

Kajian : Pestisida Glifosat (N-phosphonomethyl-glycine) Pada Perkebunan Kelapa Sawit dan Lingkungan Menggunakan Alat Pendekatan PRISMA

Trisna Anggraeni¹, Rony Harlen Samosir¹, Tria Putra Siahaan¹, Felix Yudha Pasaribu¹, Ales Sandro¹, Khanaya Balqis Haura², Armando Sahat Parulian Simarmata², Sri Wahyuna Saragih³, Maisarah³

¹Program Studi Budidaya Perkebunan, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sawit Indonesia, Medan

²Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Sains dan Teknologi, Institut Teknologi Sawit Indonesia, Medan

³Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Institut Teknologi Sawit Indonesia, Medan

*Email korespondensi: maisarah@itsi.ac.id

Abstrak

Penggunaan Pestisida yang memiliki bahan aktif Glifosat (N-phosphonomethyl-glycine) dalam perkebunan kelapa sawit telah menimbulkan kekhawatiran akan dampak lingkungan yang serius. Artikel ini bertujuan untuk menganalisis dampak lingkungan yang diakibatkan oleh penggunaan bahan Glifosat (N-phosphonomethyl-glycine) di perkebunan kelapa sawit. Artikel ini memaparkan kajian mengenai penggunaan herbisida Glifosat (N-phosphonomethyl-glycine) dengan Pendekatan *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analysis Item* (PRISMA) yang digunakan untuk mengidentifikasi, menyaring, dan memasukkan artikel yang relevan. Mengidentifikasi artikel terkait penggunaan bahan aktif Glifosat (N-phosphonomethyl-glycine) di sektor perkebunan kelapa sawit yang memenuhi syarat untuk analisis menjadi salah satu metode penulisan. Temuan menunjukkan bahwa terdapat tingkat residu yang tinggi dalam penggunaan Glifosat (N-phosphonomethyl-glycine) dalam tanah dan air di sekitar perkebunan. Temuan menunjukkan adanya akumulasi residu Glifosat (N-phosphonomethyl-glycine) yang sering dikenal dengan merk dagang *Roundup* yang melebihi ambang batas yang aman, berpotensi merugikan kualitas tanah dan air, serta mempengaruhi pertumbuhan tanaman kelapa sawit itu sendiri. Temuan juga menunjukkan bahwa *Roundup* memiliki dampak terhadap keberagaman hayati di sekitar perkebunan dengan penurunan signifikan dalam keberagaman flora dan fauna. Hal ini menandakan dampak negatif terhadap ekosistem lokal. Sehingga dari artikel ini menyoroti urgensi untuk menerapkan praktik pengelolaan pestisida yang berkelanjutan dalam industri kelapa sawit. Diperlukan langkah-langkah perlindungan lingkungan yang diperkuat, termasuk pemantauan terhadap penggunaan *Roundup* serta pengembangan alternatif yang lebih ramah lingkungan.

Kata kunci: Glifosat (N-phosphonomethyl-glycine), Roundup, Perkebunan, Kelapa Sawit

Abstract

The use of pesticides containing the active ingredient Glyphosate (N-phosphonomethyl-glycine) in oil palm plantations has raised concerns about serious environmental impacts. This article aims to analyze the environmental impacts caused by the use of Glyphosate (N-phosphonomethyl-glycine) in oil palm plantations. This article presents a study of the use of the herbicide Glyphosate (N-phosphonomethyl-glycine) with the *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analysis Item* (PRISMA) Approach used to identify, filter, and include relevant articles. Identifying articles related to the use of the active ingredient Glyphosate (N-phosphonomethyl-glycine) in the oil palm plantation sector that meet the requirements for analysis is one of the writing methods. The findings indicate that there are high levels of residues in the use of Glyphosate (N-phosphonomethyl-glycine) in the soil and water around the plantation. The findings show the accumulation of residues of Glyphosate (N-phosphonomethyl-glycine) which is often known by the trade name Roundup which exceeds the safe threshold, has the potential to harm soil and water quality, and affect the growth of oil palm plants themselves. The findings also show that Roundup has an impact on biodiversity around the plantation with a significant decrease in the diversity of flora and fauna. This indicates a negative impact on the local ecosystem. So this article highlights the urgency to implement sustainable pesticide management practices in the oil palm industry. Strengthened environmental protection measures are needed, including monitoring the use of Roundup and developing more environmentally friendly alternatives.

Keywords: Glyphosate (N-phosphonomethyl-glycine), Roundup, Plantation, Oil Palm

Article Info

Received date: 10 Oktober 2023

Revised date: 19 Oktober 2023

Accepted date: 27 Oktober 2023

PENDAHULUAN

Kelapa sawit memainkan peran krusial dalam industri pertanian global, menyumbang sejumlah besar produksi minyak nabati. Pentingnya memastikan produktivitas dan kualitas

kelapa sawit mendorong petani untuk secara serius mempertimbangkan pengendalian gulma, dengan herbisida non-selektif seperti Roundup menjadi pilihan utama. Usaha untuk meningkatkan produktivitas tanaman dapat dilakukan melalui kegiatan pemeliharaan yang tepat, salah satunya adalah pengendalian gulma, hama dan penyakit. Tanaman perkebunan mudah dipengaruhi oleh gulma, hama dan penyakit khususnya untuk tanaman muda. Gulma merupakan tanaman yang tumbuh diantara tanaman primer, saling berkompetisi air, nutrisi, dan cahaya (Nurulalia et al., 2022). Beberapa laporan menginformasikan bahwa pengaruh gulma, hama dan penyakit pada perkebunan kelapa sawit dapat mengurangi produksi panen. Berdasarkan Saputra & Lontoh, 2018, gulma *Mikania micrantha* dilaporkan dapat menurunkan produksi Tandan Buah Segar (TBS) sebesar 20% karena pertumbuhannya sangat cepat dan mengeluarkan zat allelopatik yang bersifat racun bagi tanaman. Selain itu dari sisi ekonomis kerugian hasil pada komoditi kelapa sawit yang disebabkan oleh *Mikania micrantha* sebesar Rp38 110 500.00 dengan luas serangan 757.5 ha (Saputra & Lontoh, 2018). Salah satu kegiatan untuk memelihara tanaman kelapa sawit adalah pengendalian dengan menggunakan bahan kimia. Pengendalian gulma, hama dan penyakit dengan pestisida merupakan cara yang umum diterapkan oleh petani kelapa sawit di Indonesia (Nurulalia et al., 2022).

Penggunaan Roundup sebagai herbisida non-selektif di kebun kelapa sawit dapat memiliki dampak yang signifikan terhadap keseimbangan tanah dan ekosistem pertanian. Melalui perbandingan studi literatur, kami mengeksplorasi tiga parameter kritis: interaksi Glifosat (N-phosphonomethyl-glycine) dengan mineral tanah, keseimbangan biologi tanah, dan proses ekosistem tanah. Analisis spektroskopi FTIR menunjukkan bahwa Glifosat (N-phosphonomethyl-glycine) dalam Roundup berinteraksi dengan besi dan aluminium dalam tanah, berpotensi mempengaruhi ketersediaan nutrisi tanaman. Studi komunitas mikroba tanah mengungkapkan perubahan signifikan dalam keseimbangan biologi tanah setelah aplikasi Roundup, memerlukan upaya untuk mempertahankan keberagaman mikroba. Pemantauan siklus hara tanah menunjukkan bahwa penggunaan Roundup dapat menyebabkan perubahan dalam siklus hara dan ketersediaan nutrisi bagi tanaman kelapa sawit. Implikasi dari temuan ini melibatkan potensi penurunan produktivitas dan keberlanjutan jangka panjang.

Oleh karena itu, rekomendasi pengelolaan termasuk rotasi herbisida, pemantauan kesehatan tanah yang lebih intensif, dan pendekatan pertanian berkelanjutan. Kolaborasi antara petani, peneliti, dan pihak berkepentingan diperlukan untuk mencapai keseimbangan yang optimal antara produktivitas dan keberlanjutan dalam pertanian kelapa sawit. Meluasnya penggunaan pestisida menimbulkan permasalahan mengenai keberadaan residu pestisida. Residu pestisida merupakan bahan kimia yang terdapat pada produk baik langsung maupun tidak langsung akibat penggunaan pestisida dan mempunyai efek toksikologi yang berpotensi membahayakan kesehatan manusia.

Dengan persebaran industri kelapa sawit yang masif dan permasalahan yang ada, hal ini juga tidak lepas dari permasalahan lingkungan, sosial dan teknologi yang terjadi akibat pemeliharaan tanaman (Maisarah & Dian R, 2023). Sehingga berdasarkan permasalahan residu Glifosat (N-phosphonomethyl-glycine), tujuan dari artikel ini adalah untuk menganalisis keberadaan residu Glifosat (N-phosphonomethyl-glycine) pada lingkungan perkebunan kelapa sawit sebagai bahan baku minyak sawit mentah atau olahan, sehingga dapat memberikan informasi ilmiah mengenai keberadaan residu Glifosat (N-phosphonomethyl-glycine) pada perkebunan kelapa sawit setelah aplikasi herbisida. Untuk mengurangi dampak negatif, penting untuk menerapkan praktik *sustainable* dan mematuhi pedoman penggunaan herbisida yang direkomendasikan. Selain itu, penggunaan metode pengendalian gulma dan pemilihan herbisida yang lebih ramah lingkungan dapat membantu menjaga keseimbangan ekosistem tanah dan air di perkebunan kelapa sawit.

METODE

Identifikasi dan penyaringan literatur

Proses *scoping review* dilakukan dimulai dengan identifikasi literatur, penyaringan, dan kriteria exclusion, dan tahap akhir dimasukkan untuk analisis lebih lanjut. Penulis menggunakan database Scopus, Web of Science (WoS), Sinta, dan artikel yang berkaitan lainnya dalam identifikasi

literatur. Artikel-artikel yang dipublikasikan di database Scopus dan WoS diakui kualitasnya dalam peer review. Proses dari identifikasi hingga penggunaan artikel menggunakan pendekatan *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-analysis* (PRISMA). Pendekatan PRISMA pada awalnya digunakan dalam ilmu kedokteran untuk menjawab pertanyaan spesifik pada proses review (Maisarah & Dian, 2023; Moher et al., 2009, 2010). Pada artikel ini digunakan artikel penelitian untuk melihat perkembangan Glifosat (N-phosphonomethyl-glycine) dalam bidang industri perkebunan kelapa sawit. Selanjutnya penulis memeriksa secara teliti artikel-artikel (judul, penulis, jurnal, dan tahun terbit). Selanjutnya penulis membaca dengan seksama judul dan abstrak dari artikel yang diunduh.

Meringkas dan melaporkan temuan

Kriteria *exclusion* yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis artikel yang merupakan makalah *review*, kemudian artikel yang tidak ada kaitannya dengan Glifosat (N-phosphonomethyl-glycine) pada sektor industri perkebunan kelapa sawit. Selanjutnya, artikel yang disertakan pada bagian tinjauan pustaka dengan cermat dipilih untuk menjawab pertanyaan penelitian.

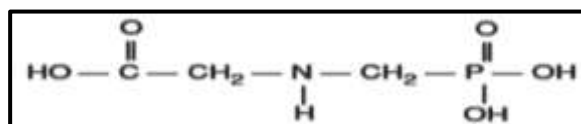
Metode perbandingan studi literatur dalam menginvestigasi dampak penggunaan Roundup di kebun kelapa sawit melibatkan beberapa tahapan esensial. Pertama, penelitian dimulai dengan mengidentifikasi tujuan penelitian yang akan dicapai. Dalam tahap ini, tujuan spesifik perbandingan literatur, seperti mengamati interaksi glifosat dengan mineral tanah, keseimbangan biologi tanah, dan proses ekosistem tanah, ditentukan

dengan jelas. Setelah itu, parameter kritis yang terkait dengan dampak penggunaan Roundup dipilih secara hati-hati. Proses selanjutnya melibatkan pengidentifikasian bahan yang bersifat ilmiah yang berkaitan dari berbagai sumber. Setelah literatur terkait teridentifikasi, pemilihan kajian literatur dilakukan dengan memperhatikan kriteria kualitas metodologi, relevansi dengan parameter penelitian, dan kelengkapan data yang mendukung perbandingan. Akhirnya ditarik kesimpulan dan menyusun rekomendasi untuk pengelolaan yang lebih baik serta pendekatan yang berkelanjutan dalam menggunakan Roundup di kebun kelapa sawit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur Kimia Glifosat (N-phosphonomethyl-glycine) (N-phosphonomethyl-glycine)

Glifosat (N-phosphonomethyl-glycine) merupakan salah satu jenis pestisida yang banyak digunakan di lahan pertanian dan perkebunan. Glifosat (N-phosphonomethyl-glycine) mempunyai rumus umum $C_3H_8NO_5P$ dikenal sebagai glifosat, memiliki berat molekul 169,08 g/mol. Nama kimia dari glifosat berdasarkan IUPAC adalah (N-phosphonomethyl-glycine). Glifosat (N-phosphonomethyl-glycine) mempunyai rumus sebagai berikut:



Gambar 1. Struktur Kimia Glifosat (N-phosphonomethyl-glycine) (Sumber: (Danial et al., 2016))

Di Malaysia, terdapat 172 produk herbisida yang mengandung Glifosat (N-phosphonomethyl-glycine) dan kisaran konsentrasi Glifosat (N-phosphonomethyl-glycine) untuk herbisida tingkat teknis biasanya antara 70%-95% (Danial et al., 2016). Di Indonesia Glifosat (N-phosphonomethyl-glycine) dijual dengan merk paten "*Roundup*". Glifosat (N-phosphonomethyl-glycine) yang merupakan herbisida non-selektif memiliki fungsi untuk mengendalikan tanaman, termasuk rumput, gulma berdaun lebar, alang-alang, dan tanaman berkayu. Spektrumnya yang luas dibandingkan dengan herbisida lain membuatnya cepat diadopsi oleh petani. Selain itu, Glifosat (N-phosphonomethyl-glycine) merupakan turunan fosfometil dari asam amino glisin. Glifosat (N-phosphonomethyl-glycine) merupakan padatan kristal berwarna putih dan tidak berbau yang terdiri dari satu gugus amino basa dan tiga gugus asam yang dapat terionisasi. Tabel 1 menunjukkan Keterangan dan Sifat Kimia dari senyawa kimia Glifosat (N-phosphonomethyl-glycine).

Tabel 1. Sifat Fisik dan Kimia Glifosat (N-phosphonomethyl-glycine) (Sumber: (Kanissery et al., 2019))

Parameter	Keterangan
Kelas Kimia	Herbisida
Bahan Aktif	Glifosat
Nama Kimia IUPAC	(N-phosphonomethyl-glycine)
Formula Molekular	$C_3H_8NO_5P$
Klasifikasi GHS (Sistem Harmonisasi Global Klasifikasi dan Label pada Bahan Kimia)	
Berat Molekul	169,08 g/mol
Titik Leleh	300°C
Kelarutan	Kelarutan dalam air, 1,01 g/100ml pada 20 °C
Densitas	1.24 g/cm ³
Waktu Paruh	7-60 (hari) pada tanah

Pestisida Roundup

Penelitian literatur mengungkapkan bahwa Roundup mengandung bahan aktif utama berupa glifosat (Xu et al., 2019). Struktur kimia glifosat memiliki peran sentral dalam mekanisme kerja herbisida ini, menghambat sintesis asam amino esensial pada tanaman. Hasil penelitian literatur ini memberikan wawasan tentang efektivitas Roundup dalam seleksi gulma di kebun kelapa sawit. Sebagian besar petani mengandalkan aplikasi Roundup pada piringan dan pasar pikul kebun kelapa sawit untuk meminimalkan persaingan gulma dan mempertahankan produktivitas tanaman. Dampak penggunaan Roundup pada tanah sekitar kebun kelapa sawit menunjukkan analisis interaksi glifosat dengan mineral tanah dan mikroorganisme menggambarkan bagaimana Roundup dapat mempengaruhi struktur dan fungsi ekosistem tanah. Terdapat persentase perubahan dalam komunitas mikroba tanah atau dampak konsentrasi glifosat terhadap ketersediaan nutrisi tanah.

Sifat Kimia Gramoxone

Glifosat memiliki afinitas untuk mengikat partikel tanah dan dengan demikian sebagian besar terakumulasi di lapisan tanah atas. Proses seperti limpasan permukaan, aliran, dan transportasi vertikal di tanah dapat mengangkutnya ke air tanah, air permukaan, dan sedimen air. Glifosat merupakan bahan kimia yang tidak mudah menguap, tidak mengalami degradasi fotokimia, dan stabil di udara. Glifosat dianggap sebagai senyawa yang relatif aman di lingkungan karena inaktivasinya yang cepat di tanah melalui penyerapan dan degradasi. Namun, karena penggunaannya yang luas, perhatian dan penelitian tentang perilaku glifosat pada tanaman dan lingkungan semakin meningkat. Terutama karena praktik aplikasi yang tidak tepat dan penyemprotan yang berlebihan, keberadaan glifosat yang tersebar luas telah diamati di lingkungan akuatik dan terestrial. Dalam banyak penelitian, glifosat telah terdeteksi di tanah, produk tanaman, hewan yang memakan produk tanaman, manusia, air tawar, dan organisme yang hidup di sana. Meskipun ada evaluasi yang menguntungkan tentang kemanjuran pengendalian gulma dan risiko lingkungan dari glifosat, semakin banyak pengamatan terbaru yang menunjukkan hubungan antara aplikasi glifosat yang luas dan efek nontarget yang merugikan dalam agroekosistem. Yang lebih signifikan di antara kekhawatiran ini adalah (1) persistensi di lingkungan, (2) efek pada kesehatan tanaman, dan (3) interaksi dengan nutrisi tanaman.

Pengaruh Gramoxone terhadap Lingkungan Tanah dan Air

Dalam sebuah penelitian tentang pelindian dan pergerakan glifosat yang dilakukan di sebuah lokasi lapangan di Denmark, glifosat, meskipun memiliki kecenderungan pengikatan yang tinggi pada tanah, ditemukan dapat masuk jauh ke dalam tanah dan larut bersama air drainase. Beberapa laporan menunjukkan pemantauan air yang memberikan informasi tentang keberadaan glifosat di air tanah. Glifosat terdeteksi di 36% dari total 154 sampel air yang dikumpulkan dari negara bagian AS. Akan tetapi, konsentrasi glifosat dalam sampel yang terdeteksi jauh di bawah tingkat kontaminan

maksimum untuk herbisida. Selain keberadaannya di air tanah, glifosat juga telah terdeteksi di air permukaan. Keberadaan glifosat yang dominan di air permukaan berpotensi disebabkan oleh limpasan air permukaan. Karena penggunaan yang luas, bahan kimia ini dapat menimbulkan bahaya kronis dan jarak jauh bagi lingkungan ekologis. Rute utama degradasi glifosat dari tanah adalah degradasi yang dimediasi oleh mikroba atau biodegradasi.

Pengaruh Pestisida Terhadap Perkebunan Kelapa Sawit

Penggunaan Roundup, sebuah herbisida non-selektif, di kebun kelapa sawit menjadi fokus penelitian untuk memahami dampaknya terhadap tanah dan ekosistem pertanian. Salah satu parameter yang dianalisis adalah interaksi glifosat, bahan aktif Roundup, dengan mineral tanah. Melalui analisis spektroskopi FTIR hasil penelitian menunjukkan bahwa glifosat dalam Roundup berikatan dengan besi dan aluminium dalam tanah, berpotensi merugikan ketersediaan mineral tanah yang penting bagi pertumbuhan tanaman kelapa sawit. Implikasinya adalah perlunya pengelolaan yang cermat untuk mengurangi dampak negatif terhadap ketersediaan nutrisi tanaman. Alternatif herbisida atau rotasi yang bijaksana bisa menjadi strategi yang efektif. Pada tabel 2 menunjukkan Keterangan Dampak Penggunaan Roundup di Perkebunan Kelapa Sawit.

Tabel 2. Dampak Penggunaan Roundup

No.	Parameter	Metode Pengamatan	Temuan Studi Literatur	Implikasi dan Rekomendasi
1.	Interaksi Glifosat dengan Mineral Tanah	Analisis Spektroskopi FTIR (Singh et al., 2019)	Glifosat berikatan dengan besi dan aluminium, mempengaruhi ketersediaan mineral tanah.	Dapat merugikan ketersediaan nutrisi tanaman. Perlu pengelolaan untuk mengurangi dampak negatif.
2.	Keseimbangan Biologi Tanah	Analisis Komunitas Mikroba (Rodriguez-Cruz et al., 2021)	Perubahan signifikan dalam keseimbangan biologi tanah terkait penggunaan Roundup.	Upaya diperlukan untuk mempertahankan keberagaman mikroba tanah.
3.	Proses Ekosistem Tanah	Pemantauan Siklus Hara (Brown et al., 2022)	Perubahan dalam siklus hara tanah dan ketersediaan nutrisi bagi tanaman.	Strategi pengelolaan berkelanjutan perlu diterapkan untuk menjaga produktivitas dan keberlanjutan.

Selanjutnya, analisis komunitas mikroba tanah menyuguhkan perubahan signifikan dalam keseimbangan biologi tanah terkait penggunaan Roundup. Peningkatan atau penurunan spesies mikroba tertentu dapat memengaruhi fungsi ekosistem tanah. Oleh karena itu, rekomendasi pengelolaan perlu berfokus pada pemeliharaan keanekaragaman hayati tanah. Pilihan herbisida yang lebih selektif dan mendukung mikroorganisme tanah dapat membantu menjaga keseimbangan ini. Dalam konteks pemantauan siklus hara tanah, temuan menunjukkan perubahan dalam siklus hara dan ketersediaan nutrisi bagi tanaman. Pemeliharaan produktivitas dan keberlanjutan ekosistem tanah menjadi krusial, mendorong perlunya strategi pengelolaan berkelanjutan. Rotasi tanaman, pemupukan yang tepat, dan penggunaan teknologi yang mendukung keseimbangan ekosistem tanah menjadi langkah-langkah kunci dalam menjaga produktivitas lahan.

SIMPULAN

Dampak penggunaan Roundup di kebun kelapa sawit menunjukkan potensi risiko terhadap keseimbangan tanah dan ekosistem. Interaksi glifosat dengan mineral tanah dapat merugikan ketersediaan nutrisi tanaman, sementara perubahan dalam keseimbangan biologi tanah dan siklus hara dapat memengaruhi produktivitas lahan. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pengelolaan yang bijaksana. Berdasarkan temuan ini, kesimpulan dapat diambil bahwa pengelolaan Roundup di kebun kelapa sawit memerlukan pendekatan yang hati-hati dan berkelanjutan. Rekomendasi praktis

mencakup pemilihanherbisida alternatif, rotasi yang bijaksana, dan penerapan praktik pertanian yang mendukung keberlanjutan ekosistem tanah. Kolaborasi antara peneliti, petani, dan pihak berkepentingan akan menjadi kunci dalam mengembangkan pendekatan pertanian yang optimal, meminimalkan dampak negatif, dan memastikan keberlanjutan jangka panjang.

SARAN

Diperlukan penelitian dan kajian lanjutan mengenai remediasi dan pengelolaan lingkungan terhadap dampak Glifosat (N-phosphonomethyl-glycine) yang dapat dilakukan untuk mencegah residu di lingkungan.

REFERENSI

- Danial, R., Guan, C. T., & Mobarekeh, M. N. (2016). Magnetic Field Enhanced Electrocoagulation Using Iron Electrode in Removing Glyphosate from Aqueous Solution. *Malaysian Journal of Chemistry*, 18(1), 38–49.
- Kanissery, R., Gairhe, B., Kadyampakeni, D., Batuman, O., & Alferez, F. (2019). Glyphosate : Its Environmental Persistence and Impact on Crop Health and Nutrition. *Plants*, 8, 499. <https://doi.org/10.3390/plants8110499>
- Maisarah, & Dian, R. (2023). Penggunaan Metode Life Cycle Assessment (LCA) Sebagai Pendukung Pengambilan Keputusan Dampak Lingkungan Pada Industri Kelapa Sawit. *Jurnal Ilmiah Betahpa*, 2(2), 7–15.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2010). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *International Journal of Surgery*, 8(5), 336–341. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2010.02.007>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., Antes, G., Atkins, D., Barbour, V., Barrowman, N., Berlin, J. A., Clark, J., Clarke, M., Cook, D., D'Amico, R., Deeks, J. J., Devereaux, P. J., Dickersin, K., Egger, M., Ernst, E., Gøtzsche, P. C., ... Tugwell, P. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine*, 6(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Nurulalia, L., Mubin, N., & Dadang. (2022). Study of paraquat dichloride residue in oil palm. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 974(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/974/1/012057>
- Saputra, Y., & Lontoh, A. P. (2018). Manajemen Pengendalian Gulma Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.) di Kebun Aneka Persada, Riau. *Buletin Agrohorti*, 6(3), 440–450. <https://doi.org/10.29244/agrob.v6i3.23041>
- Xu, J., Smith, S., Smith, G., Wang, W., & Li, Y. (2019). Glyphosate contamination in grains and foods : An overview. *Food Control*, 106(March). <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.106710>