

MODEL PENGEMBANGAN PETANI DALAM MENGENDALIKAN GULMA SECARA BIOHERBISIDA DAN HERBISIDA KIMIA PADA AREAL TANAMAN JAGUNG

Fitria^{1♥}, Juita Damanik¹, Koko Tampubolon², Aisar Novita¹, Rini Susanti¹

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan 20238, Sumatera Utara, Indonesia

²Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Tjut Nyak Dhien, Medan 20123, Sumatera Utara, Indonesia

♥Email korespondensi: fitria@umsu.ac.id

Abstract. *The research was aimed to determine the development model of farmer in weed control on the bioherbicides and chemical herbicides on maize in the Langkat District. The research was conducted in the area maize growing in the Stabat sub-District, Langkat District from April until June 2020. The research using the methods of qualitative and quantitative for 34 samples of maize-farmers. Data collection methods used by observation and questionnaires. The data analysis technique used by statistical and classical assumption testing within the SPSS v.25 software. The results showed that the use of bioherbicides and chemical herbicides significantly affected on the model development of farmer to weed control for maize in Langkat. The effect of bioherbicides could be decrease, meanwhile chemical herbicides could be increase the response of farmers in controlling weeds for area maize in Langkat District. Farmers development model for chemical herbicides was more dominant compared to bioherbicides.*

Keywords: *bioherbicides, chemical herbicides, farmers, weed control.*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui model pengembangan petani dalam pengendalian gulma terhadap bioherbisida dan herbisida kimia pada tanaman jagung di Kabupaten Langkat. Penelitian dilakukan pada daerah penanaman jagung di Kecamatan Stabat, Kabupaten Langkat dari April sampai Juni 2020. Metode penelitian ini menerapkan metode kualitatif dan kuantitatif pada 34 sampel petani. Metode pengumpulan data dengan observasi dan kuisioner. Teknik analisis data menggunakan pengujian asumsi klasik dan statistik menggunakan software SPSS v.25. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan bioherbisida dan herbisida kimia berpengaruh nyata terhadap model pengembangan petani dalam mengendalikan gulma pada pertanaman jagung di Kabupaten Langkat. Pengaruh bioherbisida dapat menurunkan sedangkan herbisida kimia dapat meningkatkan respon petani dalam mengendalikan gulma pada pertanaman jagung di Kabupaten Langkat. Model pengembangan petani terhadap herbisida kimia lebih dominan dibandingkan bioherbisida.

Kata kunci: bioherbisida, herbisida kimia, pengendalian gulma, petani.

PENDAHULUAN

Model pengembangan menggunakan bioherbisida merupakan pendekatan kepada petani agar dapat menerima penggunaan bioherbisida yang bertujuan secara perlahan-lahan mengurangi penggunaan pestisida sintesis/kimiawi. Di Indonesia, ketergantungan petani akan pestisida mengalami peningkatan dari 11.587,2 ton pada tahun 1998 menjadi 17.977,2 ton pada tahun 2000. Aplikasi pestisida yang paling banyak ditemukan pada areal pertanaman hortikultura dan pangan (Hasibuan, 2015).

Peran herbisida kimia untuk meningkatkan kualitas dan produksi komoditas pertanian diberbagai negara masih dominan. Penggunaan herbisida secara bijaksana dapat berdampak pada manusia, seperti meningkatnya produksi tanaman dikarenakan

rendahnya gangguan gulma, menjaga keberlanjutan pasokan makanan dan pakan, serta meningkatnya kesehatan, kualitas dan harapan hidup manusia akibat tersedianya bahan makanan bermutudan menjaga kesehatan lingkungan. Di sisi lain, dampak negatif penggunaan herbisida yang tidak tepat terhadap kesehatan dan lingkungan telah banyak dilaporkan sehingga diperlukan upaya untuk meminimalkan dampak negatifnya dan pemerintah telah membuat peraturan penggunaan pestisida melalui Menteri Pertanian no.39/permentan/SR.330/7/2015. Di Indonesia, pestisida telah memusnahkan jenis hama (55%) dan agen hayati (72%). Pestisida adalah senyawa khusus yang digunakan untuk mengendalikan atau mencegah gangguan serangga, nematoda, binatang pengerat, gulma, cendawan, bakteri, dan jasad renik, dan virus (Parwiro, 2010).

Penggunaan herbisida kimia berlebihan dalam bidang pertanian dapat menimbulkan kerusakan lingkungan sekitar dan manusia, terganggunya keseimbangan alam dengan munculnya gulma resisten dan parasit, serta adanya residu herbisida didalam tanah yang dapat membunuh organisme non-target, bahkan sampai terbawa ke aliran sungai dan sumber air. Diperlukan substitusi herbisida sintetik yang aman bagi lingkungan, seperti herbisida alami berupa agen hayati/mikroorganisme/biologis (Singh *et al.*, 2001), tumbuhan liar atau gulma (Sihombing *et al.*, 2012; Pebriani *et al.*, 2013; Isda *et al.*, 2013; Tampubolon *et al.*, 2018; Alridiwersah *et al.*, 2020a), tanaman semusim (Batish *et al.*, 2001), residu tanaman (Jung *et al.*, 2004), dan tanaman berkayu (Reigosa *et al.*, 2000).

Pengendalian gulma secara biologis mengacu pada introduksi organisme ke dalam ekosistem untuk mengendalikan satu atau lebih spesies yang tidak diinginkan (Bailey *et al.*, 2010). Pengendalian gulma secara biologis ini semakin berfokus pada bakteri dan jamur dalam lima dekade terakhir (Li *et al.*, 2003), meskipun virus telah dipertimbangkan dapat mengendalikan gulma (Diaz *et al.*, 2014).

Penggunaan bioherbisida sebagai pengganti herbisida kimia memiliki manfaat bagi pengelola sistem ekologi, produsen pestisida, dan masyarakat umum. Telah dilaporkan McNeil *et al.*, (2010) melalui survei terhadap konsumen di Kanada, diperoleh 70% partisipan menunjukkan preferensi untuk makanan yang diproduksi menggunakan agen pengendali biologis dibandingkan sintetik. Cimmino *et al.*, (2013) juga melaporkan bahwa jamur *Phoma chenopodicola* memiliki senyawa diterpen dan chenopodolin yang menyebabkan nekrotik pada gulma *Cirsium arvense*, *Chenopodium album*, *Mercurialis annua*, dan *Setaria viridis*.

Penggunaan agen hayati dalam mengendalikan gulma di Indonesia masih sedikit dan diperlukan pengembangan kedepannya. Hal ini dikarenakan tingkat efektifitas bioherbisida ini masih tergolong rendah dan mekanisme yang sangat lama. Hal inilah yang membuat petani agak susah

menerima model pengendalian gulma secara biologis diareal pertanamannya. Telah ditemukan beberapa petani yang menggunakan pengendalian gulma secara bioherbisida di Kecamatan Stabat, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara.

Dengan demikian diperlukan pengkajian model pengembangan penerimaan petani dalam pengendalian gulma terhadap bioherbisida dan herbisida kimia pada areal pertanamannya. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui model pengembangan penerimaan petani dengan bioherbisida dan herbisida kimia pada areal tanaman jagung di Kabupaten Langkat.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini menggunakan sampel petani jagung di Dusun Pantai Gemi, Kecamatan Stabat, Kabupaten Langkat, Provinsi Sumatera Utara pada April-Juni 2020.

Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan 34 sampel petani dengan metode pengumpulan data berupa observasi dan kuisioner. Observasi dilakukan untuk memperoleh informasi penggunaan bioherbisida yang terjadi melalui penerapan model pengembangan penerimaan petani dalam pengendalian gulma. Kemudian dilakukan wawancara dengan mengisi kuisioner untuk memperoleh data tentang kemampuan memperoleh penggunaan bioherbisida dan herbisida kimia serta memperoleh informasi tentang penerimaan petani dalam pengendalian gulma. Jawaban atas pertanyaan pada kuisioner diberikan dalam bentuk skala 1 (sangat tidak setuju), 2 (tidak setuju), 3 (kurang setuju), 4 (setuju), dan 5 (sangat setuju). Penelitian ini dilaksanakan melalui 1) pendahuluan/survey (studi literatur, studi lapangan, mengumpulkan data), 2) analisis data, 3) desain model wawancara, 4) analisis model wawancara, 5) uji coba lapangan.

Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan data kualitatif yang diperoleh dari observasi dan data kuantitatif yang diperoleh dari kuisioner. Data

kualitatif akan dianalisis dengan menerapkan model Miles dan Huberman, (1992) melalui kegiatan reduksi data, penyajian data, penarikan kesimpulan/verifikasi. Data kuantitatif dianalisis melalui uji asumsi klasik (autokorelasi, normalitas, heteroskedastisitas, multikolinearitas) dan uji statistik (uji F, uji t, koefisien determinasi, koefisien korelasi) serta persamaan regresi linier berganda. Pengolahan data menggunakan software SPSS versi 25.

Uji Asumsi Klasik

Pengujian asumsi klasik berguna untuk mengetahui apakah data yang digunakan telah memenuhi ketentuan dalam model regresi. Pengujian ini meliputi uji normalitas, multikolinearitas, autokorelasi dan pengujian heteroskedastisitas. Pengujian normalitas untuk mengetahui apakah variabel bebas dan variabel terikat berdistribusi normal atau tidak. Jika data menyebar disekitar garis diagonal dan mengikuti arah garis diagonal, maka model regresi memenuhi asumsi normalitas.

Uji multikolinieritas bertujuan untuk menguji apakah terdapat korelasi antar variabel independen pada model regresi. Uji multikolinieritas dapat dilihat dengan ketentuan: jika nilai *tolerance* lebih besar dari 0,1 dan *value inflation factor* (VIF) lebih kecil dari 10 maka dapat disimpulkan tidak terjadi multikolinieritas.

Autokorelasi bertujuan untuk menguji apakah dalam model regresi linear ada korelasi antara kesalahan penggunaan pada periode ke-1 dengan kesalahan pada periode sebelumnya. Pengujian autokorelasi dilakukan dengan melihat nilai Durbin Watson (D-W). Model regresi yang baik adalah bebas autokorelasi dengan nilai $1,65 < D-W < 2,35$ (Cornelius, 2007).

Uji heteroskedastisitas mengetahui kesamaan varian dari residual dari satu pengamatan ke pengamatan lainnya. Heteroskedastisitas dilakukan dengan melihat penyebaran titik-titik yang menyebar secara acak, tidak membentuk sebuah pola tertentu yang jelas, serta tersebar baik di atas maupun dibawah angka 0 pada sumbu Y. Syarat yang baik pada model regresi yaitu tidak terjadi heteroskedastisitas.

Uji Statistik

Koefisien korelasi (r) digunakan untuk mengetahui kuat-lemahnya hubungan antara variabel bebas dan terikat serta hubungan antar variabel. Hubungan koefisien korelasi menurut Helmi, (2010) terdiri dari sangat rendah (0,00-0,19); rendah (0,20-0,39); cukup kuat (0,40-0,59); kuat (0,60-0,79) dan sangat kuat (0,80-1,00). Koefisien determinasi (R) mengetahui seberapa besar perubahan atau variasi suatu variabel yang dijelaskan oleh perubahan atau variasi pada variabel lainnya. Uji t mengetahui variabel independen secara parsial berpengaruh nyata atau tidak terhadap variabel dependen. Jika $sig < 0,05$ maka variabel independen berpengaruh nyata terhadap dependen dan H1 diterima. Jika $sig > 0,05$ maka X tidak berpengaruh nyata terhadap Y dan H0 diterima.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Penelitian

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan maka diperoleh deskripsi data penelitian pada Tabel 1. Diperoleh bahwa rata-rata skor responden untuk petani jagung yang menggunakan bioherbisida di Kecamatan Stabat, Kabupaten Langkat sebesar 47,53 dan herbisida kimia sebesar 48,24.

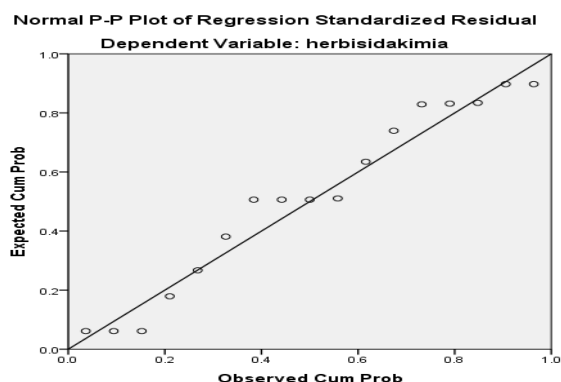
Tabel 1. Deskripsi petani jagung dalam penggunaan bioherbisida dan herbisida kimia di Kabupaten Langkat

	Sampel	Minimum	Maksimum	Rataan	Standar Deviasi
Bioherbisida	17	45	50	47,53	1,328
Herbisida kimia	17	46	51	48,24	1,678

Uji Normalitas

Uji normalitas respon petani jagung dalam penggunaan bioherbisida dan

herbisida kimia di Kabupaten Langkat dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Uji normalitas respon petani jagung dalam penggunaan bioherbisida dan herbisida kimia di Kabupaten Langkat

Diperoleh bahwa titik-titik menyebar disekitar garis diagonal sehingga dapat disampaikan bahwa model regresi telah memenuhi asumsi normalitas sehingga data dalam model regresi cenderung normal.

Uji Multikolinieritas

Uji multikolinieritas respon petani jagung dalam penggunaan bioherbisida dan herbisida kimia di Kabupaten Langkat dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji multikolinieritas respon petani jagung dalam penggunaan bioherbisida dan herbisida kimia di Kabupaten Langkat

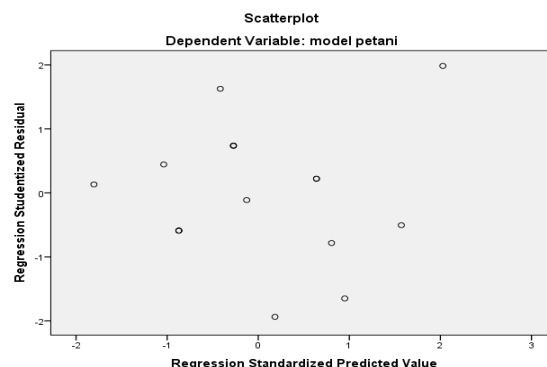
Model	Collinearity Statistics	
	Tolerance	VIF
(Constant)		
Bioherbisida	0,849	1,179
Herbisida kimia	0,849	1,179

Diperoleh nilai *tolerance* pada variabel bioherbisida dan herbisida kimia adalah 0,849 dan nilai *value inflation factor* (VIF) sebesar 1,179. Hal ini menunjukkan bahwa nilai *tolerance* lebih besar dari 0,1 dan nilai VIF lebih kecil dari 10, maka penelitian ini tidak terjadi multikolinieritas diantara variabel penelitian.

Uji Heteroskedastisitas

Pengujian heteroskedastisitas respon petani jagung dalam penggunaan bioherbisida dan herbisida kimia di

Kabupaten Langkat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Uji heteroskedastisitas respon petani jagung dalam penggunaan bioherbisida dan herbisida kimia di Kabupaten Langkat.

Dipeoleh bahwa model regresi tidak terjadi heteroskedastisitas, hal ini dikarenakan data menyebar secara acak.

Uji Autokorelasi

Pengujian autokorelasi respon petani jagung dalam penggunaan bioherbisida dan herbisida kimia di Kabupaten Langkat dapat dilihat pada Tabel 3. Diperoleh nilai D-W diperoleh sebesar 2,313 artinya model regresi yang digunakan telah memenuhi syarat yaitu bebas dari autokorelasi.

Pengujian Statistik

Pengujian statistik dan persamaan regresi linier berganda respon petani jagung dalam penggunaan bioherbisida dan herbisida kimia di Kabupaten Langkat dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

Diperoleh koefisien korelasi respon petani jagung dalam penggunaan bioherbisida dan herbisida kimia di Kabupaten Langkat sebesar 0,986. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan bioherbisida dan herbisida kimia tergolong sangat kuat terhadap respon petani jagung dalam pengendalian gulma di Kabupaten Langkat.

Tabel 3 menunjukkan bahwa koefisien determinasi (*R-square*) respon petani jagung dalam penggunaan bioherbisida dan herbisida kimia di Kabupaten Langkat sebesar 0,973. Hal ini menunjukkan bahwa

pengaruh respon petani jagung dalam penggunaan bioherbisida dan herbisida kimia sebesar 97,30% dan sisanya 2,70% dipengaruhi oleh faktor lainnya yang tidak diteliti dalam penelitian ini.

Berdasarkan uji t diperoleh bahwa nilai signifikan bioherbisida dan herbisida kimia sebesar 0,000 dan lebih kecil dari sig 5%, hal ini menunjukkan bahwa penggunaan bioherbisida dan herbisida kimia secara parsial berpengaruh nyata terhadap respon petani jagung dalam pengendalian gulma di Kabupaten Langkat.

Berdasarkan Tabel 4 diperoleh bahwa persamaan regresi linier berganda respon petani jagung dalam penggunaan

bioherbisida dan herbisida kimia sebagai berikut:

$$Y = -24,867 - 0,492 \text{ bio} + 1,000 \text{ kimia}$$

Diperoleh nilai bioherbisida pada persamaan regresi sebesar -0,492. Hal ini menunjukkan bahwa setiap kenaikan satu kali penggunaan bioherbisida akan menurunkan respon petani jagung dalam mengendalikan gulma di Kabupaten Langkat. Nilai herbisida kimia sebesar 1,000. Hal ini menunjukkan bahwa setiap kenaikan satu kali penggunaan herbisida kimia akan meningkatkan respon petani jagung dalam mengendalikan gulma di Kabupaten Langkat.

Tabel 3. Hasil pengujian autokolerasi dan statistik respon petani jagung dalam penggunaan bioherbisida dan herbisida kimia di Kabupaten Langkat

R	R-square	Adjusted R Square	Std.Error of the Estimate	Durbin-Watson
0,986	0,973	0,969	0,218	2,313

Tabel 4. Hasil pengujian t dan persamaan regresi linier berganda respon petani jagung dalam penggunaan bioherbisida dan herbisida kimia di Kabupaten Langkat

Model	Unstandardized Coefficients		Uji t-statistic	
	B	Std. Error	t	Sig
(Constant)	-24,867		-80748870,7	0,000
Bioherbisida	-0,492	0,000	-76664484,9	0,000
Herbisida kimia	1,000	0,000	196977772,7	0,000

Pembahasan

Penggunaan bioherbisida secara parsial berpengaruh nyata, namun pengaruhnya menurunkan respon petani dalam mengendalikan gulma pada pertanaman jagung di Kabupaten Langkat. Hal ini disebabkan beberapa petani masih aktif meramu bioherbisida sendiri demi menjaga ekosistem dan hemat biaya produksi, namun dampak penggunaan bioherbisida sangat lama dirasakan. Hal ini sesuai penelitian Alawiyah dan Cahyono, (2018) bahwa persepsi keuntungan relatif dari penggunaan agens hayati tergolong tinggi (81,7%) dikarenakan agens hayati diyakini dapat mengurangi biaya produksi karena pengurangan penggunaan pupuk kimia dan pestisida. Sari *et al.*, (2016) menyatakan bahwa tingkat pemanfaatan musuh alami

sebesar 53,05% dan tergolong kategori rendah. Beberapa agens hayati juga sudah dilaporkan efektif mengendalikan gulma. Evans *et al.*, (2013) melaporkan bahwa jamur *Phoma macrostoma* strain 94-44B dapat mengendalikan gulma berdaun lebar di Kanada dan Amerika Serikat. Hahn *et al.*, (2009) melaporkan bahwa aktinomisetes *Streptomyces hygroscopicus* AM3672 memiliki senyawa *benzaquinoid ansamycin* dengan potensi aktivitas herbisida spektrum luas (efektif mengendalikan gulma monokotil dan dikotil). Laosinwattana *et al.*, (2012) juga melaporkan bahwa sianobakteria *Phormidium angustissium* memiliki senyawa *dihydroactiniodiolide* dan dapat menghambat aktivitas perkecambahan biji dan pertumbuhan bibit gulma

Amaranthus tricolor dan *Echinochloa crus-galli*.

Penggunaan herbisida kimia secara parsial berpengaruh nyata dan pengaruhnya dapat meningkatkan respon petani dalam mengendalikan gulma pada pertanaman jagung di Kabupaten Langkat. Hal ini disebabkan petani jagung mengatakan bahwa penggunaan herbisida kimia lebih praktis, efektif dan lebih mudah ditemukan di toko-toko pertanian, namun harganya lebih mahal dan petani menyadari penggunaan herbisida kimia berdampak tidak aman pada lingkungan jika menggunakan dosis yang tinggi dan dilakukan secara terus-menerus. Hal ini sesuai dengan penelitian Ameriana, (2008) bahwa persepsi petani terhadap harga dan efektifitas pestisida kimia sebesar 35,26%. Affandi *et al.*, (2014) melaporkan bahwa pengetahuan tentang persepsi harga dan spesifikasi memiliki korelasi masing-masing sebesar 0,46 dan 0,36 serta tergolong kuat terhadap kompleksitas penggunaan pestisida kimia. Beberapa laporan efektifitas herbisida kimia dalam mengendalikan gulma, seperti Ambarwati *et al.*, (2020) aplikasi herbisida atrazine 3 ml/l efektif menekan populasi gulma pada pertanaman jagung. Sembiring dan Sebayang, (2019) melaporkan penggunaan herbisida glifosat dosis 1 liter dalam 13 liter air efektif mengendalikan gulma total hingga 14 hari setelah aplikasi. Alridiwersah *et al.*, (2020b) melaporkan herbisida kalium glifosat dosis 1 liter/ha efektif mengendalikan gulma berdaun lebar dan sempit masing-masing sebesar 79,90% dan 84,40%.

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa respon petani jagung di Kabupaten Langkat dalam menggunakan herbisida kimia lebih efektif dan respon yang cepat mengendalikan gulma dibandingkan bioherbisida.

SIMPULAN

Penggunaan bioherbisida dan herbisida kimia berpengaruh nyata terhadap model petani mengendalikan gulma pada

pertanaman jagung di Kabupaten Langkat. Pengaruh bioherbisida dapat menurunkan sedangkan herbisida kimia dapat meningkatkan respon petani dalam mengendalikan gulma pada pertanaman jagung di Kabupaten Langkat. Model penerimaan petani terhadap herbisida kimia lebih dominan dibandingkan bioherbisida.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) yang telah mendanai riset ini melalui Program Penelitian Dasar (PD) Dana APB UMSU Tahun Anggaran 2019/2020 dengan No: 03/IL.3-AU/UMSU-LP2M/C/2020.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, A., Sinaga, A., & Arifatus, S. A. (2014). Hubungan pengetahuan dan persepsi harga dengan penggunaan pestisida dalam usahatani. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 2(2), 93-106. <https://doi.org/10.29244/jai.2014.2.2.93-106>.
- Alawiyah, F. M., & Cahyono, E. D. (2018). Persepsi petani terhadap introduksi inovasi agens hayati melalui kombinasi media demplot dan FFD. *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, 2(1), 19-28. <https://doi.org/10.21776/ub.jepa.2018.002.01.3>.
- Alridiwersah., Tampubolon, K., Sihombing, F. N., Barus, W. A., Syofia, I., Zulkifli, T. B. H., & Purba, Z. (2020a). Skrining dan efektivitas metabolit sekunder *Mikania micrantha* pada gulma jajagoan serta dampaknya terhadap padi sawah. *Agrotechnology Research Journal*, 4(2), 84-91. <https://doi.org/10.20961/agrotechr.esj.v4i2.44976>.
- 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., & Harahap, F. S. (2020b). Glyphosate potassium salt dosage efficacy to weed control in guava plants. *Asian Journal of Plant Sciences*, 19(4), 487-494. <https://dx.doi.org/10.3923/ajps.2020.487.494>.
- Ambarwati, A., Sabahannur., Galib, M., Gani, M., & Suhaerah. (2020). Efektifitas herbisida dalam pengendalian gulma pada pertumbuhan tanaman jagung pulut (*Zea mays ceratina* L.). *AGROTEKMAS Jurnal Indonesia: Jurnal Ilmu Peranian*, 1(1), 45-50.
- Ameriana, M. (2008). Perilaku petani sayuran dalam menggunakan pestisida kimia. *Jurnal Hortikultura*, 18(1), 95-106. <http://dx.doi.org/10.21082/jhort.v18n1.2008.p%25p>.
- Bailey, K. L., Boyetchko, S. M., & Längle, T. (2010). Social and economic drivers shaping the future of biological control: a Canadian perspective on the factors affecting the development and use of microbial biopesticides. *Biological Control*, 52(3), 221-229. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.05.003>.
- Batish, D. R., Singh, H. P., & Kaur, S. (2001). Crop allelopathy and its role in ecological agriculture. *Journal of Crop Production*, 4(2), 121-161. https://doi.org/10.1300/J144v04n02_03.
- Cimmino, A., Andolfi, A., Zonno, M. C., Avolio, F., Santini, A., Tuzi, A., Berestetskyi, A., Vurro, M., & Evidente, A. (2013). Chenopodolin: a phytotoxic unrearranged ent-pimaradiene diterpene produced by *Phoma chenopodicola*, a fungal pathogen for *Chenopodium album* biocontrol. *Journal of natural products*, 76(7), 1291-1297. <https://doi.org/10.1021/np400218z>.
- Cornelius, T. (2007). Kupas tuntas analisis regresi, strategi jitu melakukan analisis hubungan causal. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Diaz, R., Manrique, V., Hibbard, K., Fox, A., Roda, A., Gandolfo, D., McKay, F., Medal, J., Hight, S., & Overholt, W. A. (2014). Successful biological control of tropical soda apple (Solanales: Solanaceae) in Florida: a review of key program components. *Florida Entomologist*, 97(1), 179-190. <https://doi.org/10.1653/024.097.0124>.
- Evans, H. C., Seier, M. K., DERBY, J. A., Falk, S., & Bailey, K. L. (2013). Tracing the origins of white tip disease of *Cirsium arvense* and its causal agent, *Phoma macrostoma*. *Weed Research*, 53(1), 42-52. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2012.00951.x>
- Hahn, D. R., Graupner, P. R., Chapin, E., Gray, J., Heim, D., Gilbert, J. R., & Gerwick, B. C. (2009). Albucidin: a novel bleaching herbicide from *Streptomyces albus* subsp. *chlorinus* NRRL B-24108. *The Journal of Antibiotics*, 62(4), 191-194. <https://doi.org/10.1038/ja.2009.11>.
- Hasibuan, R. (2015). Insektisida organik sintetik dan biorasional. Plantaxia, Yogyakarta.
- Helmi, S. (2010). Analisis data. Universitas Sumatera Utara Press, Medan.
- Isda, M. N., Fatonah, S., & Fitri, R. (2013). Potensi ekstrak daun gulma babadotan (*Ageratum conyzoides* L.) terhadap perkecambahan dan pertumbuhan *Paspalum conjugatum* Berg. *Al-Kauniyah: Jurnal Biologi*, 6(2), 120-125. <https://doi.org/10.15408/kauniyah.v6i2.2752>.
- Jung, W. S., Kim, K. H., Ahn, J. K., Hahn, S. J., & Chung, I. M. (2004). Allelopathic potential of rice (*Oryza*

- sativa* L.) residues against *Echinochloa crus-galli*. *Crop Protection*, 23(3), 211-218. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2003.08.019>.
- Laosinwattana, C., Charoenying, P., Chotsaeng, N., & Ruangsomboon, S. (2012). Allelopathic potential of *Phormidium angustissimum*. *Pakistan Journal of Weed Science Research*, 18(S1), 159-168. <https://doi.org/10.28941/pjwsr.v18iS1.428>.
- Li, Y., Sun, Z., Zhuang, X., Xu, L., Chen, S., & Li, M. (2003). Research progress on microbial herbicides. *Crop Protection*, 22(2), 247-252. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(02\)00189-8](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(02)00189-8).
- McNeil, J. N., Cotnoir, P. A., Leroux, T., Laprade, R., & Schwartz, J. L. (2010). A Canadian national survey on the public perception of biological control. *BioControl*, 55(4), 445-454. <https://doi.org/10.1007/s10526-010-9273-2>.
- Milles, M. B., & Huberman, A. M. (1992). Analisis data kualitatif: buku sumber tentang metode-metode baru. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Parwiro, E. (2010). *Apa itu pestisida*. Jakarta: Biotis Agindo.
- Pebriani., Linda, R., & Mukarlina. (2013). Potensi ekstrak daun sembung rambat (*Mikania micrantha* HBK) sebagai bioherbisida terhadap gulma mamon ungu (*Cleome rutidosperma* DC) dan rumput bahia (*Paspalum notatum* Flugge). *Protobiont Journal of Biological Science*, 2(2), 32-38. <http://dx.doi.org/10.26418/2735>.
- Reigosa, M. S., Gonzalezy, L., Souto, X. C., & Pastoriza, J. E. (2000). Allelopathy in forest ecosystems. In *Allelopathy in ecological agriculture and forestry*. p.183-193. Springer.
- Sari, N., Fatchiya, A., & Tjitropranoto, P. (2016). Tingkat penerapan pengendalian hama terpadu (PHT) sayuran di Kenagarian Koto Tinggi, Kabupaten Agam, Sumatera Barat. *Jurnal Penyuluhan*, 12(1), 15-30. <https://doi.org/10.25015/penyuluhan.v12i1.11316>.
- Sembiring, D. S. P. S., & Sebayang, N. S. (2019). Efficacy test of two herbicides in control weeds in simple land processing. *Jurnal Pertanian*, 10(2), 61-70. <http://dx.doi.org/10.30997/jp.v10i2.1891>.
- Sihombing, A., Fatonah, S., & Silviana, F. (2012). Pengaruh alelopati *Calopogonium mucunoides* Desv. terhadap perkecambahan dan pertumbuhan anakan gulma *Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson. *Biospecies*, 5(2), 5-11.
- Singh, H. P., Batish, D. R., & Kohli, R. K. (2001). Allelopathy in agroecosystems: an overview. *Journal of Crop Production*, 4(2), 1-41. https://doi.org/10.1300/J144v04n02_01.
- Tampubolon, K., Sihombing, F. N., Purba, Z., Samosir, S. T. S., & Karim, S. (2018). Potensi metabolit sekunder gulma sebagai pestisida nabati di Indonesia. *Kultivasi*, 17(3), 683-693. <https://doi.org/10.24198/kultivas.i.v17i3.18049>.