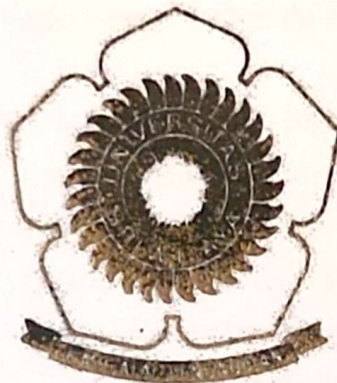


TESIS

**KEANEKARAGAMAN ARTHROPODA PADA
PERTANAMAN PADI (*Oryza sativa*) DIAPLIKASIKAN *Bacillus*
thuringiensis YANG DIPERKAYA DENGAN BIOURIN**

**Diversity of Arthropods in Rice (*Oryza sativa*) Cultivation with
Bacillus thuringiensis Enriched with Biourine**



**Ririn Nurbandini
050126282226007**

**PROGRAM STUDI ILMU TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

SUMMARY

RIRIN NURBANDINI. Diversity of Arthropods in Rice (*Oryza sativa*) Cultivation with *Bacillus thuringiensis* Enriched with Biourine (Supervised by **YULIA PUJIASTUTI, CHANDRA IRSAN**).

The application of insecticides in rice ecosystems not only significantly reduces the population of pest insects but also affects the populations of predatory arthropods, parasitoids, and neutral insects. Therefore, an alternative that is safer for the environment, non-target organisms, and humans is necessary. One such alternative is the use of biological agents, such as the entomopathogenic bacterium *Bacillus thuringiensis*.

The aim of this study was to suppress pest populations in rice plants as well as preserve populations of predatory arthropods and natural enemies. The research was conducted in Muara Enim Regency from July to October 2023. Observations of arthropod diversity and roles in rice fields were carried out using pitfall traps, insect nets, and visual surveys. Agronomic characteristics observed included plant height, number of tillers, and yield. The study used a Randomized Complete Block Design (RCBD) with three treatments: bioinsecticide *B. thuringiensis* enriched with biourine, synthetic insecticide with active ingredient abamectin, and a control, each repeated five times every two weeks. The results showed that the Shannon-Wiener diversity index (H') for the application of *B. thuringiensis* enriched with biourine was 3.31, for the synthetic insecticide was 2.51, and for the control was 3.11. The application of *B. thuringiensis* enriched with biourine influenced plant height, number of tillers, and crop yield. Based on observations using pitfall traps and insect nets, the highest number of species was found in the orders Coleoptera and Hemiptera.

Keyword : *Bacillus thuringiensis*, biourine, Diversity, Pitfall trap, Rice growth.

RINGKASAN

RIRIN NURBANDINI. Keanekaragaman Arthropoda pada Pertanaman Padi (*Oryza sativa*) Diaplikasikan *Bacillus thuringiensis* yang Diperkaya Biourine (Dibimbing oleh **YULIA PUJIASTUTI, CHANDRA IRSAN**).

Penyemprotan insektisida pada ekosistem padi tidak hanya mengurangi populasi serangga hama secara signifikan tetapi juga populasi artropoda predator, parasitoid, dan serangga netral. Oleh karena itu perlu alternatif lain yang lebih aman untuk lingkungan, organisme non target serta manusia. Salah satu alternatif dengan agen hayati menggunakan bakteri *Bacillus thuringiensis* yang bersifat entomopatogenik. Tujuan penelitian untuk menekan populasi hama tanaman padi dan arthropoda predator dan musuh alami.

Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Muara Enim pada bulan Juli – Oktober 2023. Pengamatan keanekaragaman dan peran arthropoda dipertanaman padi menggunakan *Pitfall trap*, jaring serangga dan visual. Pengamatan sifat agronomis tanaman padi berupa tinggi tanaman, jumlah anakan padi dan hasil produksi. Penelitian ini menggunakan rancangan acak Kelompok (RAK) dengan 3 perlakuan yang terdiri dari perlakuan bioinsektisida *B. thuringiensis* yang diperkaya biourin, Insektisida sintesis berbahan aktif *abamectin* dan kontrol diulang sebanyak 5 kali setiap 2 minggu sekali. Hasil penelitian menunjukkan nilai indeks keanekaragaman Shanon- Winner (H') aplikasi Bioinsektisida *B. thuringiensis* yang diperkaya biourin 3,31 Insektisida sintesis 2,51 dan kontrol 3,11. Aplikasi menggunakan bioinsektisida *B. thuringiensis* yang diperkaya biourine berpengaruh terhadap tinggi tanaman, jumlah anakan padi dan hasil produksi. Pada pengamatan menggunakan *pitfall trap* dan jaring serangga jumlah spesies terbanyak diperoleh dari ordo Coleoptera dan Hemiptera.

Kata Kunci : *Bacillus thuringiensis*, biourine, Keanekaragaman, *Pitfall trap*, Pertumbuhan padi

TESIS

KEANEKARAGAMAN ARTHROPODA PADA PERTANAMAN PADI (*Oryza sativa*) DIAPLIKASIKAN *Bacillus* *thuringiensis* YANG DIPERKAYA DENGAN BIOURIN

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Magister Sains
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



Ririn Nurbandini
050126282226007

**PROGRAM STUDI ILMU TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

KEANEKARAGAMAN ARTHROPODA PADA PERTANAMAN PADI (*Oryza sativa*) DIAPLIKASIKAN *Bacillus thuringiensis* YANG DIPERKAYA DENGAN BIOURIN

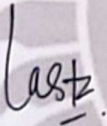
TESIS

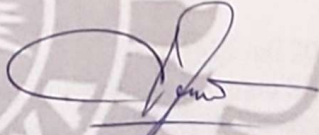
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Magister Sains pada
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

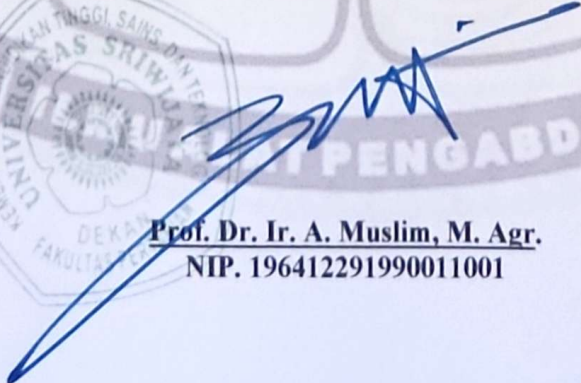
Ririn Nurbandini
050126282226007

Indralaya, Juli 2025
Pembimbing


Prof. Dr. Ir. Yulia Pujiastuti, M.S
NIP. 196205181987032002


Dr. Ir. Chandra Irsan, M.Si.
NIP. 196502191989031004

Mengetahui
Dekan Fakultas Pertanian


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

Tesis dengan judul “Keanekaragaman Arthropoda pada Pertanaman Padi (*Oryza sativa*) Diaplikasikan *Bacillus thuringiensis* yang Diperkaya Biourine” oleh Ririn Nurbandini telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal Juli 2025 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

1. Prof. Dr. Ir. Yulia Pujiastuti, M.S Ketua
NIP. 196205181987032002

(last)

2. Dr. Ir. Chandra Irsan, M.Si Sekretaris
NIP. 196502191989031004

([Signature])

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

([Signature])

4. Dr. Ir. Harman Hamidson, M.P Penguji
NIP. 196207101988111001

([Signature])

Indralhya, Juli 2025
Koordinator Program Studi
Magister Ilmu Tanaman

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

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Judul Penelitian : Keanekaragaman Arthropoda pada Pertanaman Padi (*Oryza sativa*) Diaplikasikan *Bacillus thuringiensis* yang Diperkaya Biourine
NIM : 050126822260007

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam tesis ini merupakan hasil penelitian saya sendiri dibawahh supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sembernya. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

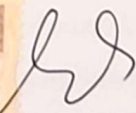
Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapatkan paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, Juli 2025

Yang membuat pernyataan




Ririn Nurbandini

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Ririn Nurbandini, lahir pada tanggal 24 Juni 1997 di Ujan Mas Baru, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan, dari pasangan Bapak Subandi dan Ibu Nurseha. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara, dengan dua adik, yaitu Rinda Nurbandini (adik perempuan) dan Roris Nursyahbandiah (adik laki-laki). Penulis beragama Islam.

Pendidikan dasar ditempuh di SD Negeri 1 Ujan Mas Baru, dan diselesaikan pada tahun 2010. Kemudian melanjutkan ke SMP Negeri 1 Ujan Mas dan lulus pada tahun 2013, dilanjutkan ke SMA Negeri 1 Ujanmas dan lulus pada tahun 2016.

Pada tahun yang sama, penulis diterima di Universitas Sriwijaya, Fakultas Pertanian, Program Studi Proteksi Tanaman, dan berhasil menyelesaikan studi Strata 1 (S1) pada tahun 2020. Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang Pascasarjana pada tahun 2022, di Program Studi Ilmu Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.

Selama menjalani masa studi, penulis aktif dalam kegiatan organisasi kemahasiswaan, khususnya di HIMAPRO (Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman), yang memberikan banyak pengalaman dalam pengembangan diri, kepemimpinan, dan kerja sama tim.

Penulisan tesis ini merupakan bagian dari syarat akademik dalam menyelesaikan program studi Magister Ilmu Tanaman di Universitas Sriwijaya.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya.

Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat, dan seluruh umat beliau yang istiqamah mengikuti sunnahnya hingga akhir zaman.

Penyusunan proposal ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, dan kontribusi berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala hormat dan ketulusan, penulis menyampaikan terima kasih kepada: Ibu Prof. Dr. Ir. Yulia Pujiastuti, M.S. dan Bapak Dr. Ir. Chandra Irsan, M.Si., selaku dosen pembimbing tesis, atas arahan, motivasi, serta kesabaran yang sangat banyak untuk penulis.

Seluruh dosen dan staf administrasi di Program Studi Ilmu Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, yang telah memberikan ilmu, pengalaman, dan pelayanan akademik yang mendukung selama masa studi.

Penulis juga menyampaikan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada Rektor Universitas Sriwijaya, atas dukungan pendanaan melalui Skema Hibah Profesi Universitas Sriwijaya Tahun 2023 dengan nomor 0188/UN9.3.1/SK/2023 tanggal 18 April 2023, yang telah memberikan kontribusi nyata terhadap kelancaran pelaksanaan penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa proposal ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan ke depan.

Semoga proposal ini dapat memberikan manfaat, baik secara akademik maupun praktis, serta menjadi landasan awal dalam menghasilkan penelitian yang bernilai bagi pengembangan ilmu pertanian.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Indralaya, Juli 2025

Ririn Nurbandini

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Hipotesis	3
1.5 Manfaat	3
BAB II.....	4
2.1 Padi (<i>Oryza sativa</i>)	4
2.1.1 Klasifikasi Padi <i>Oryza sativa</i>	4
2.1.2 Morfologi Padi <i>Oryza sativa</i>	4
2.1.3 Syarat Tumbuh Padi.....	5
2.2. Keanekaragaman Serangga Padi.....	6
2.2.1. Konsep Keanekaragaman Serangga.....	6
2.2.2. Serangga Hama Tanaman Padi	6
2.2.2.1. Penggerek Batang Padi	6
2.2.2.2. Ulat Grayak	7
2.2.2.3. Wereng Cokelat	9
2.2.2.4. Walang Sangit	10
2.2.2.5. Lalat Bibit	11
2.2.3. Serangga Predator	12
2.3. Pengendalian Hama	12
2.3.1. <i>Bacillus thuringiensis</i>	13
2.3.2. Klasifikasi dan Morfologi <i>Bacillus thuringiensis</i>	13
2.3.3. Mekanisme Toksisitas.....	14

5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN.....	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Morfologi Padi <i>Oryza sativa</i>	5
2.2 Gejala Penggerek Batang Padi dan Siklus Hidup Penggerek Batang Padi	7
2.3 Siklus Hidup <i>Sposoptera litura</i> (Wahyuni et al 2023)	8
2.5 Siklus Hidup Wereng Coklat dan Gejala Serangan	10
2.6 Morfologi imago dan Gejala yang ditimbulkan Walang Sangit (Sari, et al 2022)	11
2.7 Morfologi dan Gejala Serangan Lalat Bibit (Tunggali, et al 2021).....	12
2.8 Mekanisme Toksisitas.....	14
4.1 Peran Kelimpahan Arthropoda dipetak Perlakuan <i>Bacillus thuringiensis</i> Pestisida sinteti, Kontrol	25
4.2 Spesies arthropoda yang ditemukan di permukaan padi yang diaplikasikan <i>Bacillus thuringiensis</i> yang diperkaya biourine, insektisida sintetis dan kontrol. <i>Coelicerca didyma</i> (A), <i>Diplacodes trivialis</i> (jantan) (B), <i>Diplacodes trivialis</i> (betina) (C), <i>Trithemis aurora</i> (Betina) (D), <i>Brachythemis contaminata</i> (E), <i>Orthetrum sabina</i> (F), <i>Pantala</i> sp (G), (H), (I) <i>Tetraganatha javana</i> (J) <i>Oxypes japanus</i> (K) <i>Salticidae</i> (L), (M), <i>Paederus fuscipes</i> (N), <i>Ophionea nigrofasciata</i> (O), <i>Atherigona oryzae</i> (P), <i>Spodoptera</i> sp. (Q), (R), <i>Leptocorisa acuta</i> (S), <i>Micraspis inops</i> (T), <i>Scirphophaga incertula</i> (imago) (U), <i>Scirphophaga intercular</i> Larva.....	29

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. karakteristik lokasi penelitian dengan tiga perlakuan berbeda	19
4.1 Arthropoda dipetak perlakuan Bioinsektisida <i>Bacillus thuringiensis</i> , Insektisida Sintetik, Kontrol	23
4.2 Keanekaragaman Arthropoda yang Terperangkap di <i>Pitfall trap</i> Petak Perlakuan Bioinsektisida <i>Bacillus thuringiensis</i> , Insektisida Sintetik, Kontrol.....	27
4.3 Tinggi Tanaman Padi Pada Perlakuan Sebelum dan Sesudah diaplikasikan Bioinsektisida <i>Bacillus thuringiensis</i> yang diperkaya biourine, Insektisida Sintetik dan Kontrol.....	31
4.4 Jumlah Anakan Padi Pada Perlakuan Sebelum dan Sesudah diaplikasikan Bioinsektisida <i>Bacillus thuringiensis</i> yang diperkaya biourine, Insektisida Sintetik dan Kontrol.....	33
5. Produksi Padi Pada Perlakuan Sebelum dan Sesudah diaplikasikan Bioinsektisida <i>Bacillus thuringiensis</i> yang diperkaya biourine, Insektisida Sintetik dan Kontrol	35

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Kelimpahan Arthropoda dipetak perlakuan Bioinsektisida <i>Bacillus thuringiensis</i> yang diperkaya dengan biourine, Pestisida Sintetik, Kontrol Arthropoda Perlakuan Bioinsektisida	47
2. Keanekaragaman Spesies Arthropoda yang Terperangkap di <i>Pitfall trap</i> Petak Perlakuan Bioinsektisida <i>Bacillus thuringiensis</i> , Insektisida Sintetik, Kontrol.....	50
3. Peubah Agronomis Tinggi Tanaman	55
4. Peubah Agronomis Jumlah Anakan.....	57
5. Peubah Agronomis Jumlah Produksi Padi	60

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Laju produktivitas padi tahun 2022 di Sumatera Selatan tercatat sekitar 5,5 ton per ha untuk musim tanam utama. Tahun 2023 hasil produktivitas mengalami penurunan hingga 0,5 ton per ha. Tanaman padi (*Oryza sativa*) rentan terhadap berbagai jenis hama yang dapat merusak tanaman dan mengurangi hasil panen secara signifikan (Sayuthi *et al.*, 2020). Serangga tanaman padi dapat dibedakan menjadi beberapa kelompok, termasuk serangga, penyakit, dan nematoda, yang dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman padi, mulai dari akar, batang, daun, hingga bulir (Hajjar *et al.*, 2023). Penurunan produktivitas padi juga dipengaruhi oleh kurangnya pupuk sehingga penyerapan nutrisi padi kurang maksimal (Bitew *et al.*, 2024). Ulat grayak (*Spodoptera litura*) adalah larva dari ngengat yang memakan 63 spesies tanaman yang termasuk tanaman padi (Srivastava *et al.*, 2018). Serangan ulat grayak dapat menyebabkan daun berlubang sehingga mengurangi kemampuan fotosintesis tanaman dan mengganggu pertumbuhan dan produksi padi (Vashisth, 2017).

Musuh alami mempunyai peran penting dalam mengurangi populasi hama (Riddick, 2022) pada tanaman padi sawah terutama arthropoda yang berperan sebagai predator dan parasitoid (Pradhana *et al.*, 2014). Predator merupakan organisme yang sepanjang hidupnya hidup secara bebas, memakan mangsanya. Predator biasanya berukuran lebih besar daripada mangsanya, dan memerlukan banyak mangsa untuk menyelesaikan perkembangan hidupnya (Pradhana *et al.*, 2014).

Populasi arthropoda dapat dijadikan sebagai spesies bioindikator ekologis (Sulistyorini *et al.*, 2023) dikarenakan kelompok ini sangat sensitif terhadap gejala perubahan dan tekanan lingkungan akibat aktifitas manusia atau akibat kerusakan sistembiotik. Populasi arthropoda herbivor di lahan setiap waktu mengalami masa fluktuatif, tergantung pada predator, parasitoid, dan polinator yang dapat menghambat populasi arthropoda herbivor. Keanekaragaman musuh alami padi

fase-fase tertentu mampu memangsa dan memparasit hama (Jeavons *et al.*, 2023)

Bahaya penggunaan pestisida yang terus menerus dapat merusak lingkungan serta kesehatan manusia (Jepson *et al.*, 2020 Indiaty & Marwoto, 2017) dan mengurangi kelimpahan predator (Yudiawati & Pertiwi, 2020). Penyemprotan insektisida pada ekosistem padi menggunakan abamectin (Herlinda *et al.*, 2020) tidak hanya mengurangi populasi serangga hama secara signifikan tetapi juga populasi arthropoda predator, parasitoid, dan serangga netral (Herlinda *et al.*, 2020). Oleh karena itu perlu alternatif lain yang lebih aman untuk lingkungan, organisme non target serta manusia. Salah satu alternatif dengan agen hayati menggunakan bakteri *B. thuringiensis* yang bersifat entomopatogenik (Bahagiawati, 2019)

B. thuringiensis adalah bakteri yang hidup di tanah dan bersifat toksik bagi serangga hama. Spora dan protein yang dihasilkan *B. thuringiensis* pada tahap sporulasi bersifat toksik dan mematikan bagi serangga target secara selektif (Guerrero, 2023). Bakteri *B. thuringiensis* ini akan menghasilkan protein beracun yang memparasit system pencernaan serangga hama (Kumar *et al.*, 2021) dengan mencampurkan kandungan urine sapi dan molase yang memberikan kandungan nitrogen dari urine sapi (Istiqomah *et al.*, 2022) yang mendukung pertumbuhan daun sementara molase menyediakan energi untuk mikroba yang membantu memecah bahan organik menjadi nutrisi yang tersedia untuk tanaman serta meningkatkan aktivitas mikroba dan meningkatkan efektivitas agens hayati dalam mengatasi pathogen tanaman.

Namun demikian, penggunaan agens hayati dalam sistem pertanian juga perlu dievaluasi dampaknya terhadap keanekaragaman arthropoda, yang berperan penting dalam ekosistem sawah, baik sebagai predator, parasitoid, penyerbuk, maupun dekomposer. Keanekaragaman arthropoda dapat menjadi indikator penting dalam menilai keberlanjutan suatu teknologi pertanian ramah lingkungan.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji keanekaragaman arthropoda pada pertanaman padi yang diaplikasikan *B. thuringiensis* yang diperkaya dengan biourin, sebagai upaya mendukung pertanian berkelanjutan dan ramah lingkungan.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh aplikasi *B. thuringiensis* yang diperkaya dengan biourine terhadap keanekaragaman arthropoda.
2. Bagaimana Pengaruh aplikasi *B. thuringiensis* yang diperkaya dengan biourine terhadap pertumbuhan dan produksi padi.

1.3. Tujuan

1. Mempelajari dampak aplikasi *B. thuringiensis* yang diperkaya dengan biourine terhadap keanekaragaman arthropoda tanaman padi.
2. Mempelajari dampak aplikasi *B. thuringiensis* yang diperkaya dengan biourine terhadap pertumbuhan dan produksi padi.

1.4. Hipotesis

1. diduga *B. thuringiensis* yang diperkaya dengan biourine tidak menekan keanekaragaman arthropoda tanaman padi
2. Diduga aplikasi *B. thuringiensis* yang diperkaya dengan biourine dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produksi padi.

1.5. Manfaat

Penelitian ini diharapkan bisa memberikan informasi mengenai keanekaragaman dan pertumbuhan padi yang diaplikasikan *B. thuringiensis* yang diperkaya biourin.

DAFTAR PUSTAKA

- Asiva Noor Rachmayani. (2023). Pengendalian Hayati Lalat Bibit *Atherigona Exigua* Dengan Nematoda Entomopatogen *Heterorhabditis indicus* dan *Steinernema sp.*
- Adraneda, K. J. G., Herrera, A. G., Sanchez, J. F. J., Gonzaga, A. P. H., Magsico, J. M., De Oca, P. R. R., Bello, G. E., & Marquez, L. (2024). Oviposition behavior of yellow stem borer (*Scirpophaga incertulas*) and rice bug (*Leptocoris oratorius*).
- Azmi, F., Putra, R. H., & Zulkarnain, A. (2020). Pengaruh waktu tanam terhadap pertumbuhan dan hasil padi sawah (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Agrosains dan Teknologi*, 5(2), 112–119.
- Gunaeni, N. (2023). Konsep hama dan dinamika populasi serangga. *Ilmu Pertanian*, 5–6.
- Mutamimah, F., & Dr. Ir. Witjaksono, M.Sc.; Dr. Ir. Nugroho Susetya Putra, M. S. (2024). Siklus Hidup Wereng Batang Cokelat (*Nilaparvata Lugens*) dari Populasi Kulon Progo, Yogyakarta di Laboratorium.
- Permana, P., Ramadhan, R. A. M., & Isnaeni, S. (2024). Identifikasi Keanekaragaman Serangga Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) di Kecamatan Taman Sari Kota Tasikmalaya. *Agrisaintifika: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 8(1), 81–91.
- Sembiring, J. A., & Mendes, J. A. (2022). Padat Populasi Wereng Batang Coklat (*Nilaparvata lugens*) dan Wereng Hijau (*Nephotettix virescens*) pada Tanaman Padi Varietas Inpara 2 di Kampung Bokem Kabupaten Merauke Papua. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 19(2), 201–207.
- Senewe, R. E., Permatasari, S., & Pesireron, M. (2020). Respon Hama Wereng Coklat *Nilaparvata lugens* Stal. (Hemiptera: Delphacidae) Terhadap Ketahanan Dan Kerentanan Varietas Padi. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 16(1), 51–55.
- Sianipar, M. S., Djaya, L., Santosa, E., Soesilohadi, R. H., Natawigena, W., Ardiansyah, D., & Ardiansyah, M. (2022). Populasi Hama Wereng Batang Coklat (*Nilaparvata Lugens* Stal.) Jurnal Agrikultura, 26(2), 111–121.
- Wahyuni, E. S. (2020). Pertumbuhan Lalat Buah *Atherigona exigua* Pada Berbagai Media. *Jurnal Visi Ilmu Pendidikan*, 12(1).

- Aisyah, S., Sunarlim, N., & Solfan, B. (2023). Pengaruh urine sapi terfermentasi dengan dosis dan interval pemberian yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Agroteknologi*, 2(1), 1–5.
- Al Mu'min, M. I., Joy, B., & Yuniarti, A. (2016). Dinamika Kalium Tanah dan Hasil Padi Sawah (*O. sativa* L.) akibat Pemberian NPK Majemuk dan Penggenangan pada *Fluvaquentic Epiaquepts*. *SoilREns*, 14(1), 11–15.
- Almuziree, R. S. A. (2023). The Effect of Sugar Replacement with Different Proportions of Khalas Date Powder and Molasses on the Nutritional and Sensory Properties of Kleicha. 1–16.
- Andita, R. P., Khumairoh, U., Guritno, B., & Ain, N. (2016). Kajian pertumbuhan vegetatif tanaman padi (*O. sativa* L .) terhadap tingkat kompleksitas sistem pertanian yang berbeda. *Jurnal Produksi Tanaman*, 4(8), 624–630.
- Aronson, A. I., & Shai, Y. (2023). Why *Bacillus thuringiensis* insecticidal toxins are so effective: Unique features of their mode of action. *FEMS Microbiology Letters*, 195(1).
- Astuti, D. T., Pujiastuti, Y., Suparman, S. H. K., Damiri, N., Nugraha, S., Sembiring, E. R., & Mulawarman. (2018). Exploration of *Bacillus thuringiensis* Berl. from soil and screening test its toxicity on insects of Lepidoptera order. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 102(1).
- Bahagiawati. (2019). Penggunaan *Bacillus thuringiensis* sebagai bio-insektisida. *Buletin Agrobio*, 5(1), 21–28.
- Bahagiawati. (2022). Penggunaan *Bacillus Thuringiensis*. *Buletin AgroBio*, 20(1), 99–107.
- Bandameedhi, A., & Mamidala, P. (2022). *Evaluation of the internal morphology of antennal sensilla in Scirpophaga incertulas* for male and female by scanning electron microscopy. *Biosciences Biotechnology Research Asia*, 19(4), 3061–3068.
- Bitew, B., Molla, E., Tadesse, T., & Bekis, D. (2024). Effects of Organic and Inorganic Fertilizers on Soil Properties of Lowland Rice on Vertisols of Fogera District, Northwestern Ethiopia. *American Journal of Applied Chemistry*, 12(3), 64–76.
- Dar, G. H., Bhat, R. A., Mehmood, M. A., & Hakeem, K. R. (2021). Microbiota and biofertilizers, Vol 2: Ecofriendly tools for reclamation of degraded soil environs. *Microbiota and Biofertilizers*, Vol 2: Ecofriendly Tools for Reclamation of Degraded Soil Environs, April, 1–350.

- Dang, C., Lu, Z., Wang, L., Chang, X., Wang, F., Yao, H., Peng, Y., Stanley, D., & Ye, G. (2017). Does Bt rice pose risks to non-target arthropods? Results of a meta-analysis in China. *Plant Biotechnology Journal*, 15(8), 1047–1053.
- Demayo, C. G., Romena, A. T., & Angeles, A. T. (2024). Variability in the biology of the yellow stem borer *Scirpophaga incertulas* from the Philippines. *Asia Pacific Journal of Social Innovation*, 12(2), 51–63.
- Dewi Widyantika, S., & Prijono, S. (2019). Pengaruh Biourine dan Molase Terhadap Sifat Fisik Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Jagung Pada Typic Kanhapludult. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 06(01), 1157–1163.
- Eka Sukmawati. (2014). Efektivitas campuran protoksin *Bacillus thuringiensis* subsp . aizawai dan konidia *Beauveria bassiana* terhadap ulat grayak *spodoptera litura* f. *Teknosains*, 8(1), 19–30.
- Eri Ardana, Ade Mariyam Oklima, I. W. A. (2023). Penggunaan Media Kompos Dikombinasikan dengan Urine Sapi dan Molase pada Padi Sawah *Oryza sativa* *Jurnal Agroteknologi Universitas Samawa*, 3(2), 2023.
- Fitriani, A., Wahyuni, S., & Arifin, M. (2021). Pengaruh sistem tanam jajar legowo terhadap pertumbuhan dan hasil padi sawah. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Pertanian*, 9(2), 113–120.
- Guerrero, G. G. (2023). Sporulation , Structure Assembly , and Germination in the Soil Bacterium *Bacillus thuringiensis* : Survival and Success in the Environment and the Insect Host. 466–491.
- Gomis-Cebolla, J., & Berry, C. (2023). *Bacillus thuringiensis* as a biofertilizer in crops and their implications in the control of phytopathogens and insect pests. *Pest Management Science*, 79(9), 2992–3001.
- Hajjar, M. J., Ahmed, N., Alhudaib, K. A., & Ullah, H. (2023). Integrated Insect Pest Management Techniques for Rice. *Sustainability (Switzerland)*, 15(5).
- Haris, A., Saida, S., Abdullah, A., & Tabrani, T. (2023). Pengaruh Konsentrasi Biourine Sapi Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman (*Brassica juncea* L.). *AGROTEK: Jurnal Ilmiah Ilmu Pertanian*, 7(1), 36–45.
- Hartina, F., Jannah, A., & Maunatin, A. (2022). Fermentasi Tetes Tebu dari Pabrik Gula Pagotan Madiun Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* Untuk Menghasilkan Bioetanol Dengan Variasi PH dan Lama Permentasi. *Alchemy*, 3(1).

- Hasibuan, R., Swibawa, I. G., Hariri, A. M., Pramono, S., Susilo, F. X., & Karmike, N. (2023). Dampak Aplikasi Insektisida Abamectin terhadap Serangga Hama dan Musuh Alami pada Padi *Oryza sativa* . *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 2(2), 42–46.
- Haq, A. (2021). Pengaruh sistem tanam jajar legowo 2:1 terhadap penggerek batang padi kuning (*Scirpophaga incertulas*) dan musuh alaminya di Kecamatan Juwiring, Klaten. Skripsi. Universitas Sebelas Maret.
- Herdiyanti, H., Eko Sulistyono, & Purwono. (2021). Pertumbuhan dan Produksi Beberapa Varietas Padi (*Oryza sativa*) pada Berbagai Interval Irigasi. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 49(2), 129–135.
- Herlinda, S. (2020). Pemanfaatan Musuh Alami untuk Pengendalian Hayati Hama Tanaman Pangan dan Sayuran Guna Mendukung Keberhasilan Pertanian Organik. Seminar Nasional Lahan Suboptimal Ke-8 Tahun 2020, 46, 39–46.
- Herlinda, S., Prabawati, G., Pujiastuti, Y., Susilawati, Karenina, T., Hasbi, & Irsan, C. (2020). Herbivore insects and predatory arthropods in freshwater swamp rice field in South Sumatra, Indonesia sprayed with bioinsecticides of entomopathogenic fungi and abamectin. *Biodiversitas*, 21(8), 3755–3768.
- Ibrahim, M. A., Griko, N., Junker, M., & Bulla, L. A. (2022). *Bacillus thuringiensis* A genomics and proteomics perspective. *Bioengineered Bugs*, 1(1), 31–50.
- Imansyah, A. A., & Rodhiya, A. Z. (2020). Pengaruh Kedalaman Tanam Terhadap Pertumbuhan Tanaman Padi Pandan Putri. *Pro-STek*, 1(2), 89.
- Ilhamiyah, I., Kirnadi, A. J., Yanto, A., & Gazali, A. (2021). Pemanfaatan Limbah Urine Sapi Sebagai Pupuk Organik Cair (Biourine). *Jurnal Pengabdian Al-Ikhlas*, 7(1), 114–123.
- Indiati, S. W., & Marwoto, M. (2017). Penerapan Pengendalian Hama Terpadu (Pht) Pada Tanaman Kedelai. *Buletin Palawija*, 15(2), 87.
- Isnaeni, S. J., & Masnilah, R. (2020). Identifikasi penyebab penyakit busuk bulir bakteri pada tanaman padi (*Oryza sativa*) dan pengendaliannya menggunakan isolat *Bacillus spp.* secara in vitro. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropis*, 1(1), 14.
- Istiqomah, I., Eka Kusumawati, D., Dita Serdani, A., & Abdul Choliq, F. (2022). Pemanfaatan Limbah Jerami, Sekam, dan Urine Sapi sebagai Pupuk Organik untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Produksi Padi. *VIABEL: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Pertanian*, 16(2), 101–113.

- Jeavons, E., Lann, C. Le, & Baaren, J. Van. (2023). Interactions between natural enemies and pollinators : combining ecological theory with agroecological management.
- Jepson, P. C., Murray, K., Bach, O., Bonilla, M. A., & Neumeister, L. (2020). Selection of pesticides to reduce human and environmental health risks: a global guideline and minimum pesticides list. *The Lancet Planetary Health*, 4(2), e56–e63.
- Kalay, A. M., Sesa, A., Siregar, A., & Talahaturuson, A. (2020). Efek Aplikasi Pupuk Hayati terhadap Populasi Mikroba dan Ketersediaan Unsur Hara Makro pada Tanah Ultisol. *Agrologia*, 8(2), 63–70.
- Karenina, T., Herlinda, S., Irsan, C., & Pujiastuti, Y. (2019). Abundance and species diversity of predatory arthropods inhabiting rice of refuge habitats and synthetic insecticide application in freshwater swamps in South Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 20(8), 2375–2387.
- Kay, D., & Warren, S. C. (1968). Sporulation in *Bacillus subtilis*. Morphological changes. *The Biochemical Journal*, 109(5), 819–824.
- Khudra, I. A. (2011). Isolasi Bakteri *Bacillus thuringiensis* Dari Tanah dan Pengujian Toksisitasnya Terhadap Ulat Grayak (*Spodoptera litura*).
- Kinasih, I., Tri, C., & Zhia, R. A. (2017). Perbedaan Keanekaragaman Dan Komposisi Dari Serangga Permukaan Tanah Pada Beberapa Zonasi Di Hutan Gunung Geulis Sumedang. *Jurnal Eksperimen*, 03(1), 1–10.
- Kumar, P., Kamle, M., Borah, R., Mahato, D. K., & Sharma, B. (2021). *Bacillus thuringiensis* as microbial biopesticide: uses and application for sustainable agriculture. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 31(1).
- Ling, A. X. R., Kuok, F. S. Y., Hamsein, N. N., & Hui, C. Y. (2020). Oviposition behaviour of *Scirpophaga incertulas* (Walker) (Lepidoptera: Crambidae) on Sarawak rice landraces.
- Lu, Z., Dang, C., Wang, F., Liu, Z., Chen, J., Wang, Y., Yao, H., Fang, Q., Peng, Y., Gatehouse, A. M. R., Hua, H., & Ye, G. (2020). Does long-term Bt rice planting pose risks to spider communities and their capacity to control planthoppers? *Plant Biotechnology Journal*, 18(9), 1851–1853.
- Loutfi, H., Fayad, N., Pellen, F., Jeune, B. Le, Chakroun, M., Benfarhat, D., Lteif, R., Kallassy, M., Brun, G. Le, & Abboud, M. (2021). Morphological study of *Bacillus thuringiensis* crystals and spores. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(1).

- Made, sudana I., Susanta, W. A., Ngurah, R. G., & Sudiarta, P. (2010). Pemanfaatan Biourine Sebagai Biopestisida dan Pupuk Organik Dalam Usaha Budidaya Tanaman Sawi Hijau (*Brassica rapa* var. parachinensis L) Organik. *Penelitian*, 175.87, 1–32.
- Mariyono, J., & Pawukir, E. s. (2023). Hubungan Antara Penggunaan Pestisida dan Dampak Kesehatan. *Manusia Dan Lingkungan*, 9(3), 126–136.
- Megasari, R. (2023). Aplikasi Biourine dan Sistem Tanam Pada Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.) Biourin Applications and Cropping Systems In Paddy Rice (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 11(2).
- Nurbani, N., & Pebriandi, A. (2023). Pengaruh Jarak Tanam Sistem Tanam Jajar Legowo Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Padi Varietas Inpari Ir Nutri Zinc. *Agrifor*, 22(1), 143.
- Nurlaela. (2017). Keragaman Jenis Laba-laba (Artropoda : Araneae) di Kelurahan Samata Kabupaten Gowa Skripsi. *Skripsi*, 21–22.
- Palit, G. P., Pinaria, B. A. N., & Meray, E. R. M. (n.d.). Populasi dan Intensitas Serangan Larva *Spodoptera litura* Pada Tanaman Kacang *Arachis hypogaeae* L. di Desa Kanonang Kecamatan Kawangkoan (Population and Intensity Of Larva *Spodoptera litura* to peanuts *Arachis hypogaeae* L at Kanonang Village Kawan.
- Pradhana *et al.* (2014). Keanekaragaman Arthropoda Pada Ekosistem Tanaman Padi Dengan Aplikasi Pestisida. *Agrovital*, 1(1), 6–8.
- Pujiastuti, Y., Gunawan, B., Sulistyani, D. P., Sandi, S., & Sasanti, A. D. (2021). Pemanfaatan Limbah Urin Sapi sebagai Bahan Dasar Pembuatan Bioinsektisida Berbasis *Bacillus thuringiensis* di Desa Sejaro Sakti Kecamatan Indralaya Kabupaten Ogan Ilir. *Jurnal Puruhita*, 3(1), 17–21.
- Purnaningsih, A. (2010). Pengaruh pola tanam padi terhadap populasi hama penggerek batang padi kuning (*Scirpophaga incertulas* Wlk.). Skripsi. Universitas Sebelas Maret.
- Ramadhan, T., Nugroho, S. H., & Lestari, D. (2021). Pengaruh metode tanam terhadap pertumbuhan dan hasil beberapa varietas padi. *Jurnal Agroektanika*, 6(1), 42–50.
- Riddick, E. W. (2022). Topical Collection: Natural Enemies and Biological Control of Plant Pests. *Insects*, 13(5), 13–15.

- Santorum, M., Brancalhão, R. M. C., Guimarães, A. T. B., Padovani, C. R., Tettamanti, G., & dos Santos, D. C. (2019). Negative impact of Novaluron on the nontarget insect *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae). *Environmental Pollution*, 249, 82–90.
- Sari, D. E., Arma, R., & Kurniawan, M. E. (2022). Morfologi dan Biologi Hama *Leptocorisa acuta* pada Tanaman Padi. *Tarjih Agriculture System Journal*, 2(2), 135–139.
- Sawit, K., Guineensis, E., Pada, J., Utama, P., & Tanah, D. (2017). Aplikasi Kompos TKKS Dan Berbagai Dosis Pupuk Majemuk Untuk Meningkatkan Hara N, P, Dan K Serta Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis Jacq.*) Pada Pembibitan Utama Di Tanah Ultisol. 5(3), 500–507.
- Sayuthi, M., Hanan, A., Muklis, & Satriyo, P. (2020). Distribusi Hama Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) pada Fase Vegetatif dan Generatif di Provinsi Aceh. *Jurnal Agroecotenia*, 3(1), 1–10.
- Shiddiqi, M. H., Hermanto, S., & Jusuf, E. (2013). Eksplorasi Protein Toksin *Bacillus thuringiensis* dari Tanah di Kabupaten Tangerang. *Jurnal Kimia VALENSI*, 3(1).
- Siswanto, B. (2021). Sebaran Unsur Hara N, P, K Dan Ph Dalam Tanah. *Buana Sains*, 18(2), 109.
- Soleh, I. B., Andriani, A. S., Mulyani, S., & Historiawati. (2018). Uji efektivitas fermentasi molase sebagai antraktan nyamuk dengan metode eksplorasi. *Jurnal Ilmu Pertanian Tropika Dan Subtropika*, 3(2), 43–45.
- Srivastava, K., Sharma, D., Anal, A., & Sharma, S. (2018). Integrated Management of *Spodoptera litura*: A Review. *International Journal of Life-Sciences Scientific Research*, 4(1), 2–5.
- Sulistiyorini, E., Laila, A., & Jiedny, Z. (2023). Identifikasi Arthropoda Tanah Pada Lahan Tanaman Daun Bawang Identification of Soil Arthropods on *Allium Fistulosum* Fields. 25(April), 1–6.
- Supriadi, S. (2022). Kesuburan Tanah Di Lahan Kering Madura. *Embryo*, 4(2), 124–131.
- Susilawati, E., Syahroni, I., & Rahmawati, D. (2020). Efisiensi penggunaan metode tanam jarak legowo terhadap jumlah anakan dan hasil padi. *AgroScience Journal*, 7(1), 33–39.
- Suwarno, Maridi, & Sari, D. P. (2015). Uji Toksisitas Isolat Kristal Protein *Bacillus thuringiensis* (Bt) sebagai Agen Pengendali Hama Terpadu Wereng Hijau

(*Nepotettix virescens*) Vektor Penyakit Tungro sebagai Upaya Peningkatan Ketahanan Pangan Nasional. *Bioedukasi*, 8, 16–19.

SUWARNO, S., MARIDI, M., & SARI, D. P. (2015). Uji Toksisitas Isolat Kristal Protein *Bacillus thuringiensis* (Bt) sebagai Agen Pengendali Hama Terpadu Wereng Hijau (*Nepotettix virescens*) Vektor Penyakit Tungro sebagai Upaya Peningkatan Ketahanan Pangan Nasional. *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(1), 16.

Syafruddin, Nurhayati, & Wati, R. (2012). Pengaruh Jenis Pupuk Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Beberapa Varietas Jagung Manis. *J. Floratek* 7: 107 - 114, 7, 107–114.

Tampubolon, D. Y., Pangestiniingsih, Y., Zahara, F., & Manik, F. (2013). Uji Patogenisitas *Bacillus thuringiensis* dan *Metarhizium anisopliae* terhadap Mortalitas *Spodoptera litura* Fabr (Lepidoptera: Noctuidae) di Laboratorium. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 1(3), 783–793.

Tunggali, I. S., Mamahit, J. M. E., & Dien, M. F. (2021). Serangga-Serangga Yang Berasosiasi Pada Persemaian Padi Sawah Di Kecamatan Kotamobagu Timur Kabupaten Bolaang Mongondow. *Eugenia*, 19(1).

Untung santoso, Akhmad Rizali, Y. B. (2023). *Pengaruh Pupuk Organik Cair Urine Sapi Plus Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada (Lactuca sativa L.)*. 19(3).

Utami, D., Halim, A., & Ichsan, C. N. (2020). Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Varietas Padi. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 4(1), 210–218.

Vashisth, S. (2017). Biology and damage potential of *Spodoptera litura* Fabricius on some important greenhouse crops. 25(May), 150–154.

Yudiawati, E., & Pertiwi, S. (2020). Keanekaragaman Jenis Coccinelladae Pada Areal Persawahan Tanaman Padi di Kecamatan Tabir dan di Kecamatan Pangkalan Jambu Kabupaten Merangin. *Jurnal Sains Agro*, 5(1), 1–12.

Wahyuni, Hasnah, & Susanna. (2023). Beberapa aspek biologi dari *Spodoptera litura* litura pada pakan yang berbeda. *Journal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 8(4), 940–952.

Wahyudin, A., Ruminta, R., & Nursaripah, S. A. (2017). Pertumbuhan dan hasil tanaman jagung (*Zea mays* L.) toleran herbisida akibat pemberian berbagai dosis herbisida kalium glifosat. *Kultivasi*, 15(2), 86–91.

- Wardani, A. K., & Eka Pertiwi, F. N. (2023). Produksi Etanol dari Tetes Tebu oleh *Saccharomyces cerevisiae* Pembentuk Flok (NRRL – Y 265). *AgriTECH*, 33(2), 131–139.
- Wati, Y. T., Nurlaelih, E. E., & Santosa, M. (2014). Pengaruh Aplikasi Biourin pada Petumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 2(8), 613–619.
- Widarti, A., Giyanto, G., & Mutaqin, K. H. (2020). Incidence of Bacterial Grain Rot Disease, Identification, and Diversity of *Burkholderia glumae* in Some Rice Varieties in West Java. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 16(1), 9–20.
- Widya pratiwi Prima. (2010). Pemanfaatan Substrat Molasses dan Urea Pada Produksi Biopestisida Oleh Bakteri Endofit (*Pseudomonas putida*) Menggunakan Bioreaktor Kolom Gelembung. *Skripsi Institut Pertanian Bogor*.
- Widyaningrum, D., Sari, R. M., & Santosa, D. A. (2019). Efektivitas metode tanam tabela dan tanam pindah terhadap pertumbuhan padi. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 24(1), 15–22.