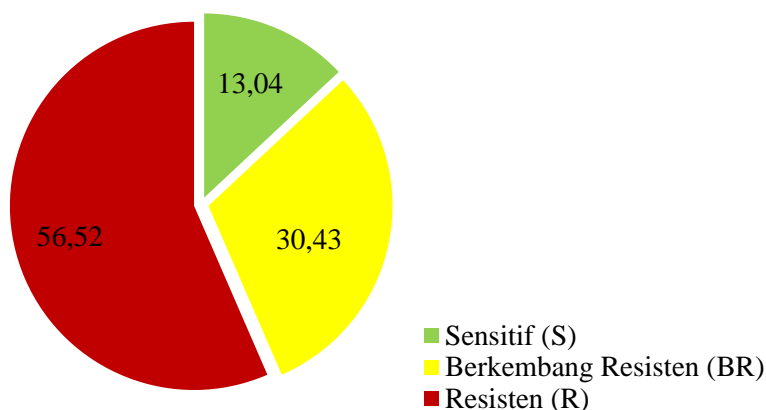


Figure 2. Percentage of *E. indica* resistance classification from oil palm plantations in Deli Serdang Regency

Diperoleh dari 23 populasi *E. indica* yang diaplikasikan glifosat dengan dosis rekomendasi 720 g b.a.ha⁻¹ yang berasal dari perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Deli Serdang, diantaranya terdapat 12 populasi yang tergolong resisten-

glifosat (56,52%), terdapat 7 populasi yang tergolong berkembang resisten-glifosat (30,43%), dan 4 populasi yang tergolong sensitif-glifosat (13,04%). Populasi *E. indica* yang resisten-glifosat dari perkebunan kelapa sawit

di Kabupaten Deli Serdang hanya menguning pada beberapa hari kemudian kembali tumbuh segar, memiliki anakan dan menghasilkan biji pada saat pengamatan visual dilapangan. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa penggunaan herbisida glifosat ini sudah mendominasi perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Deli Serdang. Beberapa hasil peneliti sebelumnya juga sudah melaporkan *E. indica* resisten-glifosat pada perkebunan kelapa sawit di Sumatera Utara. Penelitian Tampubolon dan Purba, (2018^a) melaporkan bahwa *E. indica* sudah resisten-glifosat pada dosis 720 g b.a.ha⁻¹ yang berasal dari perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Padang Lawas dan Tapanuli Selatan masing-masing sebesar 36,36% dan 83,33%. Syahputra *et al.* (2016) juga melaporkan bahwa populasi *E. indica* juga sudah resisten-glifosat sebesar 98,28% yang berasal dari Kebun Adolina Serdang Bedagai pada dosis 480 g b.a.ha⁻¹. Tampubolon dan Purba, (2018^b) juga melaporkan *E. indica* sudah resisten-glifosat pada dosis 720 g b.a.ha⁻¹ yang berasal dari perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Langkat sebesar 42,11%. Tampubolon *et al.* (2018) juga melaporkan *E. indica* sudah resisten-glifosat pada dosis 720 g b.a.ha⁻¹ yang berasal dari perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Serdang Bedagai sebesar 89,36%. Berdasarkan persentase klasifikasi resistensi *E. indica* diperkebunan kelapa sawit dari Kabupaten Deli Serdang ini sudah tergolong tinggi. Sedangkan klasifikasi *E. indica* yang tergolong berkembang resisten-glifosat ini dikhawatirkan akan mengalami evolusi dan berpotensi menjadi resisten terhadap herbisida glifosat jika masih menggunakan bahan aktif dan dosis yang sama. Kondisi ini sangat mengganggu produksi dan kualitas kelapa sawit.

KESIMPULAN

Populasi ESU_{5.4} (Afdeling 2 Kebun Bagerpang) memiliki kemampuan bertahan hidup dan bobot kering tertinggi masing-masing sebesar 90,00% dan 18,70 g. Populasi *E. indica* yang berasal perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Deli Serdang sudah resisten-glifosat sebesar 56,52% (12 populasi), berkembang resisten-glifosat sebesar 30,43% (7 populasi), dan sensitif-glifosat sebesar 13,04% (4 populasi) pada dosis rekomendasi 720 g b.a.ha⁻¹.

ACKNOWLEDGEMENT

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia yang telah mendanai penelitian ini melalui Program Magister menuju Doktor untuk Sarjana Unggul (PMDSU) dan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara serta perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Deli Serdang.

DAFTAR PUSTAKA

- Alcantara, R., Fernandez, P., Smeda, R. J., Alves, P. L., & De Prado, R. 2016. Response of *Eleusine indica* and *Paspalum distichum* to glyphosate following repeated use in citrus groves. *Crop Protection*. 79, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.09.027>
- Chen, J. C., Huang, H. J., Wei, S. H., Zhang, C. X., & Huang, Z. F. 2015. Characterization of Glyphosate-Resistant Goosegrass (*Eleusine indica*) Populations in China. *Journal of Integrative Agriculture*. 14(5), 919-925. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(14\)60910-2](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(14)60910-2)
- Chin, H. F. 1979. Weed seed-A Potential Source of Danger. *Proceedings of the Plant Protection Seminar*. 22-23 September 1979.
- Chun, Z., Li, F., Ting-ting, H., Cai-hong, Y., Guo-qi, C., & Xing-shan, T. 2015. Investigating the Mechanisms of Glyphosate Resistance in Goosegrass (*Eleusine indica*) Population from South China. *Journal of Integrative Agriculture*. 14(5), 909-918. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(14\)60890-X](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(14)60890-X)
- Dalimunthe, S. P., Purba, E., & Meiriani. 2015. Respons Dosis Biotip Rumput Belulang (*Eleusine indica* L. Gaertn) Resistensi-Glifosat terhadap Glifosat, Parakuat dan Indaziflam. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 3(2), 625–633.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2017. Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Kelapa Sawit 2015-2017. Kementerian Pertanian, Jakarta.
- Hess, M., Barraljs, G., Bleiholder, H., Buhr, L., Eggers, T., Hack, H., & Stauss, R. 1997. Use of the Extended BBCH Scale - General for the

- Descriptions of the Growth Stages of Mono- and Dicotyledonous Weed Species. *Weed Research*. 37(6), 433–441. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3180.1997.d01-70.x>
- Ismail, B. S., Chuah, T. S., Salmijah, S., Teng, Y. T., & Schumacher, R. W. 2002. Germination and Seedling Emergence of Glyphosate-Resistant and Susceptible Biotypes of Goosegrass (*Eleusine indica* [L.] Gaertn.). *Weed Biology and Management*. 2(4), 177–185. <https://doi.org/10.1046/j.1445-6664.2002.00066.x>
- Jalaludin, A., Yu, Q., & Powles, S. B. 2015. Multiple Resistance Across Glufosinate, Glyphosate, Paraquat and ACCase-inhibiting Herbicides in an *Eleusine indica* Population. *Weed Research*. 55(1), 82–89. <https://doi.org/10.1111/wre.12118>
- Lubis, L. A., Purba, E., & Sipayung, R. 2012. Respons Dosis Biotip *Eleusine indica* Resisten-Glifosat Terhadap Glifosat, Parakuat, dan Glufosinat. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 1(1), 109-123.
- Molin, W., Wright, A., & Nandula, V. 2013. Glyphosate-Resistant Goosegrass from Mississippi. *Agronomy*. 3(2), 474–487. <https://doi.org/10.3390/agronomy3020474>
- Monaco, J. T., Weller, C. S., & Ashton, M. F. 2002. *Weed Science Principles and Practices*. Fourth Edition, Jhon Wiley & Sons. Inc., New York. 685 p
- Nandula, V. K., Reddy, K. N., Duke, S. O., & Poston, D. H. 2005. Glyphosate-Resistant Weeds: Current Status and Future Outlook. *Outlooks on Pest Management*. 16(4), 183–187. <https://doi.org/10.1564/16aug11>
- Oerke, E. C., & Dehne, H. W. 2004. Safeguarding Production-Losses in Major Crops and The Role of Crop Protection. *Crop Protection*. 23(4), 275-285. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2003.10.001>
- Owen, M. J., & Powles, S. B. 2009. Distribution and Frequency of Herbicide-Resistant Wild Oat (*Avena* spp.) Across the Western Australian Grain Belt. *Crop and Pasture Science*. 60(1), 25–31. <https://doi.org/10.1071/CP08178>
- Purba, E. 2009. Keanekaragaman Herbisida dalam Pengendalian Gulma Mengatasi Populasi Gulma Resisten dan Toleran Herbisida. Pidato *Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap Universitas Sumatera Utara* Medan.
- Rahmadhani, A., Purba, E., & Hanafiah, D. S. 2016. Respons Lima Populasi *Eleusine indica* L. Gaertn Resisten-Herbisida Terhadap Glifosat dan Parakuat. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 4(4), 2245–2254.
- SERAS. 1994. Standard operating procedures: Plant Biomass Determination. *Scientific Engineering Response and Analytical Services*. 1–5. <https://doi.org/10.1201/b14412-17>
- Syahputra, A. B., Purba, E., & Hasanah, Y. 2016. Sebaran Gulma *Eleusine indica* L. Gaertn Resisten Ganda Herbisida Pada Satu Kebun Kelapa Sawit di Sumatera Utara. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 4(4), 2407-2419.
- Tampubolon, K., & Purba, E. 2018^a. Screening Single Resistance of *Eleusine indica* on Oil Palm Plantation in Padang Lawas and Tapanuli Selatan Regency Indonesia. *Jurnal Natural*. 18(2), 101–106. <https://doi.org/10.24815/jn.v18i2.11223>
- Tampubolon, K., & Purba, E. 2018^b. Konfirmasi Resistensi *Eleusine indica* terhadap Glifosat pada Perkebunan Kelapa Sawit di Kabupaten Langkat. *Jurnal Pertanian Tropik*. 5(2), 276–283.
- Tampubolon, K., Purba, E., Basyuni, M., & Hanafiah, D. S. 2018. Distribution Mapping of Glyphosate-Resistant *Eleusine indica* in Serdang Bedagai Regency. *Jurnal Natural*. 18(3), 127–134. <https://doi.org/10.24815/jn.v18i1.8649>
- Uva, R. H., Neil, J. C., & DiTomaso, J. M. 1997. *Weeds of the Northeast*. Ithaca: Cornell University Press.