

**TESIS**

**PENGGUNAAN SURFAKTAN UNTUK MENINGKATKAN  
EFEKTIVITAS DAN EFISIENSI HERBISIDA CAMPURAN  
AMMONIUM GLUFOSINAT DAN METIL METSULFURON  
TERHADAP PENGENDALIAN GULMA PAKIS UDANG  
*Stenochlaena palustris* (Burm. F.) Bedd.**

***USE OF SURCAKTANS TO IMPROVE THE EFFECTIVENESS  
AND EFFICIENCY OF AMMONIUM GLUFOSINATE AND  
METHYL METSULFURON HERBICIDE MIXTURE ON THE  
CONTROL OF SWAMP FERN WEEDS *Stenochlaena palustris*  
(Burm. F.) Bedd.***



**AZHARUDIN APRIANSA**

**05012622226005**

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU TANAMAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2024**

## SUMMARY

**AZHARUDIN APRIANSA.** Use of Surfactans to Improve the Effectiveness and Efficiency of Ammonium Glufosinate and Methyl Metsulfuron Herbicide Mixture on the Control of Swamp Fern Weeds *Stenochlaena palustris* (Burm. F.) Bedd. (Supervised by **Yakup** dan **Susilawati**).

*Stenochlaena palustris* (Burm. f.) Bedd., known as swamp fern, is currently causing problems in oil palm plantations. This weed has the ability to regenerate by forming swiftly and dominating colonies. Cuticle thickness in the form of a waxy layer can inhibit herbicide penetration and reduce its toxic effects on *S. palustris* weeds. This study aims to evaluate the effect of surfactants on the effectiveness and efficiency of weed control and identify the most suitable surfactant type. The research method involved conducting greenhouse and field experiments, combining ammonium glufosinate and methyl metsulfuron herbicides with various surfactant active ingredients. The results showed that the addition of surfactants to ammonium glufosinate and methyl metsulfuron herbicides was able to increase the penetration of herbicides on the leaf surface of *S. palustris* weeds. Ammonium glufosinate and methyl metsulfuron herbicide treatments supplemented with surfactants can cause significant damage to *S. palustris* weeds and increase the effectiveness of weed control compared to no treatment (Control). The addition of surfactants with active ingredients *Polyether Modified Trisiloxane* (W) and *Polyoxyalkylene Alkyl Ethers* (K) had the best effect, with the highest damage to weeds within 1 week after application. The active ingredient dose of ammonium glufosinate 375 g/ha and methyl metsulfuron 1.5 g/ha was able to control *S. palustris* weeds with a control effectiveness of more than 74%, which was not significantly different from the dose of ammonium glufosinate 500 g/ha and methyl metsulfuron 1.5 g/ha of 75%. Herbicide doses of ammonium glufosinate 375 g/ha and methyl metsulfuron 1.5 g/ha with the addition of surfactant controlled *S. palustris* weeds by 70–75% at a cost 16–19% lower than ammonium glufosinate 500 g/ha without the addition of surfactant. This finding indicates the importance of using surfactants in weed control strategies, especially in the context of sustainable agriculture. This study thus emphasises the need for surfactant integration in herbicide use to increase agricultural yields while minimising environmental impacts.

*Keywords: Surfactan, ammonium glufosinate, effectiveness, oil palm, weed control*

## RINGKASAN

**AZHARUDIN APRIASNA.** Penggunaan Surfaktan untuk Meningkatkan Efektivitas dan Efisiensi Herbisida Campuran Ammonium Glufosinat dan Metil Metsulfuron Terhadap Pengendalian Gulma Pakis Udang (*Stenochlaena palustris*) (Burm. F.) Bedd. (Dibimbing oleh **Yakup** dan **Susilawati**).

*Stenochlaena palustris* (Burm. f.) Bedd. atau dikenal pakis udang yang dewasa ini menimbulkan problematika di perkebunan kelapa sawit. Gulma ini memiliki kemampuan regenerasi dengan membentuk koloni yang cepat dan mendominasi. Ketebalan kutikula yang berupa lapisan lilin dapat menghambat penetrasi herbisida dan mengurangi efek toksiknya pada gulma *S. palustris*. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh surfaktan terhadap efektivitas dan efisiensi pengendalian gulma serta identifikasi jenis surfaktan yang paling sesuai. Metode penelitian dilakukan melalui percobaan di rumah kaca dan lapangan dengan melibatkan kombinasi herbisida ammonium glufosinat dan metil metsulfuron dengan penambahan berbagai jbahan aktif surfaktan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan surfaktan pada herbisida ammonium glufosinat dan metil metsulfuron mampu meningkatkan penetrasi herbisida di permukaan daun gulma *S. palustris*. Perlakuan herbisida ammonium glufosinat dan metil metsulfuron yang ditambah surfaktan dapat menyebabkan kerusakan pada gulma *S. palustris* secara signifikan dan meningkatkan efektivitas pengendalian gulma dibandingkan dengan tanpa perlakuan (Kontrol). Penambahan surfaktan dengan bahan aktif *Polyether Modified Trisiloxane* (W) dan *Polyoxyalkylene Alkyl Ethers* (K) memiliki efek terbaik, dengan kerusakan tertinggi pada gulma dalam waktu 1 minggu setelah aplikasi. Dosis bahan aktif ammonium glufosinat 375 g/ha dan metil metsulfuron 1,5 g/ha mampu mengendalikan gulma *S. palustris* dengan efektivitas pengendalian lebih dari 74% yang tidak berbeda signifikan dibandingkan dosis ammonium glufosinat 500 g/ha dan metil metsulfuron 1,5 g/ha sebesar 75%. Dosis herbisida ammonium glufosinat 375 g/ha dan metil metsulfuron 1,5 g/ha dengan penambahan surfaktan mampu mengendalikan gulma *S. palustris* 70-75% dengan biaya 16-19% lebih rendah dibandingkan ammonium glufosinat 500 g/ha tanpa penambahan surfaktan. Temuan ini mengindikasikan pentingnya penggunaan surfaktan dalam strategi pengendalian gulma, terutama dalam konteks pertanian keberlanjutan. Dengan demikian penelitian ini menekankan perlunya integrasi surfaktan dalam penggunaan herbisida untuk meningkatkan hasil pertanian sambil meminimalkan dampak lingkungan.

Kata kunci: Surfaktan, ammonium glufosinat, efektivitas, kelapa sawit, pengendalian gulma

**TESIS**

**PENGGUNAAN SURFAKTAN UNTUK MENINGKATKAN  
EFEKTIVITAS DAN EFISIENSI HERBISIDA CAMPURAN  
AMMONIUM GLUFOSINAT DAN METIL METSULFURON  
TERHADAP PENGENDALIAN GULMA PAKIS UDANG  
*Stenochlaena palustris* (Burm. F.) Bedd.**

**USE OF *SURFACTANS* TO IMPROVE THE EFFECTIVENESS  
AND EFFICIENCY OF AMMONIUM GLUFOSINATE AND  
METHYL METSULFURON HERBICIDE MIXTURE ON THE  
CONTROL OF SWAMP FERN WEEDS *Stenochlaena palustris*  
(Burm. F.) Bedd.**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar  
Magister Sains (M.Si.)**



**AZHARUDIN APRIANSA**

**05012622226005**

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU TANAMAN  
FAKULTAS PERTANIAN PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2024**

*Universitas Sriwijaya*

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGUNAAN SURFAKTAN UNTUK MENINGKATKAN  
EFEKTIVITAS DAN EFISIENSI HERBISIDA CAMPURAN AMMONIUM  
GLUFOSINAT DAN METIL METSULFURON TERHADAP  
PENGENDALIAN GULMA PAKIS UDANG  
*Stenochlaena palustris* (Burm. F.) Bedd.**

**TESIS**

**Sebagai Syarat untuk Memperoleh Gelar Magister Sains (M.Si.)  
pada Program Studi Magister Ilmu Tanaman Program Pascasarjana  
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya**

**Oleh  
AZHARUDIN APRIANSA  
05012622226005**

**Palembang, 15 November 2024**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**



**Dr. Ir. Yakup, M.S.**  
NIP. 196211211987031001



**Dr. Susilawati, SP. M.Si.**  
NIP. 196712081995032001

**Mengetahui,  
Dekan Fakultas Pertanian**



  
**Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M.Agr.**  
NIP. 196412291990011001

## LEMBAR PERSETUJUAN


Tesis dengan judul “Penggunaan Surfaktan untuk Meningkatkan Efektivitas dan Efisiensi Herbisida Campuran Ammonium Glufosinat dan Metil Metsulfuron Terhadap Pengendalian Gulma Pakis Udang *Stenochlaena palustris* (Burm. F.) Bedd.” telah dipertahankan dihadapan Komisi Penguji Tesis Program Studi Ilmu Tanaman Pasca Sarjana Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 15 November 2024 dan telah diperbaiki sesuai dengan saran dan masukan dari tim penguji.

### Komisi Penguji

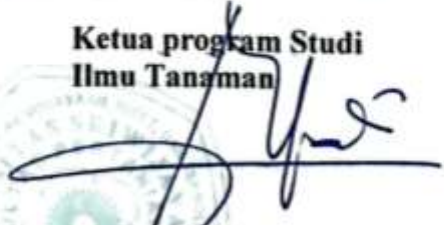
- |  |         |   |
|--|---------|---|
| 1. Dr. Ir. Erizal Sodikin<br>NIP. 196002111985031002           | Ketua   |    |
| 2. Dr. Ir. Yakup, M.S.<br>NIP. 196211211987031001              | Anggota |   |
| 3. Dr. Susilawati, SP. M.Si.<br>NIP. 196712081995032001        | Anggota |  |
| 4. Dr. Irmawati, S.P., M.Si., M.Sc.<br>NIP. 198309202022032001 | Anggota |  |

Palembang, 15 November 2024

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Pertanian

  
Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M.Agr.  
NIP. 196412291990011001

Ketua program Studi  
Ilmu Tanaman

  
Prof. Dr. Ir. Suwandi, M. Agr.  
NIP. 196801111993021001

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Azharudin Apriansa

NIM : 05012622226005

Judul : Penggunaan Surfaktan untuk Meningkatkan Efektivitas dan Efisiensi Herbisida Campuran Ammonium Glufosinat dan Metil Metsulfuron Terhadap Pengendalian Gulma Pakis Udang *Stenochlaena palustris* (Burm. f.) Bedd.

Saya menyatakan bahwa semua informasi yang terkandung dalam tesis ini adalah hasil penelitian saya sendiri dibawah bimbingan dosen pembimbing, kecuali jika sumbernya disebutkan dengan jelas. Apabila dikemudian hari ditemukan plagiarisme dalam tesis ini, saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Oleh karena itu, pernyataan ini saya buat dengan sadar dan tidak atas paksaan dari pihak manapun.



Palembang, 15 November 2024

  
Azharudin Apriansa  
05012622226005

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas berkat, rahmat dan kuasa-Nya, penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah ini dengan tepat waktu.

Penulis persembahkan karya tulis ilmiah ini kepada orang – orang tercinta yaitu orang tua dan keluarga besar atas do'a dan dukungannya serta keluarga kecil yang selalu membuat bahagia, memotivasi dan menginspirasi penulis dalam perjalanan menyelesaikan studi ini.

Selain itu, segenap ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada jajaran manajemen PT. Sampoerna Agro, Tbk atas kesempatan yang telah diberikan kepada penulis untuk meneruskan studi di Universitas Sriwijaya dan memfasilitasi kegiatan penulis melalui proyek penelitian.

Penulis persembahkan juga kepada segenap civitas akademika terutama dosen pembimbing dan staf pendukung kegiatan akademik, serta teman-teman angkatan dan laboratorium, rekan-rekan kerja atas motivasi, bimbingan, bantuan serta kerjasamanya dalam proses menulis karya tulis ilmiah ini sehingga memenuhi kaidah-kaidah secara keilmuan dan semoga bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.



## RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir dengan nama Azharudin Apriansa di Desa Pangkalan Lampam, Kecamatan Pangkalan Lampam, Kabupaten Ogan Komering Ilir, Provinsi Sumatera Selatan pada tanggal 7 April 1988. Penulis merupakan putra keempat dari enam bersaudara pasangan dari Bapak Husni Darwani dan Ibu Djusia. Penulis telah menikah dengan Yuliyanti Purnamasari dan dikaruniai 2 orang anak bernama Artanabil Raqila Azka dan Ameera Arsyila Farzana.

Pendidikan formal penulis diselesaikan di SD Negeri I Pangkalan Lampam, MTs YPI Nurul Yakin Pangkalan Lampam, Ogan Komering Ilir dan SMA Yayasan Pembina Palembang. Pada tahun 2006, penulis diterima sebagai mahasiswa di Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Palembang, Sumatera Selatan.

Karier penulis dimulai pada tahun 2014 dengan mengikuti program *Sampoerna Talented Achievers for Result* di salah satu perusahaan kelapa sawit di Sumatera Selatan selama 6 bulan. Karier penulis kemudian dilanjutkan di PT. Binasawit Makmur, yang merupakan salah satu anak perusahaan PT. Sampoerna Agro, Tbk., sebagai peneliti Agronomy dan Proteksi Tanaman. Beberapa penelitian mengenai agronomi dan pengendalian organisme pengganggu tanaman terutama gulma di Perkebunan kelapa sawit merupakan prioritas riset penulis saat ini. Pada tahun 2022, penulis mendapatkan kesempatan untuk melanjutkan pendidikan S2 dan tercatat sebagai mahasiswa Program Pasca Sarjana, Bidang Kajian Utama Agronomi Program Studi Ilmu Tanaman Universitas Sriwijaya.

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahim*, Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan kuasa-Nya kepada penulis sehingga penulisan tesis yang berjudul “Penggunaan Surfaktan untuk Meningkatkan Efektivitas dan Efisiensi Herbisida Campuran Ammonium Glufosinat dan Metil Metsulfuron Terhadap Pengendalian Gulma Pakis Udang *Stenochlaena palustris* (Burm. F.) Bedd.” ini dapat diselesaikan. Penulisan tesis ini bertujuan untuk diajukan sebagai syarat memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Ilmu Tanaman, Bidang Kajian Umum (BKU) Agronomi, Fakultas Pertanian, Program Pasca Sarjana, Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan penelitian tesis ini, maka dari itu sumbang saran yang membangun sangat diperlukan guna perbaikan. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Dr. Ir. Yakup, M.S. dan Dr. Susilawati, SP. M.Si. sebagai dosen pembimbing, Dr. Ir. Erizal Sodikin dan Dr. Irmawati, SP., M.Si., M.Sc. sebagai dosen penguji yang telah banyak membantu memberikan arahan serta bimbingan kepada penulis. Serta segenap manajemen direksi dan para peneliti di PT Sampoerna Agro Tbk yang telah memberikan kesempatan, bimbingan, dan dukungan kepada penulis selama pelaksanaan penelitian tesis ini.

Akhir kata penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang mendukung penulis selama penyusunan tesis ini. Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang terkait dengan penelitian penulis.

Palembang, November 2024

Penulis

*Universitas Sriwijaya*

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Hipotesis Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 <i>Stenochlaena Palustris</i> .....	6
2.2 Herbisida Ammonium Glufosinat.....	7
2.3 Herbisida Metil Metsulfuron .....	9
2.4 Surfaktan.....	10
2.5 Kompatibilitas Herbisida dan Surfaktan.....	11
BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN.....	14
3.1 Penelitian Rumah Kaca.....	14
3.1.1 Waktu dan Tempat.....	14
3.1.2 Alat dan Bahan .....	14
3.1.3 Metode Penelitian .....	14
3.1.4 Cara Kerja.....	15
3.1.4.1 Persiapan Bahan Tanam di Rumah Kaca .....	15

3.1.4.2 Variabel Pengamatan.....	16
3.1.5 Analisis Statistik .....	17
3.2 Penelitian Lapangan.....	17
3.2.1 Waktu dan Tempat.....	17
3.2.2 Alat dan Bahan .....	17
3.2.3 Metode Penelitian .....	18
3.2.4 Cara Kerja.....	18
3.2.4.1 Persiapan Lahan .....	18
3.2.4.2 Aplikasi Herbisida.....	19
3.2.4.3 Peubah Pengamatan.....	19
3.2.5 Analisa Statistik .....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	23
4.1 Hasil Percobaan Rumah Kaca .....	23
4.1.1 Skala Kerusakan Gulma .....	23
4.1.2 Efektivitas Pengendalian Gulma. ....	25
4.2 Hasil Percobaan Lapangan .....	27
4.2.1 Skala Kerusakan Gulma .....	27
4.2.2 Efektivitas Pengendalian Gulma. ....	28
4.2.3 Persentase Penutupan ( <i>Coverage</i> ) Gulma. ....	30
4.2.4 Perubahan Dominasi Gulma .....	33
4.2.5 Keanekaragaman, Kemerataan dan Dominansi Jenis Gulma. ....	35
4.2.6 Efisiensi Biaya Pengendalian Gulma .....	36
4.3 Pembahasan .....	38
4.3.1 Penelitian Rumah Kaca .....	38
4.3.2 Penelitian Lapangan .....	40

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	45
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran.....	45
LAMPIRAN.....	57

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Efektivitas Pengendalian Gulma di Rumah Kaca .....	26
---	----

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.1. Perlakuan Penelitian Penambahan Surfaktan di Rumah Kaca.....	15
Tabel 3.1.2 Skala Kerusakan Gulma Terhadap Herbisida .....	16
Tabel 3.2.1 Kombinasi Perlakuan Pada Percobaan di Lapangan.....	18
Tabel 4.1.1 Skala Kerusakan Gulma Akibat Perlakuan .....	23
Tabel 4.2.1 Tingkat Kerusakan Gulma di Lapangan .....	27
Tabel 4.2.2 Efektivitas Pengendalian Gulma .....	29
Tabel 4.2.3 Penutupan ( <i>Coverage</i> ) Gulma.....	31
Tabel 4.2.4 Pengaruh Herbisida Terhadap Komposisi dan Dominasi Gulma .	33
Tabel 4.2.5 Indek Keanekaragaman, Kemerataan dan Dominansi .....	35
Tabel 4.2.6 Rasio Biaya Pengendalian Gulma.....	37

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lokasi Penelitian .....	57
Lampiran 2 Skala Kerusakan Gulma .....	58
Lampiran 3 Foto Kerusakan Gulma di Rumah Kaca Perlakuan K .....	60
Lampiran 4 Foto Kerusakan Gulma di Rumah Kaca Perlakuan W .....	61
Lampiran 5 Perubahan Komposisi Gulma .....	62



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Stenochlaena palustris* (Burm. f.) Bedd. yang dikenal sebagai pakis udang dewasa ini menimbulkan problematika di perkebunan kelapa sawit (Ismiasih, 2023; Ernah *et al.*, 2021). Gulma ini bersaing dengan tanaman utama untuk sumber daya yang sama seperti ruang, air (Korav *et al.*, 2018), cahaya (Guglielmini *et al.*, 2017), dan nutrisi (Thompson *et al.*, 2019). Gulma ini mampu beradaptasi di berbagai jenis tanah dan tingkat kelembaban (Asbur *et al.*, 2016) dan regenerasi yang tinggi melalui potongan rhizome yang menjalar serta kemampuannya untuk membentuk koloni yang cepat dan padat (Kamarudin *et al.*, 2016). Potensi invasif gulma *S. palustris* mempersulit langkah-langkah pengelolaan lahan (Merly *et al.*, 2023; Pangestu *et al.*, 2019), karena dapat dengan cepat mendominasi ekosistem dan mengganggu tanaman budidaya serta keanekaragaman hayati (Sadili *et al.*, 2018).

*S. palustris* memiliki morfologi daun yang tebal dan kaku (*coriaceous*) dengan permukaan daun yang berkilin, sehingga membuat herbisida sulit masuk ke dalam jaringan tumbuhan (Jarvis *et al.*, 2014; Pellissier *et al.*, 2014). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketebalan kutikula dan komposisi trikoma dapat mengurangi penyerapan herbisida dan mempengaruhi penetrasi herbisida masuk ke dalam jaringan tumbuhan sehingga menjadi penghambat efektifitasnya dalam mengendalikan gulma (Giraldi, 2023; Mithila, 2013; Sammons & Gaines, 2014; Sumekar *et al.*, 2022). Penelitian lain yang dilakukan Aisyah *et al.*, tentang efektivitas berbagai jenis herbisida tidak efektif dalam mengendalikan gulma. Hal ini disebabkan kemampuan tumbuhan untuk menolak penyerapan herbisida melalui morfologi daun yang tidak mendukung penetrasi bahan kimia (Aisyah *et al.*, 2022).

Salah satu pendekatan yang diterapkan untuk pengendalian gulma adalah penggunaan herbisida berbahan aktif paraquat. Herbisida ini telah lama digunakan dan telah menjadi alat yang efektif dalam pengendalian gulma, termasuk gulma *S. palustris* di perkebunan kelapa sawit (Sumekar & Widayat, 2022). Namun penggunaan herbisida paraquat juga memiliki resiko toksisitas bagi pekerja yang

dapat menyebabkan keracunan ringan (Ramdan *et al.*, 2020) dan berdampak negatif bagi lingkungan (Maksuk, 2019). Hasil penelitian Alfarizi *et al.*, menunjukkan bahwa herbisida paraquat berdampak terhadap keberagaman hayati di sekitar perkebunan dengan menurunnya keberagaman flora dan fauna (Alfarizi *et al.*, 2023). Sesuai dengan prinsip-prinsip RSPO mengenai praktik sawit berkelanjutan dan keamanan lingkungan kerja, penggunaan paraquat sudah dihentikan. Penelitian lain menunjukkan penggunaan herbisida kombinasi ammonium glufosinat, metil metsulfuron dan saflufenasil dapat menekan pertumbuhan gulma *S. palustris* (Silaban, 2016).

Herbisida yang bekerja dengan cara menghancurkan jaringan tanaman hanya pada area yang terkena semprotan (kontak) yang tidak berpindah melalui sistem vaskular tumbuhan dan sasaran semua jenis tumbuhan (non selektif). Herbisida kontak dan non-selektif seperti ammonium glufosinat adalah turunan dari fosfinotrisin yang baik untuk mengendalikan berbagai jenis gulma. Mekanisme kerjanya melibatkan penghambatan kinerja enzim glutamin sintase (GS) yang bertanggung jawab atas pembentukan glutamin dari amonium dan glutamate (Xia *et al.*, 2023; Moon & Chun, 2015), yang menyebabkan peningkatan kadar amonia yang signifikan di dalam tumbuhan (Lindemann *et al.*, 2021). Hal ini menyebabkan akumulasi amonium yang berlebihan pada tumbuhan dapat menyebabkan kerusakan sel tumbuhan (Salas-Perez *et al.*, 2018; Bruns & Abbas, 2010; Jhala *et al.*, 2017; Takano & Dayan, 2020) dan gangguan metabolisme yang signifikan (Jhala *et al.*, 2017; Brito *et al.*, 2016). Penelitian menunjukkan bahwa aplikasi glufosinat pada daun dapat mengakibatkan gejala seperti klorosis dan penurunan efisiensi fotosintesis, yang mengakibatkan terganggunya pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan (Brito *et al.*, 2016). Krenchinski *et al.*, (2019) menemukan bahwa varietas jagung hasil rekayasa genetika tertentu tidak mengalami penurunan hasil panen yang signifikan ketika ammonium glufosinat dikombinasikan dengan herbisida lain seperti glifosat. Hal ini menunjukkan bahwa efek glufosinat dapat diubah oleh bahan kimia lain untuk pengendalian gulma yang sangat kompleks (Krenchinski *et al.*, 2019).

Herbisida ammonium glufosinat yang dikombinasikan dengan metil metsulfuron dapat meningkatkan efektifitas pengendalian gulma (Umiyati & Kurniadie, 2018). Metil metsulfuron dapat merusak sistem fisiologis gulma, sehingga mempengaruhi kelangsungan hidupnya (Dewa *et al.*, 2020). Metil metsulfuron termasuk dalam kelompok sulfonilurea yang bekerja dengan menghambat enzim aseto laktat sintase (ALS). Proses ini sangat penting untuk menghambat biosintesis asam amino pada tumbuhan yang dapat menyebabkan kematian. Metil metsulfuron diserap melalui daun yang kemudian menyebar ke seluruh jaringan tumbuhan (Utami *et al.*, 2021).

Pengendalian gulma *S. palustris* memerlukan pendekatan terintegrasi yang mempertimbangkan aspek biologi gulma, efektivitas dan dampak ekologis jangka panjang. Pengembangan strategi pengendalian yang efektif dan berkelanjutan untuk gulma ini tetap menjadi tantangan penting dalam manajemen perkebunan kelapa sawit. Herbisida dapat efektif mengendalikan gulma jika menyentuh, diserap dan bergerak di dalam tubuh gulma tanpa kehilangan efek toksiknya. (Gunsolus & Curran, 2007). Dalam upaya meningkatkan efektivitas pengendalian terhadap *S. palustris* dengan herbisida, penggunaan surfaktan telah menjadi fokus penelitian yang menjanjikan (Xu *et al.*, 2010). Surfaktan meningkatkan penyebaran, penyerapan dan adhesi pada permukaan daun serta meningkatkan penetrasi ke dalam jaringan tanaman (Slate *et al.*, 2022). Studi lain menunjukkan bahwa dengan menambah surfaktan dapat membantu herbisida menempel lebih lama di permukaan daun (Ya *et al.*, 2020), dan dapat mengurangi dosis herbisida dengan tetap mempertahankan efektifitas (Knezevic *et al.*, 2009; Palma-Bautista *et al.*, 2020; Zutah, 2023).

Secara keseluruhan, pengendalian gulma *S. palustris* di perkebunan kelapa sawit memerlukan pendekatan yang holistik dan terintegrasi, dengan mempertimbangkan penggunaan herbisida yang efektif, pengelolaan yang berkelanjutan, serta teknik pengendalian alternatif. Dengan demikian, diharapkan produktivitas kelapa sawit dapat meningkat tanpa mengganggu kesehatan lingkungan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana pengaruh penggunaan herbisida ammonium glufosinat dengan penambahan surfaktan dalam mengendalikan gulma *S. palustris*?
2. Apa jenis surfaktan yang paling sesuai untuk meningkatkan efektivitas penggunaan herbisida ammonium glufosinat dalam mengendalikan gulma *S. palustris*?
3. Apakah penggunaan surfaktan dapat mengurangi dosis herbisida ammonium glufosinat yang diperlukan untuk mengendalikan *S. palustris* secara efektif?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui efektivitas penggunaan surfaktan dalam meningkatkan kinerja herbisida ammonium glufosinat terhadap gulma *S. palustris*.
2. Mengidentifikasi jenis surfaktan yang paling efektif dalam meningkatkan efektivitas herbisida ammonium glufosinat untuk pengendalian *S. palustris*.
3. Mengevaluasi penggunaan surfaktan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi herbisida ammonium glufosinat terhadap gulma *S. palustris*

## **1.4 Hipotesis Penelitian**

1. Penggunaan surfaktan akan meningkatkan efektivitas herbisida ammonium glufosinat dalam mengendalikan gulma *S. palustris* dibandingkan dengan penggunaan herbisida tanpa surfaktan.
2. Terdapat perbedaan efektivitas antara berbagai jenis surfaktan dalam meningkatkan kinerja herbisida ammonium glufosinat terhadap *S. palustris*.
3. Penggunaan surfaktan akan memungkinkan pengurangan dosis herbisida ammonium glufosinat yang diperlukan untuk mengendalikan *S. palustris* secara efektif dengan estimasi pengurangan dosis minimal sebesar 20%.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

1. Penelitian dapat membantu meningkatkan efektivitas herbisida dengan cara memperbaiki penetrasi dan distribusi bahan aktif herbisida ke dalam jaringan tumbuhan, memperlambat degradasi bahan aktif herbisida oleh lingkungan, dan meningkatkan sifat koloid dari herbisida sehingga lebih

mudah menempel pada permukaan tumbuhan. Penggunaan yang tepat dapat membantu mengurangi jumlah herbisida yang dibutuhkan untuk mencapai hasil yang diinginkan, sehingga mengurangi biaya dan meminimalisir dampak negatif pada lingkungan.

2. Penelitian tentang efektivitas herbisida ammonium glufosinat dengan penambahan dapat membantu meningkatkan pengendalian gulma *Stenochlaena palustris*. Hal ini dapat membantu meningkatkan penetrasi dan absorpsi herbisida ke dalam gulma, meningkatkan adhesi herbisida pada daun, dan mengurangi potensi herbisida untuk tercuci oleh hujan. Dengan demikian, penggunaan surfaktan dapat membantu meningkatkan efektivitas herbisida ammonium glufosinat dalam mengendalikan gulma *Stenochlaena palustris* pada budidaya tanaman.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, S., Hasjim, S., & Putri, P. H. (2022). Keefektifan dosis reduktan herbisida terhadap pengendalian gulma serta pengaruhnya pada tanaman padi varietas inpari 32. *Agrikultura*, 33(3), 342. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v33i3.42005>
- Alfarizi, M., Siregar, A., Alfahri, H.H., Affandi, R., Ginting, S.A., Simangunsong, I.A., Maisarah., Ginting, M.S., Nurliana., Dian, R. (2023). Kajian: Herbisida Paraquat dichloride Pada Perkebunan Kelapa Sawit dan Lingkungan Menggunakan Alat Pendekatan PRISMA. Madani: *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*. (Vol 1. Pp 735-741), <https://doi.org/10.5281/zenodo.11398290>.
- Aliverdi A., Mohammad, Hassan, Rashed, Mohassel., Eskandar, Zand., Mehdi, Nassiri, Mahallati. (2009). 5. Increased foliar activity of clodinafop-propargyl and/or tribenuron-methyl by surfactants and their synergistic action on wild oat (*Avena ludoviciana*) and wild mustard (*Sinapis arvensis*). *Weed Biology and Management*. doi: 10.1111/J.1445-6664.2009.00353.X
- Amarullah, A., Indradewa, D., Yudono, P., & Sunarminto, B. H. (2017). Correlation of Growth Parameters with Yield of Two Cassava Varieties. *Ilmu Pertanian (Agricultural Science)*, 1(3), 100-104.
- Appah, S., Jia, W., Ou, M., Wang, P., & Asante, E. A. (2020). Analysis of potential impaction and phytotoxicity of *surfaktan*-plant surface interaction in pesticide application. *Crop Protection*, 127, 104961. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.104961>
- Asbur, Y., Yahya, S., Murtalaksono, K., Sudradjat, S., & Sutarta, E. S. S. S. (2016). The roles of *Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson and ridge terrace in reducing soil erosion and nutrient losses in oil palm plantation in South Lampung, Indonesia.
- Babalola, O., Truter, J., Archer, E., & Wyk, J. (2020). Exposure impacts of environmentally relevant concentrations of a glufosinate ammonium herbicide formulation on larval development and thyroid histology of *xenopus laevis*. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 80(4), 717-725. <https://doi.org/10.1007/s00244-020-00758-3>
- Barnhart, I., Chaudhari, S., Pandian, B. A., Vara Prasad, P. V., Ciampitti, I. A., & Jugulam, M. (2021). Use of High-Resolution Unmanned Aerial Systems Imagery and Machine Learning To Evaluate Grain Sorghum Tolerance to Mesotrione. *Journal of Applied Remote Sensing*, 15(1), 014516-014516.
- Bernard, S. M., & Habash, D. Z. (2009). The importance of cytosolic glutamine synthetase in nitrogen assimilation and recycling. *New Phytologist*, 608, 608–620. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2009.02823.x>

- Britto, D. T., & Kronzucker, H. J. (2002). NH<sub>4</sub><sup>+</sup> toxicity in higher plants: a critical review. *Journal of Plant Physiology*, 159(6), 567–584. <https://doi.org/https://doi.org/10.1078/0176-1617-0774>
- Brito, G. S., de Jesus Neto, A. T., de Souza, C. M., & de Souza, G. S. (2023). Nitrate and ammonium proportions in the initial growth of bertalha plants. *Revista Brasileira de Iniciação Científica*, e023026-e023026.
- Brito, I., Marchesi, B., Pucci, C., Carbonari, C., & Velini, E. (2016). Variation in the sensitivities of hairy beggarticks (*Bidens pilosa*) plants and their progenies to glufosinate ammonium. *Weed Science*, 64(4), 570-578. <https://doi.org/10.1614/ws-d-16-00014.1>
- Brown, S., Kerns, D., & Yang, F. (2018). Glufosinate ammonium suppresses tetranychus urticae in cotton. *Journal of Cotton Science*, 22(2), 97-103. <https://doi.org/10.56454/wgui5664>
- Bruns, H. and Abbas, H. (2010). Comparisons of herbicide treated and cultivated herbicide-resistant corn. *International Journal of Agronomy*, 2010, 1-7. <https://doi.org/10.1155/2010/798127>
- Burrill, L. C., Cardenas, J., & Locatelli, E. (1976). Field manual for weed control research. *Field Manual for Weed Control Research*.
- Castro, M. J. L., Ojeda, C., & Cirelli, A. F. (2014). Advances in surfaktans for agrochemicals. *Environmental Chemistry Letters*, 12(1), 85–95. <https://doi.org/10.1007/s10311-013-0432-4>
- Chen, Y., Fang, Q., Chiang, C., Yeh, S., Wu, H., & Yu, T. (2010). Transgenic eustoma grandiflorum expressing the bar gene are resistant to the herbicide basta®. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* (Pctoc), 102(3), 347-356. <https://doi.org/10.1007/s11240-010-9739-z>
- Chotimah, H., Muliansyah, M., Widyawati, W., Pitrama, P., & Suparto, H. (2022). Species, nutritional value, and elemental content of stenochlaena distributed in Central Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23(10). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d231047>
- Darmanti, S. (2018). Review: Interaksi Alelopati dan Senyawa Alelokimia : Potensinya Sebagai Bioherbisida. *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 3(2), 181-187. <https://doi.org/10.14710/baf.3.2.2018.181-187>
- Dhanda, S., Kaur, S., Chaudhary, A., Jugulam, M., Hunjan, M., Sangha, M. & Bhullar, M. (2022). Characterization and management of metsulfuron-resistant rumex dentatus biotypes in northwest india. *Agronomy Journal*, 114(1), 366-378. <https://doi.org/10.1002/agj2.20849>

- Dewa, S. D. K., Sucahyo, S., & Kasmiyati, S. (2020). Pengaruh herbisida metil metsulfuron terhadap struktur komunitas alga perifiton. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, 7(2), 1. <https://doi.org/10.24843/metamorfosa.2020.v07.i02.p01>
- Dewi, K. F. R., Soesanto, L., Mugiastuti, E., & Manan, A. (2022). Aplikasi Jamur Patogen Gulma Pada Tanaman Budidaya. *AGRIBIOS*, 20(1), 1-12.
- Dong, X., Zhu, H., & Yang, X. (2015). Characterization of droplet impact and deposit formation on leaf surfaces. *Pest Management Science*, 71(2), 302–308. <https://doi.org/10.1002/ps.3806>
- Duddu, H. S., Johnson, E. N., Willenborg, C. J., & Shirtliffe, S. J. (2019). High-Throughput UAV Image-Based Method is More Precise than Manual Rating of Herbicide Tolerance. *Plant Phenomics*.
- Ernah, E., Wulandari, E., & Sudarjat, S. (2021). Pengenalan Standar Perkebunan Kelapa Sawit Berkelanjutan. *Jurnal Abdidas*, 2(1), 92-97. <https://doi.org/10.31004/abdidas.v2i1.218>
- Ferrell, J., Sellers, B., MacDonald, G., & Kline, W. (2009). Influence of herbicide and application timing on blackberry control. *Weed Technology*, 23(4), 531-534. <https://doi.org/10.1614/wt-09-036.1>
- Fishel, F.M. (2007) Pesticide Use Trends in the US: Global Comparison, Document PI-143. *Pesticide Information Office*, UF/IFAS Extension. <http://edis.ifas.ufl.edu>
- Ganji, E., Grenzdörffer, G., & Andert, S. (2023). Estimating the Reduction in Cover Crop Vitality Followed by Pelargonic Acid Application Using Drone Imagery. *Agronomy*, 13(2), 354.
- Giesen, W., Wulffraat, S., Zieren, M., & Scholten, L. (2006). *Mangrove Guidebook for Southeast Asia*. FAO and Wetlands International.
- Giraldi, R. (2023). Efektivitas herbisida parakuat diklorida dalam mengendalikan gulma perkebunan karet (*hevea brasiliensis*). *J-Plantasimbiosa*, 5(1), 19-28. <https://doi.org/10.25181/jplantasimbiosa.v5i1.2956>
- Gitsopoulos, T. K., Damalas, C. A., & Georgoulas, I. (2014). Improving Diquat Efficacy on Grasses by Adding Adjuvants to the Spray Solution Before Use. *Planta Daninha*, 32, 355-360.
- Guglielmini, A. C., Verdú, A. M. C., & Satorre, E. H. (2017). Competitive ability of five common weed species in competition with soybean. *International Journal of Pest Management*, 63(1), 30–36. <https://doi.org/10.1080/09670874.2016.1213459>



- Gunawan-Puteri, M., Kato, E., Rahmawati, D., Teji, S., Santoso, J., Pandiangan, F. & Nion, Y. (2021). Post-harvest and extraction conditions for the optimum alpha glucosidase inhibitory activity of *Stenochlaena palustris*. *International Journal of Technology*, 12(3), 649. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v12i3.4409>
- Gunsolus, J. L., & Curran, W. S. (2007). Herbicide mode of action and injury symptoms. *Urbana*, 51, 217–333.
- Holloway, P. J., Ellis, M. B., Webb, D. A., Western, N. M., Tuck, C. R., Hayes, A. L., & Miller, P. C. H. (2000). Effects of Some Agricultural Tank-Mix Adjuvants on The Deposition Efficiency of Aqueous Sprays on Foliage. *Crop Protection*, 19(1), 27-37.
- Hoyle, G. L., Venn, S. E., Steadman, K. J., Good, R. B., McAuliffe, E. J., Williams, E. R., & Nicotra, A. B. (2013). Soil Warming Increases Plant Species Richness but Decreases Germination from The Alpine Soil Seed Bank. *Global Change Biology*, 19(5), 1549-1561.
- Hunsche, M., & Noga, G. (2012). Effects of relative humidity and substrate on the spatial association between glyphosate and ethoxylated seed oil *surfactants* in the dried deposits of sessile droplets. *Pest Management Science*, 68(2), 231–239. <https://doi.org/10.1002/ps.2250>
- Indriani, F., Sarbino, S., & Syahputra, E. Efektivitas Herbisida Campuran Cyhalofop-Butyl dan Pyribenzoxim Terhadap Gulma *Spenochlea zeylanica*, *Leptochloa chinensis*, dan *Fimbristylis milliacea*. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 12(4), 1050-1060.
- Ismiasih, I. (2023). Faktor penentu produksi kelapa sawit rakyat di Provinsi Riau. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 23(2), 211-218. <https://doi.org/10.25181/jppt.v23i2.2726>
- Jarvis, P. D., Bashford, J. D., Sumner -, J. G., Pellissier, L., Wisz, M. S., Strandberg, B., & Damgaard, C. (2014). Herbicide and fertilizers promote analogous phylogenetic responses but opposite functional responses in plant communities Path integral formulation and Feynman rules for phylogenetic branching models Herbicide and fertilizers promote analogous phylogenetic responses but opposite functional responses in plant communities. *Environmental Research Letters Environ. Res. Lett*, 9, 9. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/2/024016>
- Jhala, A., Sandell, L., Sarangi, D., Kruger, G., & Knezevic, S. (2017). Control of glyphosate-resistant common waterhemp (*Amaranthus rudis*) in glufosinate-resistant soybean. *Weed Technology*, 31(1), 32-45. <https://doi.org/10.1017/wet.2016.8>

- Kamarudin, N., & Arshad, O. (2016). Diversity and activity of insect natural enemies of the bagworm (Lepidoptera: Psychidae) within an oil palm plantation in Perak, Malaysia. *Journal of oil Palm research*, 28(3), 296-307.
- Kercher, S. M., Frieswyk, C. B., & Zedler, J. B. (2003). Effects of sampling teams and estimation methods on the assessment of plant cover. *Journal of Vegetation Science*, 14(6), 899–906. <https://doi.org/10.1111/J.1654-1103.2003.TB02223.X>
- Kieloch, R., Sadowski, J., & Domaradzki, K. (2014). Influence of selected soil-climatic parameters and application method of tribenuron methyl on biomass productivity and amino acids content in weeds. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 121(1), 26-31. <https://doi.org/10.1007/bf03356487>
- Koger, C., Stritzke, J., & Cummings, D. (2002). Control of sericea lespedeza (*lespedeza cuneata*) with triclopyr, fluroxypyr, and metsulfuron1. *Weed Technology*, 16(4), 893-900. [https://doi.org/10.1614/0890-037x\(2002\)016\[0893:cosllc\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1614/0890-037x(2002)016[0893:cosllc]2.0.co;2)
- Korav, S., Ram, V., Ray, L. I. P., Krishnappa, R., Singh, N. J., & Premaradhya, N. (2018). Weed Pressure on Growth and Yield of Groundnut (*Arachis hypogaea* L.) in Meghalaya, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(03), 2852–2858. <https://doi.org/10.20546/ijemas.2018.703.328>
- Knezevic, S. Z., Datta, A., Scott, J., & Charvat, L. D. (2009). Adjuvants: Terminology, classification, and mode of action. *Weed Technology*, 23(4), 519-528.
- Krenchinski, F. H., Cesco, V., Castro, E. B., Carbonari, C. A., & Velini, E. D. (2019). Ammonium glufosinate associated with post-emergence herbicides in corn with the cp4-epsps and pat genes. *Planta Daninha*, 37. <https://doi.org/10.1590/s0100-83582019370100042>
- Kurniadie, D., Widayat, D., & Sernita, P. I. (2022). Pengaruh Dosis Herbisida Isopropilamina Glifosat 480 SL untuk Pengendalian Gulma pada Budidaya Tanaman Eukaliptus (*Eucalyptus* sp.). *Jurnal Agrikultura*, 33(2), 208-216.
- Kurniadie, D., Sumekar, Y., & Tajjudin, M. I. (2020). Herbisida Natrium Bispiribak Dosis Rendah Terbukti Efektif Mengendalikan Gulma pada Sistem Tanam Benih Langsung Padi. *Jurnal Kultivasi* Vol, 19(2).
- Kurniadie, D., Sumekar, Y., & Buana, I. (2017). Pengaruh Berbagai Jenis Surfaktan pada Herbisida Glufosinat Terhadap Pengendalian Gulma dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) di Jatinangor The Impact of Several Types of Surfactant In Glufosinate Herbicide on The Weeds Control and Corn (*Zea mays* L.) Yield in Jatinangor. *Jurnal Kultivasi*. Vol, 16(2).

- Larsen, L., Jørgensen, C., & Aamand, J. (2001). Potential mineralization of four herbicides in a ground water-fed wetland area. *Journal of Environmental Quality*, 30(1), 24-30. <https://doi.org/10.2134/jeq2001.30124x>
- Lea, P. J., & Mifflin, B. J. (2010). Nitrogen Assimilation and its Relevance to Crop Improvement. In *Nitrogen Metabolism in Plants in the Post-genomic Era* (Vol. 42, pp. 1–40). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781444328608.ch1>
- Leaper, C., & Holloway, P. J. (2000). *Surfactants and glyphosate activity* †.
- Li, H., Travlos, I., Qi, L., Kanatas, P., & Wang, P. (2019). Optimization of Herbicide Use: Study on Spreading and Evaporation Characteristics of Glyphosate-Organic Silicone Mixture Droplets on Weed Leaves. *Agronomy*. <https://doi.org/10.3390/agronomy9090547>
- Lindemann, I. d. S., Lang, G. H., Dittgen, C. L., Rombaldi, C. V., Elias, M. C., & Vanier, N. L. (2021). Effects of preharvest desiccation using glufosinate-ammonium on quality attributes of freshly harvested and long-term stored soybeans. *ACS Agricultural Science & Technology*, 1(4), 312-321. <https://doi.org/10.1021/acsagscitech.1c00004>
- Lisowsky T., Karlheinz, Esser. (2015). Synergistic composition containing herbicide, organic acid and surfactant.
- Maksuk, M. (2019). Konsentrasi paraquat Dalam Urin Pekerja Akibat Paparan Paraquat Di Perkebunan Kelapa Sawit. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 15(1), 63. <https://doi.org/10.30597/mkmi.v15i1.5910>
- Maulana, A., Susanto, H., Pujiswanto, H., & Sriyani, N. (2023). Uji Sifat Campuran Herbisida Berbahan Aktif 2, 4-D Dimetil Amina+ Isopropilamina Glifosat terhadap Gulma *Ottocloa nodosa*, *Cyperus rotundus*, dan *Praxelis clematidea*. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 23(1), 64-72. <https://doi.org/10.25181/jppt.v23i1.2294>
- McMullan, P. M. (2000). Utility adjuvants. *Weed Technology*, 14(4), 792-797.
- Meliansyah, R., Kurniawan, W., Hartati, S., & Puspasari, L. T. (2023). Pemanfaatan Babadotan Sebagai Sumber Pestisida Nabati yang Berpotensi untuk Mengendalikan Hama dan Penyakit pada Tanaman Padi Di Desa Cileungsir dan Cisonrol. *Agrikultura Masyarakat Tani*, 1(1), 42-50.
- Merly, S. L., Pangaribuan, R. D., & Ndawi, B. M. (2023). Struktur komunitas tumbuhan air di Rawa Mayo, Distrik Kurik, Provinsi Papua Selatan. *AGRICOLA*, 13(2), 110-121.
- Mithila J, G. (2013). Understanding genetics of herbicide resistance in weeds: implications for weed management. *Advances in Crop Science and Technology*, 01(04). <https://doi.org/10.4172/2329-8863.1000115>

- Monquero, P. A., Braga, E. N., & Malardo, M. R. (2014). Manejo de *Merremia aegyptia* Com Misturas de Herbicidas Utilizando Diferentes Minas de Guaena Presenã a ou Ausãncia de Palha de Cana-de-acar. *Revista Brasileira de Herbicidas*, 13(2), 88-96.
- Moon, J. and Chun, B. (2015). Serial ammonia measurement in patients poisoned with glufosinate ammonium herbicide. *Human & Experimental Toxicology*, 35(5), 554-561. <https://doi.org/10.1177/0960327115595688>
- Motmainna, M., Juraimi, A. S., Uddin, M. K., Asib, N. B., Islam, A. K. M. M., & Hasan, M. (2021). Bioherbicidal Properties of *Parthenium hysterophorus*, *Cleome rutidosperma* and *Borreria alata* Extracts on Selected Crop and Weed Species. *Agronomy 2021*, Vol. 11, Page 643, 11(4), 643. <https://doi.org/10.3390/AGRONOMY11040643>
- Neto, A., Constantin, J., Júnior, R., Guerra, N., Blainski, É., & Dan, H. (2019). Management of *Sumatran fleabane* after maize harvest in the fallow period shorter than 60 days. *Communications in Plant Sciences*, 8(1). <https://doi.org/10.26814/cps2019009>
- Noguera, M., Porri, A., Werle, I., Heiser, J., Brändle, F., Lerchl, J. & Roma-Burgos, N. (2022). Involvement of glutamine synthetase 2 (GS2) amplification and overexpression in *Amaranthus palmeri* resistance to glufosinate. *Planta*, 256(3). <https://doi.org/10.1007/s00425-022-03968-2>
- Nkoa, R., Owen, M. D. K., & Swanton, C. J. (2015). Weed Abundance, Distribution, Diversity, and Community Analyses. *Weed Science*, 63(SP1), 64–90. <https://doi.org/10.1614/WS-D-13-00075.1>
- Palma-Bautista, C., Vazquez-Garcia, J. G., Travlos, I., Tataridas, A., Kanatas, P., Domínguez-Valenzuela, J. A., & De Prado, R. (2020). Effect of surfaktan on glyphosate effectiveness, retention, absorption and translocation in *Lolium rigidum* and *Coryza canadensis*, *Plants*, 9(3). <https://doi.org/10.3390/plants9030297>
- Pangestu, A., Setiadi, Y., & Arifin, H. S. (2019). Keanekaragaman hayati flora habitat bekantan pada kawasan ekowisata, Kabupaten Tapin, Kalimantan Selatan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 24(4), 359-365.
- Park, S., Kim, D., Park, S., Gil, H., & Hong, S. (2017). Seizures in patients with acute pesticide intoxication, with a focus on glufosinate ammonium. *Human & Experimental Toxicology*, 37(4), 331-337. <https://doi.org/10.1177/0960327117705427>
- Petricka, G., Makiyah, S., & Mawarti, R. (2018). The effect of kelakai (stechnolaena palustris) consumptions on hemoglobin levels among

midwifery students. *Belitung Nursing Journal*, 4(3), 323-328.  
<https://doi.org/10.33546/bnj.395>

Petrović., Isidor, Čeperković., Greg, Kruger. (2019). 1. Effect of surfactants on the efficacy of clethodim and glyphosate tank-mixures in the control of *Abutilon theophrasti* Medik. and *Chenopodium album* L. doi: 10.5937/ACTAHERB1902113P

Ramdan, I. M., Candra, K. P., & Purwanto, H. (2020). Factors associated with cholinesterase level of spraying workers using Paraquat herbicide at oil palm plantation in East Kalimantan, Indonesia. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 19(1), 16-20.

Ramsey, R. J. L., Stephenson, G. R., & Hall, J. C. (2005). A review of the effects of humidity, humectants, and surfactans composition on the absorption and efficacy of highly water-soluble herbicides. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 82(2), 162–175.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2005.02.005>

Räsch, A., Hunsche, M., Mail, M., Burkhardt, J., Noga, G., & Pariyar, S. (2018). Agricultural surfactants may impair leaf transpiration and photosynthetic activity. *Plant Physiology and Biochemistry*, 132, 229–237.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2018.08.042>

Razif Abdullah, M., Zakaria, N., Saiful Ahmad-Hamdani, M., & Shukor Juraimi, A. (2020a). *Evaluation of Herbicide efficacy on weed control and grain yield in rice field under flooded condition* (Vol. 20, Issue 2).

Ricci, G., Fidalgo-Illesca, C., Francini, A., Raffaelli, A., & Sebastiani, L. (2023). Effects of cadmium and glufosinate ammonium contaminated water on wild strawberry plants. *Plant Growth Regulation*, 101(2), 373-384.  
<https://doi.org/10.1007/s10725-023-01024-x>

Sadili, A., Kartawinata, K., Soedjito, H., and Sambas, E. 2018. Tree Species Diversity in a Pristine Montane Forest Previously Untouched by Human Activities in Foja Mountains, Papua, Indonesia. *Reinwardtia* 17(2): 133-154. DOI: 10.14203/reinwardtia.v17i2.3546

Sammons, R. and Gaines, T. (2014). Glyphosate resistance: state of knowledge. *Pest Management Science*, 70(9), 1367-1377. <https://doi.org/10.1002/ps.3743>

Santoso, F., Oktavianti, N., Pandiangan, F., Nion, Y., & Puteri, M. (2022). Application of *Stenochlaena palustris* in black tea and coffee beverages targeting consumers with sugar concern. <https://doi.org/10.2991/absr.k.220101.013>

- Salas-Perez, R., Saski, C., Noorai, R., Srivastava, S., Lawton-Rauh, A., Nichols, R. & Roma-Burgos, N. (2018). Rna-seq transcriptome analysis of *Amaranthus palmeri* with differential tolerance to glufosinate herbicide. *Plos One*, 13(4), e0195488. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195488>
- Serim, A. (2023). The impact of glyphosate isopropylamine salt and glufosinate-ammonium on some soil pathogens causing disease in wheat. *Proceedings of the Bulgarian Academy of Sciences*, 76(11). <https://doi.org/10.7546/crabs.2023.11.17>
- Setiawan, A. N., Sarjiyah, S., & Rahmi, N. (2022). The Diversity and Dominance of Weeds in Various Population Proportions of Intercropping Soybeans With Corn. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 22(2), 177-185.
- Sigalingging, D. R., Sembodo, D. R. S. R., & Sriyani, N. (2014). Efikasi Herbisida Glifosat untuk Mengendalikan Gulma pada Pertanaman Kopi (*Coffea Canephora*) Menghasilkan. *Jurnal Agrotek Tropika*, 2(2).
- Silaban, A. (2016). Uji Efektivitas Herbisida Glufosinat Ammonium Dengan Paraquat Dalam Mengendalikan Gulma *Stenochlaena palustris* Pada Tanaman Kelapa Sawit (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Silva, A., Giraldele, A., Silva, G., Albrecht, A., Albrecht, L., & Filho, R. (2020). The residual effect of metsulfuron on soybean tolerant and non-tolerant to sulfonylureas. *Revista Facultad Nacional De Agronomía Medellín*, 73(2), 9171-9178. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v73n2.79552>
- Situmorang, J. and Hasibuan, R. (2021). An inventory of ferns (*pteridophyta*) in plantation ptpn nusantara 3 rantau prapat district labuhan batu. *Budapest International Research and Critics Institute (Birci-Journal) Humanities and Social Sciences*, 4(2), 3122-3128. <https://doi.org/10.33258/birci.v4i2.2030>
- Slate, M. L., Durham, R. A., Casper, C., Mummey, D. L., Ramsey, P. W., & Pearson, D. E. (2022). No evidence of three herbicides and one surfactant impacting biological soil crusts, *Restoration Ecology*, 31(6). <https://doi.org/10.1111/rec.13802>
- Sondhia, S. (2008). Leaching behaviour of metsulfuron in two texturally different soils. *Environmental Monitoring and Assessment*, 154(1-4), 111-115. <https://doi.org/10.1007/s10661-008-0381-8>
- Spellerberg, I. F., & Fedor, P. J. (2003). A tribute to Claude-Shannon (1916-2001) and a plea for more rigorous use of species richness, species diversity and the “Shannon-Wiener” Index. *Global Ecology and Biogeography*, 12(3), 177–179. <https://doi.org/10.1046/J.1466-822X.2003.00015.X>

- Sumekar, Y. and Widayat, D. (2022). Pengaruh dosis herbisida campuran penoksulam dan pretilaklor terhadap gulma, pertumbuhan dan hasil padi sawah. *Agrivet : Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Dan Peternakan (Journal of Agricultural Sciences and Veteriner)*, 10(2). <https://doi.org/10.31949/agrivet.v10i2.2886>
- Takano, H. K., & Dayan, F. E. (2020). Glufosinate-ammonium: a review of the current state of knowledge. *Pest Management Science*, 76(12), 3911-3925.
- Tayeb, M., Ismail, B., & Jansar, K. (2019). The effect of glufosinate ammonium in three different textured soil types under malaysian tropical environment. *Sains Malaysiana*, 48(12), 2605-2612. <https://doi.org/10.17576/jsm-2019-4812-01>
- Thompson, C. R., Dille, J. A., & Peterson, D. E. (2019). Weed competition and management in sorghum. *Sorghum: State of the Art and Future Perspectives*, (17), 347–360. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr58.2014.0071>
- Tormena, T., Kashiwaqui, M., Maciel, C., Souza, J., Soares, C., Pivatto, R., ... & Karpinski, R. (2016). Control of globe fringerush (*Fimbristylis miliacea*) and selectivity to rice crop irrigated with bispyribac-sodium + metsulfuron-methyl associated with adjuvants. *Arquivos Do Instituto Biológico*, 83(0). <https://doi.org/10.1590/1808-1657000952014>
- Travlos, I., Cheimona, N., & Bilalis, D. (2017). Glyphosate Efficacy of Different Salt Formulations and Surfactant Additives on Various Weeds. <https://doi.org/10.3390/agronomy7030060>
- Umiyati, U. and Kurniadie, D. (2018). Pengendalian gulma umum dengan herbisida campuran (amonium glufosinat 150 g/l dan metil metsulfuron 5 g/l) pada tanaman kelapa sawit TBM. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 26 (1), 29-35. <https://doi.org/10.22302/iopri.jur.jpks.v26i1.59>
- Umiyati, U. (2023). Resistance of eleusine indica to non-selective herbicides in indonesian oil palm plantation. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 24(8). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d240847>
- Utami, S, N, H., Kurniadie, D., & Widayat, D, (2021). Dinamika populasi gulma akibat aplikasi herbisida metil metsulfuron pada padi sawah sistem tanam pindah (tapin) dan tanam benih langsung (tabela). *Agrikultura*, 31(3), 174, <https://doi.org/10,24198/agrikultura,v31i3,29231>
- Widayat, D., Umiyati, U., & Sumekar, Y. (2021). Campuran herbisida IPA glifosat, imazetafir, dan karfentrazon-etil dalam mengendalikan gulma daun lebar, gulma daun sempit, dan teki. *Kultivasi*, 20(1), 47-52. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v20i1.29236>

- Widderick, M., McLean, A., Cook, T., & Davidson, B. (2013). Improved chemical control of *Conyza bonariensis* in wheat limits problems in the following fallow. *Weed Biology and Management*, 13(4), 144-150. <https://doi.org/10.1111/wbm.12021>
- Winter, W. P. de, & Amoroso, VB. (2003). *Plant Resources of South-East Asia*.
- Xia, J., He, D., Zhao, P., & Xiang, C. (2023). Loss of osarf18 confers glufosinate ammonium herbicide resistance in rice. <https://doi.org/10.1101/2023.06.05.543806>
- Xu, L., Zhu, H., Ozkan, H. E., & Thistle, H. W. (2010). Evaporation rate and development of wetted area of water droplets with and without surfactants at different locations on waxy leaf surfakes. *Biosystems Engineering*, 106(1), 58-67
- Ya, P., Bariuan, J., Sta. Cruz, P., Pangga, G., & Khay, S. (2020). Response of lowland weeds and direct-seeded lowland rice (*Oryza sativa* L.) to varying herbicide and surfaktan dose mixtures. *Journal of Research in Weed Science*, 3(3), 270-280. doi: 10.26655/JRWEEDSCI.2020.3.3
- Zhang, Y., Wang, K., Wu, J., & Zhang, H. (2014). Field dissipation and storage stability of glufosinate ammonium and its metabolites in soil. *International Journal of Analytical Chemistry*, 2014, 1-8. <https://doi.org/10.1155/2014/256091>
- Zutah, V,T., Avaala, S,A., Ofori, K,B., Adevu, B,K., Assan, G,Y., Akowuah, D., & Addo, I, (2023). Effect of Demeter Surfactan (*Rizospray extremo*) in Enhancing the Effectiveness of Herbicide Mixtures for Effective Weed Control in a Matured Oil Palm Plantation in Western Ghana, *Journal of Agricultural Science*, <https://doi.org/10,5539/jas,v15n10p58>