

**POTENSI BAKTERI ENTOMOPATOGEN SEBAGAI BIOPESTISIDA
HAMA ULAT GRAYAK *Spodoptera litura***

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 pada Program Studi Biologi



Disusun oleh:
Dina Khairunnisa
20106040052

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2026



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-225/Un.02/DST/PP.00.9/01/2026

Tugas Akhir dengan judul : Potensi Bakteri Entomopatogen sebagai Biopestisida Hama Ulat Grayak Spodoptera litura

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : DINA KHAIRUNNISA
Nomor Induk Mahasiswa : 20106040052
Telah diujikan pada : Rabu, 14 Januari 2026
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Lela Susilawati, S.Pd., M.Si., PhD.
SIGNED

Valid ID: 697bfdca8baa5



Penguji I

Dr. Arifah Khusnuryani, S.Si., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6968971b01ab3



Penguji II

Dr. Eka Sulistiyowati, S.Si., M.A.
SIGNED

Valid ID: 6979496aba31f



Yogyakarta, 14 Januari 2026

UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 697c220de975c



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir
Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Dina Khairunnisa
NIM : 20106040052
Judul Skripsi : Potensi Bakteri Entomopatogen sebagai Biopestisida Hama Ulat Grayak *Spodoptera litura*

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Biologi.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 28 Januari 2026
Pembimbing

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Lela Susilawati, S.Pd., M.Si., PhD.
NIP. 19790127 200901 2 004

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Dina Khairunnisa
NIM : 20106040052
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul **“Potensi Bakteri Entomopatogen sebagai Biopestisida Hama Ulat Grayak *Spodoptera litura*”** adalah hasil karya saya pribadi yang tidak mengandung plagiarisme dan tidak berisi materi yang dipublikasikan atau ditulis orang lain, kecuali bagian-bagian tertentu yang penulis ambil sebagai acuan dengan tata cara yang dibenarkan secara ilmiah.

Jika terbukti pernyataan ini tidak benar, maka penulis siap mempertanggungjawabkan sesuai hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 28 Januari 2026

Yang menyatakan,

A handwritten signature in black ink is placed over a yellow revenue stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text '10000', 'SEPULUH RIBU RUPIAH', and 'METERAI TEMPEL'. A serial number 'DA84DANX245026024' is visible at the bottom of the stamp.

Dina Khairunnisa

NIM. 20106040052

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO

وَمَا تَوْفِيقِي إِلَّا بِاللَّهِ

“Dan tidaklah keberhasilanku melainkan dengan pertolongan Allah.”

— Q.S. Hud 11 : 88

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا اسْتَعِينُوا بِالصَّبْرِ وَالصَّلَاةِ إِنَّ اللَّهَ مَعَ الصَّابِرِينَ

“Wahai orang-orang yang beriman, mintalah pertolongan (kepada Allah) dengan sabar dan shalat. Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar.”

— Q.S. Al-Baqarah 2 : 153

“Yesterday I was clever, so I wanted to change the world. Today I am wise, so I am changing myself.”

— Rumi

I choose to rise, no matter how many times I fall.

Progress is still progress, no matter how slow.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan pertolongan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai kendala dan kesulitan, namun dengan izin Allah SWT serta doa, dukungan, dan motivasi dari berbagai pihak, tugas akhir ini akhirnya dapat diselesaikan. Tugas akhir ini penulis persembahkan kepada kedua orang tua tercinta, Ibu Tohiroh dan (Alm.) Bapak Miftahul Jannah. Terima kasih atas doa, kasih sayang, dan pengorbanan yang tak pernah terputus. Meskipun kehadiran Bapak tidak dapat penulis rasakan secara langsung selama masa penyusunan skripsi ini, cinta, doa, dan nilai-nilai kehidupan yang Bapak tanamkan senantiasa menjadi penguat dan pengiring langkah penulis hingga tahap ini.

Skripsi ini juga penulis persembahkan kepada kakak tercinta Muhammad Yuni Mubashir dan Safita Nurul Hidayati, adik tercinta Agra Alisatul Inayah, serta seluruh keluarga besar. Terima kasih atas doa, dukungan, dan kasih sayang yang senantiasa menyertai perjalanan penulis. Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan dengan limpahan rahmat dan keberkahan.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim,

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Potensi Bakteri Entomopatogen sebagai Biopestisida Hama Ulat Grayak *Spodoptera litura*” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW yang kita harapkan syafaatnya di hari akhir nanti.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai kendala dan kesulitan. Namun, berkat izin Allah SWT serta bantuan, bimbingan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Noorhaidi Hasan, S.Ag., M.A., M.Phil., Ph.D., selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Ibu Dr. Ika Nugraheni Ari Martiwi, S.Si., M.Si., selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Bapak Ardyan Pramudya Kurniawan, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membantu kelancaran penulis selama menempuh masa studi di Program Studi Biologi.
5. Ibu Lela Susilawati, S. Pd., M. Si., PhD., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah meluangkan waktu, memberikan arahan, bimbingan, serta masukan selama proses penyusunan skripsi ini.
6. Ibu Dr. Arifah Khusnuryani, S.Si., M.Si. dan Ibu Dr. Eka Sulistiyowati, S.Si., M.A. selaku Dosen Penguji Skripsi yang telah menguji pada ujian skripsi serta memberikan arahan dan masukan dalam penyempurnaan naskah skripsi ini.
7. Ibu Ethik Susiawati Purnomo, S.Si., dan Bapak Doni Eko Saputro, S.Pd.I., selaku PLP di Laboratorium Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta atas bantuan dan dukungan selama kegiatan penelitian.

8. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan ilmu dan pengalaman selama masa perkuliahan.
9. Kedua orang tua tercinta, Ibu Tohiroh dan (Alm.) Bapak Miftahul Jannah, atas doa, kasih sayang, fasilitas, serta dukungan moral dan materiil yang selalu menyertai langkah penulis.
10. Kakak tercinta Muhammad Yuni Mubashir dan Safita Nurul Hidayati, adik tercinta Agra Alisatul Inayah, serta seluruh keluarga yang selalu memberikan doa dan dukungan.
11. Teman dekat penulis Miftahul Zanah, Erlina Shinta Wati, Desty Adistya, Umi Kifayatul Atqiya yang telah memberikan bantuan, motivasi, dan kebersamaan, serta menjadi tempat berbagi dan pulang selama menjadi anak kos.
12. Teman seperjuangan penelitian skripsi Nurida Anisa Bayth, Amanda Novita Dewi, Kirana Hayati Putri Rila, Krisna Adji Massyahid, Rifki Alif Pratama, dan Alfian Amirur Rizal yang telah membantu dan kebersamaai penulis selama masa penelitian di laboratorium. Serta Aldy Rahman Dharma Putra Sanjaya, Riska Dwi Ardani, dan Nabila Muafi Zico Firdausia yang telah memberikan masukan, bantuan, dan dukungannya.
13. Teman-teman Biologi 2020 yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas kebersamaan dan dukungan selama masa perkuliahan.
14. Teman-teman KKN 111 Kebumen Tegal-Pathuk tersejuk atas kenangan dan kebersamaan 45 hari yang sangat berkesan.
15. Seluruh pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan dalam penulisan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan pihak-pihak yang membutuhkan.

Yogyakarta, 06 Januari 2026

Penulis

POTENSI BAKTERI ENTOMOPATOGEN SEBAGAI BIOPESTISIDA HAMA ULAT GRAYAK *Spodoptera litura*

Dina Khairunnisa

20106040052

ABSTRAK

Ulat grayak *Spodoptera litura* merupakan hama penting yang menyerang berbagai tanaman budidaya dan menimbulkan kerugian ekonomi. Pengendalian hama ini masih banyak mengandalkan insektisida kimia yang berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, kesehatan, dan resistensi hama. Penelitian ini bertujuan mengkaji potensi bakteri entomopatogen yang diisolasi dari bangkai larva *Spodoptera frugiperda* sebagai agen pengendali hayati terhadap larva *S. litura*. Sebanyak tujuh isolat bakteri diuji patogenitasnya terhadap larva instar 3 menggunakan metode *leaf dipping*. Parameter yang diamati meliputi mortalitas larva dan gejala patogenitas, dengan analisis data menggunakan uji Kruskal–Wallis. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan mortalitas larva yang signifikan antar perlakuan. Isolat BUG5 dan BUG4 menunjukkan mortalitas tertinggi, masing-masing sebesar 46,67% dan 40%, disertai perubahan morfologi larva. Isolat BUG4 dan BUG5 masing-masing diduga memiliki kemiripan dengan genus *Enterobacter* dan *Microbacterium*. Penelitian ini menunjukkan bahwa bakteri entomopatogen berpotensi dikembangkan sebagai biopestisida ramah lingkungan untuk pengendalian *S. litura*.

Kata kunci: Bakteri entomopatogen, Biopestisida, Mortalitas larva, *Spodoptera litura*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

POTENSI BAKTERI ENTOMOPATOGEN SEBAGAI BIOPESTISIDA HAMA ULAT GRAYAK *Spodoptera litura*

Dina Khairunnisa

20106040052

ABSTRACT

The tobacco cutworm *Spodoptera litura* is a major pest attacking various cultivated crops and causing significant economic losses. Control of this pest still largely relies on chemical insecticides, which may negatively affect the environment and human health and induce pest resistance. This study aimed to evaluate the potential of entomopathogenic bacteria isolated from dead larvae of *Spodoptera frugiperda* as biological control agents against *S. litura* larvae. Seven bacterial isolates were tested for pathogenicity against third-instar larvae using the leaf-dipping method. Larval mortality and pathogenicity symptoms were observed, and mortality data were analyzed using the Kruskal–Wallis test. The results showed significant differences in larval mortality among treatments. Isolates BUG5 and BUG4 exhibited the highest mortality rates of 46.67% and 40%, respectively, accompanied by distinct pathological symptoms. Based on morphological, physiological, and biochemical characteristics, BUG4 and BUG5 were presumed to be related to the genera *Enterobacter* and *Microbacterium*, respectively. These findings indicate that entomopathogenic bacteria have potential as environmentally friendly biopesticides for controlling *S. litura*.

Keywords: Biopesticide, Entomopathogenic bacteria, Larval mortality, *Spodoptera litura*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	i
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
MOTTO.....	iv
PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian.....	4
D. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Dampak Hama <i>S. litura</i> pada Tanaman.....	5
B. Tanaman Inang yang Terdampak Hama <i>S. litura</i>	8
C. Potensi Bakteri Entomopatogen sebagai Agen Pengendalian Hama	9
BAB III METODE PENELITIAN.....	12
1. Waktu dan Tempat Penelitian	12
2. Alat dan Bahan	12
3. Cara Kerja.....	12
1. Pengambilan Sampel <i>S. frugiperda</i> sebagai Sumber Isolat Bakteri	12
2. Isolasi Bakteri Entomopatogen Dari Ulat Grayak Mati	13
3. Persiapan Kultur Isolat Bakteri	13
4. Persiapan Kontrol Positif.....	13
5. Persiapan Larva <i>S. litura</i> Sebagai Bahan Uji	14
6. Uji Kemampuan Patogenitas Isolat Bakteri Entomopatogen terhadap Larva <i>S. litura</i>	14
7. Karakterisasi dan Identifikasi Isolat Bakteri Entomopatogen Unggul	15

4. Analisis Data	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
A. Hasil.....	19
B. Pembahasan	25
BAB V PENUTUP	32
A. Kesimpulan.....	32
B. Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
CURICULUM VITAE	40
LAMPIRAN	41



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Klasifikasi Ulat Grayak (<i>S. litura</i>).....	6
Tabel 2. Pengamatan karakteristik morfologi tujuh isolat bakteri asal bangkai larva <i>S. frugiperda</i>	20
Tabel 3. <i>Profile Matching</i> isolat bakteri BUG4 dengan genus <i>Enterobacter</i> dan isolat BUG5 dengan genus <i>Microbacterium</i>	24



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tahapan perkembangan <i>Spodoptera litura</i> yang meliputi beberapa fase hidup (A) Fase imago (B) Fase larva instar 1 dan (C) Fase larva instar lanjutan.....	6
Gambar 2. Ilustrasi mekanisme patogenitas <i>Bacillus thuringiensis</i> terhadap larva serangga melalui aktivasi protein Cry, pembentukan pori pada epitel usus tengah, dan terjadinya septikemia	11
Gambar 3. Penampakan koloni bakteri tunggal yang berhasil diisolasi dari bangkai ulat grayak <i>Spodoptera frugiperda</i> yang diamati di bawah mikroskop stereo (a) isolat BUG1 (b) isolat BUG2 (c) isolat BUG3 (d) isolat BUG4 (e) isolat BUG5 (f) isolat BUG6 (g) isolat BUG7.	19
Gambar 4. Kondisi larva <i>S. litura</i> pada uji bioassay metode leaf dipping.....	20
Gambar 5. Grafik mortalitas kumulatif larva <i>S. litura</i> (%) selama 6 hari pengamatan setelah perlakuan isolat bakteri, kontrol positif (insektisida BT-Plus), dan kontrol negatif (akuades steril).....	21
Gambar 6. Persentase mortalitas larva <i>S. litura</i> pada hari ke-6 setelah perlakuan isolat bakteri, kontrol positif (BT-Plus), dan kontrol negatif (akuades steril)	22
Gambar 7. Boxplot mortalitas larva <i>S. litura</i> pada berbagai perlakuan yang dianalisis menggunakan uji Kruskal-Wallis	23
Gambar 8. Penampakan morfologi sel isolat BUG4 dan BUG5 (perbesaran 40x10).....	25

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Hama adalah jenis organisme yang merusak tanaman sehingga dapat menurunkan nilai ekonomis dari hasil produksinya. Beberapa jenis hama antara lain gulma, serangga, mikroba patogen seperti fungi, virus, dan bakteri, nematoda, moluska, tungau/kutu, hewan pengerat, rayap, dan alga (Ayilara *et al.*, 2023). Serangan hama pada berbagai jenis tanaman dilaporkan menyebabkan kerugian hasil panen sebesar 20–40% secara global pada komoditas pertanian utama (Oerke, 2006) dan secara spesifik pada tanaman kacang tanah dapat mencapai 48,57% (Dabhade *et al.*, 2012), sehingga merusak ketahanan pangan (Chandler *et al.*, 2011).

Salah satu jenis hama yang harus diwaspadai yaitu ulat grayak (*Spodoptera litura* Fabricius) yang memiliki nama lain *tobacco cutworm* dan *tobacco caterpillar* (Hoesain *et al.*, 2023; Srivastava *et al.*, 2018). *S. litura* banyak ditemukan di wilayah beriklim tropis dan subtropis, karena suhu yang sangat tinggi serta kelembaban yang rendah dapat menurunkan kemampuan reproduksinya (Sullivan, 2016). Indonesia sebagai salah satu negara tropis, telah dilaporkan mengalami serangan hama *S. litura* yang tersebar di 22 provinsi (Sukirno *et al.*, 2023). Selain di Indonesia, *S. litura* juga dilaporkan tersebar luas di wilayah Asia-Pasifik, serta ditemukan di beberapa negara seperti Rusia, Selandia Baru, Hawaii, dan sejumlah wilayah Afrika, meskipun pada beberapa wilayah tersebut spesies ini hanya muncul secara musiman (*seasonal migrants*) saat musim panas, sehingga menimbulkan kerusakan signifikan pada berbagai komoditas pertanian di wilayah-wilayah tersebut (Nougadère *et al.*, 2025).

Dengan kemampuan imago *S. litura* yang memiliki jangkauan penyebaran yang luas dan mampu beradaptasi pada berbagai kondisi lingkungan, spesies ini juga dapat bertelur pada beragam jenis tanaman. Keadaan ini menjadi salah satu faktor yang mendukungnya sebagai hama polifagus dengan kisaran inang yang luas (Nougadère *et al.*, 2025). Venette *et al.*, (2003) melaporkan bahwa *S. litura* memiliki kisaran inang sebanyak 48 famili dan 120 spesies tanaman yang merupakan tanaman budidaya sebagai tanaman hias maupun komoditas pertanian,

antara lain seperti kelompok *Brassica*, bit gula, kacang-kacangan, jagung, tembakau, mawar, apel, hingga tanaman anggur.

Pengendalian populasi ulat grayak umumnya dilakukan menggunakan insektisida kimia. Namun, penggunaannya akan berdampak negatif apabila diaplikasikan dalam jangka waktu yang terus-menerus dan dosis yang tinggi, antara lain terbunuhnya parasitoid, predator, dan patogen yang merupakan musuh alami dari hama (Suhartono *et al.*, 2022), residu kimia berbahaya yang terakumulasi di lingkungan dan tanaman dapat mengganggu kesehatan manusia dan hewan (Nelly *et al.*, 2020), serta menyebabkan resistensi hama (Kumela *et al.*, 2019). Oleh karena itu, diperlukan langkah alternatif untuk mengendalikan serangan hama ulat grayak pada tanaman agar dapat mengurangi dan mencegah dampak negatif yang muncul dari penggunaan insektisida kimia.

Pengendalian hayati merupakan langkah alternatif yang ramah lingkungan dalam mengendalikan hama ulat grayak dengan memanfaatkan musuh alaminya yang bersifat spesifik sehingga tidak mematikan organisme non-target (Suhartono *et al.*, 2022). Salah satu contoh pengendalian hayati adalah dengan memanfaatkan biopestisida, yaitu jenis pestisida yang lebih aman digunakan berasal dari bahan alami seperti hewan, tumbuhan, mikroorganisme, atau nanopartikel (Ayilara *et al.*, 2023; Kachhawa, 2017; Samada & Tambunan, 2020) yang bertujuan untuk mengendalikan hama seperti serangga, gulma, nematoda, serta dapat membantu meningkatkan produktivitas tanaman (Kachhawa, 2017). Salah satu contoh biopestisida adalah pemanfaatan bakteri entomopatogen atau *Entomopathogenic Bacteria* (EPB) yang merupakan kelompok mikroorganisme yang mampu menghasilkan toksin khusus serangga sehingga berperan sebagai pengendali hama serangga (Azizoglu *et al.*, 2020).

Sebagian besar EPB berasal dari famili *Micrococcaceae*, *Bacillaceae*, *Pseudomonadaceae*, *Enterobacteriaceae*, dan *Streptococcaceae* (Azizoglu *et al.*, 2020). Akan tetapi, salah satu jenis bakteri entomopatogen yang paling banyak digunakan sebagai agen pengendali hayati hama serangga yaitu *Bacillus thuringiensis* (Azizoglu *et al.*, 2020; Chaudhary *et al.*, 2024; Fuentes & Jackson, 2012; Sánchez *et al.*, 2021). Beberapa jenis bakteri lainnya yang potensial adalah *B. sphaericus* yang mengendalikan larva nyamuk (El-Bendary, 2006),

Paenibacillus popilliae untuk mengendalikan kumbang jepang (*Popillia japonica*) (Iiyama *et al.*, 2013), dan *Serratia entomophila* untuk mengendalikan larva kumbang endemik di Selandia Baru (*Costelytra giveni*) (Vaughan *et al.*, 2022).

Suhartono *et al.*, (2022) melaporkan bahwa terdapat 8 bakteri entomopatogen gram negatif yang berhasil diisolasi dari larva *Helicoverpa armigera* dan semua isolat menunjukkan kemampuan membunuh larva *H. armigera* dengan persentase mortalitas larva lebih dari 50%. Zulfiana *et al.*, (2017) berhasil mengisolasi sebanyak 44 isolat bakteri yang diisolasi dari pupa *S. litura* yang sudah mati dan terpilih 2 isolat unggul yaitu *Staphylococcus sciuri* strain DZ-T1 (BLSP-3) dan *Serratia marcescens* strain ZJU1103 (BLSP-4) menunjukkan potensi membunuh larva *S. litura* dengan persentase mortalitas instar 1 dan 2 yaitu lebih dari 80%. Penelitian lain oleh Thakur *et al.*, (2015) melaporkan tiga bakteri entomopatogen unggul yang diisolasi dari usus larva *Spodoptera litura* pada tanaman jarak (*Ricinus communis* L.), yaitu *Enterobacter cloacae* (SL11), *Microbacterium arborescens* (SL6), dan *Enterococcus casseliflavus* (SL10). Ketiga isolat tersebut dilaporkan mampu menyebabkan mortalitas larva *S. litura* dengan persentase masing-masing sebesar 73,33%, 40,0%, dan 13,0%.

Menurut Sukirno *et al.*, (2023) serangan *S. litura* setiap tahun mengakibatkan sekitar 11 ribu hektar lahan pertanian di Indonesia mengalami kerusakan yang cukup serius. Afandhi *et al.*, (2022) melaporkan bahwa serangan ulat grayak (*S. litura*) pada tanaman jagung dapat menyebabkan kerusakan lahan sebesar 3.216,90 hektar. Penelitian lain oleh Fattah *et al.*, (2020) melaporkan serangan hama *S. litura* mampu menyebabkan penurunan hasil panen kedelai sebesar 12-23%. Kerusakan akibat serangan larva dapat menyebabkan penurunan hasil panen yang berpotensi menimbulkan kerugian ekonomi bagi petani (Hoesain *et al.*, 2023). Oleh sebab itu, pengendalian hama ulat grayak harus ditanggulangi dengan cara aman yaitu eksplorasi bakteri entomopatogen sebagai agen bio kontrol.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini antara lain:

1. Bagaimanakah variasi karakter makroskopik dan mikroskopik isolat bakteri entomopatogen asal ulat grayak *Spodoptera litura*?
2. Bagaimana tingkat mortalitas dan gejala patogenitas yang ditimbulkan oleh masing-masing isolat bakteri entomopatogen terhadap larva *Spodoptera litura* pada uji bioassay metode *leaf dipping*?
3. Bagaimana hasil identifikasi bakteri entomopatogen unggul yang diisolasi dari ulat grayak yang menunjukkan potensi tinggi dalam mengendalikan serangga hama ulat grayak menggunakan metode *profile matching*?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui variasi karakter makroskopik dan mikroskopik isolat bakteri entomopatogen asal ulat grayak.
2. Menganalisis tingkat mortalitas serta gejala patogenitas yang ditimbulkan oleh masing-masing isolat bakteri entomopatogen terhadap larva *Spodoptera litura* melalui uji bioassay metode *leaf dipping*.
3. Mengetahui hasil identifikasi bakteri entomopatogen unggul yang diisolasi dari ulat grayak yang menunjukkan potensi tinggi dalam mengendalikan serangga hama ulat grayak menggunakan metode *profile matching*.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan menambah literatur mengenai potensi pemanfaatan bakteri entomopatogen yang diisolasi dari ulat grayak sebagai insektisida alami sehingga dapat dikembangkan sebagai biopestisida yang ramah lingkungan untuk tanaman, serta dapat meminimalikan penggunaan pestisida kimia dan mengurangi risiko residu berbahaya pada hasil panen.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini antara lain:

1. Isolat bakteri yang berhasil diisolasi dari bangkai larva *Spodoptera frugiperda* menunjukkan variasi karakter makroskopik dan mikroskopik, meliputi perbedaan bentuk koloni, warna koloni, tepi koloni, elevasi, serta bentuk sel bakteri berdasarkan pewarnaan Gram.
2. Uji bioassay metode *leaf dipping* menunjukkan adanya variasi tingkat mortalitas dan gejala patogenitas larva *Spodoptera litura* akibat perlakuan isolat bakteri uji. Hasil uji Kruskal–Wallis mengindikasikan adanya perbedaan respon mortalitas antar perlakuan ($\chi^2 = 22,470$; $df = 8$; $p = 0,004$), dengan isolat BUG4 dan BUG5 menunjukkan respon mortalitas relatif lebih tinggi setelah kontrol positif.
3. Berdasarkan identifikasi awal menggunakan metode *profile matching* mengacu pada *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, isolat BUG4 dan BUG5 termasuk ke dalam genus *Enterobacter* dan *Microbacterium*, yang menunjukkan potensi untuk dikaji lebih lanjut sebagai agen pengendali hayati terhadap *S. litura*.

B. Saran

Saran dari penelitian ini antara lain:

1. Diperlukan penelitian lanjutan menggunakan variasi instar larva dan konsentrasi bakteri untuk menentukan dosis bakteri yang efektif dalam menyebabkan kematian 50% atau 90% larva (LC_{50} atau LC_{90})
2. Diperlukan identifikasi bakteri hingga tingkat spesies guna mengetahui klasifikasi bakteri yang lebih rinci dari isolat yang berpotensi sebagai agen pengendali hayati terhadap hama serangga.
3. Diperlukan uji lanjutan pada kondisi semi-lapang hingga lapang untuk mengevaluasi konsistensi efektivitas dan potensi aplikasi isolat pada tanaman inang

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, A., Ullah, F., Hafeez, M., Han, X., Dara, M. Z. N., Gul, H., & Zhao, C. R. (2022). Biological control of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. In *Agronomy* (Vol. 12, Issue 11). MDPI. <https://doi.org/10.3390/agronomy12112704>
- Afandhi, A., Fernando, I., Widjayanti, T., Maulidi, A. K., Radifan, H. I., & Setiawan, Y. (2022). Impact of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), invasion on maize and the native *Spodoptera litura* (Fabricius) in East Java, Indonesia, and evaluation of the virulence of some indigenous entomopathogenic fungus isolates for controlling the pest. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 32(1). <https://doi.org/10.1186/s41938-022-00541-7>
- Ahmad, M., Ghaffar, A., & Rafiq, M. (2013). Host plants of leaf worm, *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) In Pakistan. *Asian J Agri Biol*, 1(1), 23–28.
- Ayilara, M. S., Adeleke, B. S., Akinola, S. A., Fayose, C. A., Adeyemi, U. T., Gbadegesin, L. A., Omole, R. K., Johnson, R. M., Uthman, Q. O., & Babalola, O. O. (2023). Biopesticides as a promising alternative to synthetic pesticides: A case for microbial pesticides, phytopesticides, and nanobiopesticides. In *Frontiers in Microbiology* (Vol. 14). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1040901>
- Azizoglu, U., Jouzani, G. S., Yilmaz, N., Baz, E., & Ozkok, D. (2020). Genetically modified entomopathogenic bacteria, recent developments, benefits and impacts: A review. In *Science of the Total Environment* (Vol. 734). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139169>
- Bragard, C., Dehnen-Schmutz, K., Di Serio, F., Gonthier, P., Jacques, M. A., Jaques Miret, J. A., Justesen, A. F., Magnusson, C. S., Milonas, P., Navas-Cortes, J. A., Parnell, S., Potting, R., Reignault, P. L., Thulke, H. H., Van der Werf, W., Vicent Civera, A., Yuen, J., Zappalà, L., Malumphy, C., Czwieneczek, E., MacLeod, A. (2019). Pest categorisation of *Spodoptera litura*. *EFSA Journal*, 17(7). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5765>
- Campos, Y., Sepúlveda, B., & Tume, P. (2007). Entomopathogenicity of native bacteria from *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitis capitata* against the pest *Phyllocnistis citrella*. *Pest Management Science*, 63(4), 394–398. <https://doi.org/10.1002/ps.1339>
- Candrawati, T. H., Hasbi, N., & Rosyunita, R. (2025). Profile of *Staphylococcus aureus* originating from nasal cavity swabs of food handlers at the University of Mataram canteen. *Jurnal Biologi Tropis*, 25(2), 1611–1622. <https://doi.org/10.29303/jbt.v25i2.8742>
- Chandler, D., Bailey, A. S., Mark Tatchell, G., Davidson, G., Greaves, J., & Grant, W. P. (2011). The development, regulation and use of biopesticides for integrated pest management. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366(1573), 1987–1998. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0390>
- Chaudhary, R., Nawaz, A., Khattak, Z., Butt, M. A., Fouillaud, M., Dufossé, L., Munir, M., Haq, I. ul, & Mukhtar, H. (2024). Microbial bio-control agents: A comprehensive

- analysis on sustainable pest management in agriculture. *Journal of Agriculture and Food Research*, 18, 101421. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101421>
- Dabhade, P. L., Bapodra, J. G., Jethva, D. M., Rathod, R. T., & Dabhi, M. V. (2012). Estimation of yield losses due to major insect pests of groundnut in Gujarat. *Legume Res*, 35(4), 354–356.
- De Bortoli, C. P., & Fuentes, J. L. J. (2019). Mechanisms of resistance to commercially relevant entomopathogenic bacteria. In *Current Opinion in Insect Science* (Vol. 33, pp. 56–62). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2019.03.007>
- Devi, S., Saini, H. S., & Kaur, S. (2022). Insecticidal and growth inhibitory activity of gut microbes isolated from adults of *Spodoptera litura* (Fab.). *BMC Microbiology*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12866-022-02476-3>
- Dukare, A. S., Paul, S., Asha, A. D., Nivetha, N., Aggarwal, C., & Divekar, P. (2021). Role of bacterial and fungal chitinases in integrated management of pest and diseases of agro-horticultural crops. In *Microbes for Sustainable Insect Pest Management*, 17, 33–57. https://doi.org/10.1007/978-3-030-67231-7_2
- El-Bendary, M. A. (2006). *Bacillus thuringiensis* and *Bacillus sphaericus* biopesticides production. In *Journal of Basic Microbiology* (Vol. 46, Issue 2, pp. 158–170). <https://doi.org/10.1002/jobm.200510585>
- EPPO. (2025). *Spodoptera litura*. EPPO Global Database. <https://gd.eppo.int/taxon/PRODLI/datasheet>
- Fand, B. B., Sul, N. T., Bal, S. K., & Minhas, P. S. (2015). Temperature impacts the development and survival of common cutworm (*Spodoptera litura*): Simulation and visualization of potential population growth in India under warmer temperatures through life cycle modelling and spatial mapping. *PLoS ONE*, 10(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0124682>
- Fattah, A., Sjam, S., Daud, I. D., Dewi, V. S., & Ilyas, A. (2020). Impact of armyworm *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) attack: Damage and loss of yield of three soybean varieties in South Sulawesi, Indonesia. *J. Crop Prot*, 9(3), 483–495.
- Fattah, A., Syam, S., Daud, I. D., Sartika Dewi, V., & Rahman, A. (2018). The intensity of leaf damage caused by attack of *spodoptera litura* f and seed yield on some soybean varieties in South Sulawesi Indonesia. *Scientific Research Journal (SCIRJ)*, VI(V), 55. www.scirj.org
- Fuentes, J. L. J., & Jackson, T. A. (2012). Bacterial entomopathogens. In *Insect Pathology, Second Edition* (pp. 265–349). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384984-7.00008-7>
- Hadisugelar, D., Arrasyid, B., & Kusnendi, F. S. (2025). Potensi hama tanaman jagung ulat grayak (*spodoptera litura*) pada areal food estate wilayah perbatasan Indonesia-Timor Leste. In *Jurnal Teknologi Pangan dan Ilmu Pertanian (JIPANG)* (Vol. 07, Issue 01).

- Hilal, M. G., Yu, Q., Zhou, R., Wang, Y., Feng, T., Li, X., & Li, H. (2021). Exploring microbial communities, assessment methodologies and applications of animal's carcass decomposition: A review. In *FEMS Microbiology Ecology* (Vol. 97, Issue 8). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/femsec/fiab098>
- Hoesain, M., Suharto, Prastowo, S., Pradana, A. P., Alfarisy, F. K., & Adiwena, M. (2023). Investigating the plant metabolite potential as botanical insecticides against *Spodoptera litura* with different application methods. *Cogent Food and Agriculture*, 9(1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2023.2229580>
- Holt, J. G., Krieg, N. R., Sneath, P. H. A., & Williams, S. T. (1994). *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (W. R. Hensyl, Ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Iiyama, K., Mori, K., Mon, H., Chieda, Y., Lee, J. M., Kusakabe, T., Tashiro, K., Asano, S., Yasunaga-Aoki, C., & Shimizu, S. (2013). Draft genome sequence of *Paenibacillus popilliae* ATCC 14706. *Journal of Insect Biotechnology and Sericology*, 82(2), 2_045-2_048. <https://doi.org/10.11416>
- Irsad, Shahid, M., Haq, E., Mohamed, A., Rizvi, P. Q., & Kolanthasamy, E. (2023). Entomopathogen-based biopesticides: insights into unraveling their potential in insect pest management. In *Frontiers in Microbiology* (Vol. 14). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1208237>
- Izhar, S. K., Rizvi, S. F., Gupta, A., Alafnan, A., Siddiqui, S., Shahab, U., Ahmad, I., Ahmad, S., & Afaq, U. (2026). Investigating the pesticidal efficacy of *Actinobacteria* species against *Sitophilus oryzae* and *Tribolium confusum*. *Journal of Stored Products Research*, 115, 102732. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2025.102732>
- Jain, A., Jain, R., & Jain, S. (2020). Motility testing – hanging drop method and stab. In *Basic Techniques in Biochemistry, Microbiology and Molecular Biology* (pp. 121–122). https://doi.org/10.1007/978-1-4939-9861-6_34
- Kachhawa, D. (2017). Microorganisms as a biopesticides. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(3), 468–473.
- Kalha, C. S., Singh, P. P., Kang, S. S., Hunjan, M. S., Gupta, V., & Sharma, R. (2014). Entomopathogenic viruses and bacteria for insect-pest control. In *Integrated Pest Management: Current Concepts and Ecological Perspective* (pp. 225–244). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-398529-3.00013-0>
- Kenis, M., Benelli, G., Biondi, A., Calatayud, P. A., Day, R., Desneux, N., Harrison, R. D., Kriticos, D., Rwomushana, I., van den Berg, J., Verheggen, F., Zhang, Y. J., Agboyi, L. K., Ahissou, R. B., Ba, M. N., Bernal, J., Freitas de Bueno, A., Carrière, Y., Carvalho, G. A., ... Wu, K. (2023). Invasiveness, biology, ecology, and management of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Entomologia Generalis*, 43(2), 187–241. <https://doi.org/10.1127/entomologia/2022/1659>
- Kumar, S., & Ray, P. (2007). Biology of *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae) on some of its major weed hosts. *Entomon*, 32(4), 287–290.

- Kumela, T., Simiyu, J., Sisay, B., Likhayo, P., Mendesil, E., Gohole, L., & Tefera, T. (2019). Farmers' knowledge, perceptions, and management practices of the new invasive pest, fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Ethiopia and Kenya. *International Journal of Pest Management*, 65(1), 1–9. <https://doi.org/10.1080/09670874.2017.1423129>
- Lacey, L. A., Grzywacz, D., Shapiro-Ilan, D. I., Frutos, R., Brownbridge, M., & Goettel, M. S. (2015). Insect pathogens as biological control agents: Back to the future. *Journal of Invertebrate Pathology*, 132, 1–41. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2015.07.009>
- Madigan, M. T., Bender, K. S., Buckley D H, Sattley, W. M., & Stahl, D. A. (2019). *Brock biology of microorganisms* (15th ed.). Pearson.
- Maes, K. (2014). *Spodoptera litura* (taro caterpillar). CABI Compendium. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.44520>
- Matsumoto, K. S. (2006). Fungal chitinase. In *Advances in Agricultural and Food Biotechnology* (Vol. 6, pp. 289–304).
- Meena, N. K., Lal, G., Meena, R. S., Harisha, C. B., & Meena, S. R. (2017). Pest scenario of coriander (*Coriandrum Sativum* l.) and population dynamics in semi-arid region of Rajasthan. *International Journal of Tropical Agriculture*, 35(4), 779–783.
- Minarni, E. W., Nurtiati, N., & Istiqomah, D. (2022). Biological effects of indigenous entomopathogenic fungi and their application methods on *Spodoptera frugiperda*. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 26(2), 107. <https://doi.org/10.22146/jpti.70816>
- Moreira, L. M. D. S., Marinho, L. S., Neves, R. C. S., Harakava, R., Bessa, L. A., & Vitorino, L. C. (2024). Assessment of the entomopathogenic potential of fungal and bacterial isolates from fall armyworm cadavers against *Spodoptera frugiperda* caterpillars and the adult Boll weevil, *Anthonomus grandis*. *Neotropical Entomology*, 53(4), 889–906. <https://doi.org/10.1007/s13744-024-01159-0>
- Natkar, P. K., & Balikai, R. A. (2015). Tobacco caterpillar, *Spodoptera litura* (Fabricius) : toxicity, ovicidal action, oviposition deterrent activity, ovipositional preference and its management. *Biochem.Cell.Arch*, 15(2), 383–389.
- Natkar, P. K., & Balikai, R. A. (2017). Present status on bio-ecology and management of tobacco caterpillar, *Spodoptera litura* (Fabricius) – An update. *International Journal of Plant Protection*, 10(1), 193–202. <https://doi.org/10.15740/has/ijpp/10.1/193-202>
- Nelly, N., Khairul, U., Putri, A. Y., Hamid, H., & Syahrawati, M. Y. (2020). Isolation and selection of maize plants rhizobacteria with the potential of entomopathogens against *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). *Biodiversitas*, 21(2), 753–758. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210243>
- Nougadère, A., Mastin, A., Scala, M., Sánchez, B., Baldassarre, F., Golic, D., Gobbi, A., Maiorano, A., Tramontini, S., Vos, S., Barbieri, F., & Paoli, F. (2025). *Spodoptera litura* pest report to support the ranking of EU candidate priority pests. *EFSA Supporting Publications*, 22(4). <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2025.EN-9424>

- Oerke, E. C. (2006). Crop losses to pests. In *Journal of Agricultural Science* (Vol. 144, Issue 1, pp. 31–43). <https://doi.org/10.1017/S0021859605005708>
- Osborn, F., Berlioz, L., Vitelli-Flores, J., Monsalve, W., Dorta, B., & Rodríguez Lemoine, V. (2002). Pathogenic effects of bacteria isolated from larvae of *Hylesia metabus* Crammer (Lepidoptera: Saturniidae). *Journal of Invertebrate Pathology*, 80(1), 7–12. www.academicpress.com
- Özkan Çakici, F., Sevim, A., Demirbağ, Z., & Demir, I. (2014). Investigating internal bacteria of *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lepidoptera: Noctuidae) larvae and some *Bacillus* strains as biocontrol agents. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38(1), 99–110. <https://doi.org/10.3906/tar-1302-65>
- Pertiwi, S. A., & Nanang, T. H. (2022). Uji toksisitas jamur *Metarhizium anisopliae* terhadap hama ulat krop kubis *Crociodolomia binotalis* Zell. *JURNAL AGRI-TEK: Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Eksakta*, 23(2), 15–20. <https://doi.org/10.33319/agtek.v23i2.116>
- Punithavalli, M., & Balaji Rajkumar, M. (2014). *Management of tobacco caterpillar Spodoptera litura (Fab.) in soybean*.
- Pyar, H., & Peh, K. K. (2014). Characterization and identification of *Lactobacillus acidophilus* using biolog rapid identification system. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 6(1), 189–193.
- Ramaiah, M., & Maheswari, U. (2018). Biology studies of tobacco caterpillar, *Spodoptera litura* Fabricius. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(5). <https://www.researchgate.net/publication/343140386>
- Rosmania, Efrinalia, W., & Rahmi, A. (2022). Validasi *spread plate* method (sebar) untuk isolasi dan pemurnian bakteri penghasil senyawa antibiotik dari tanah di kawasan Jurusan Biologi FMIPA UNSRI. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Pengelolaan Laboratorium*, 5(1), 21–28.
- Samada, L. H., & Tambunan, U. S. F. (2020). Biopesticides as promising alternatives to chemical pesticides: A review of their current and future status. *OnLine Journal of Biological Sciences*, 20(2), 66–76. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2020.66.76>
- Sánchez, F. A. P., Rivera, G., Bocanegra-García, V., Martínez-Padrón, H. Y., Berrones-Morales, M., Niño-García, N., & Herrera-Mayorga, V. (2021). Advances in control strategies against *Spodoptera frugiperda*. A review. In *Molecules* (Vol. 26, Issue 18). MDPI. <https://doi.org/10.3390/molecules26185587>
- Sartiami, D., Dadang, Harahap, I. S., Kusumah, Y. M., & Anwar, R. (2020). First record of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Indonesia and its occurrence in three provinces. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 468(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/468/1/012021>
- Sevim, A., Demirbağ, Z., & Demir, I. (2010). A new study on the bacteria of *Agrotis segetum* Schiff. (Lepidoptera: Noctuidae) and their insecticidal activities. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 34(4), 333–342. <https://doi.org/10.3906/tar-0902-9>

- Sharma, S., Upadhyaya, S., & Tiwari, S. (2022). Biology and integrated management of tobacco caterpillar, *Spodoptera litura* Fab.: A systematic review. *Journal of Agriculture and Applied Biology*, 3(1), 28–39. <https://doi.org/10.11594/jaab.03.01.04>
- Sinambela, B. R. (2024). Dampak penggunaan pestisida dalam kegiatan pertanian terhadap lingkungan hidup dan kesehatan. *Jurnal Agrotek*, 8(2), 178–187.
- Soesetyaningsih, E., & Azizah. (2020). Akurasi perhitungan bakteri pada daging sapi menggunakan metode hitung cawan. *Berkala Sainstek*, 8(3), 75–79.
- 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). <https://doi.org/10.21276/ijlssr.2018.4.1.4>
- Suhartono, S., Yasmin, Y., & Azizah, N. (2022). Biopotensi bakteri entomopatogen isolat lokal sebagai pengendali hayati larva *Helicoverpa armigera* (Hübner). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(2), 182–190. <https://doi.org/10.18343/jipi.27.2.182>
- Sukirno, S., Sumarmi, S., Soesilohadi, R. C. H., Sudaryadi, I., Purwanto, H., & Aldawood, A. S. (2023). The effects of ultraviolet b on the efficacy of *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki formulations against tobacco armyworm, *Spodoptera litura* (lepidoptera: noctuidae). *HAYATI Journal of Biosciences*, 30(1), 17–27. <https://doi.org/10.4308/hjb.30.1.17-27>
- Sullivan, M. (2016). *CPHST Pest Datasheet for Spodoptera litura*. <https://download.ceris.purdue.edu/file/3143>
- Tesari, T., Leksono, A. S., & Mustafa, I. (2024). Effectiveness of botanical pesticide combined with *Beauveria bassiana* on mortality, nutritional index and fecundity of *Spodoptera litura* L. *Cogent Food and Agriculture*, 10(1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2024.2320816>
- Thakur, A., Dhammi, P., Saini, H. S., & Kaur, S. (2015). Pathogenicity of bacteria isolated from gut of *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) and fitness costs of insect associated with consumption of bacteria. *Journal of Invertebrate Pathology*, 127, 38–46. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2015.02.007>
- Uge, E., Yusnawan, E., & Baliadi, Y. (2021). Pengendalian ramah lingkungan hama ulat grayak (*Spodoptera Litura* fabricius) pada tanaman kedelai. *Buletin Palawija*, 19(1), 64–80. <https://doi.org/10.21082/bulpa.v19n1.2021.p64-80>
- Ullah, M. I., Arshad, M., Afzal, M., Khalid, S., Saleem, M., Mustafa, I., Iftikhar, Y., Molina-Ochoa, J., & Foster, J. E. (2016). Incidence of *Spodoptera litura* (lepidoptera: noctuidae) and its feeding potential on various citrus (Sapindales: Rutaceae) cultivars in the Sargodha region of pakistan. *Florida Entomologist*, 99(2), 192–195. <https://doi.org/10.1653/024.099.P206>
- Vaughan, A. L., Altermann, E., Glare, T. R., & Hurst, M. R. H. (2022). Genome sequence of the entomopathogenic *Serratia entomophila* isolate 626 and characterisation of the species specific itaconate degradation pathway. *BMC Genomics*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s12864-022-08938-2>

- Venette, R. C., Davis, E. E., Zaspel, J., Heisler, H., & Larson, M. (2003). Mini risk assessment: rice cutworm, *Spodoptera litura* Fabricius [Lepidoptera: noctuidae]. <https://www.aphis.usda.gov/ppq/ep/pestdetection/prasliturapra>
- Yao, T., Xu, Y., Jiang, H., Chen, X., Liu, X., Chen, H., Zhang, H., & Xing, G. (2023). Evaluating, screening and selecting yardlong bean [*Vigna Unguiculata* subsp. *sesquipedalis* (L.) Verdc.] for resistance to common cutworm (*Spodoptera litura* Fabricius). *Agronomy*, 13(2). <https://doi.org/10.3390/agronomy13020502>
- Yinghua, S., Yan, D., Jin, C., Jiaxi, W., & Jianwu, W. (2017). Responses of the cutworm *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) to two Bt corn hybrids expressing Cry1Ab. *Scientific Reports*, 7. <https://doi.org/10.1038/srep41577>
- Zhang, X., Wang, Z., Feng, G., Xiao, Q., & Tang, M. (2025). Temporal dynamics of bacterial communities in *Ectropis grisescens* following cryogenic mortality. *Insects*, 16(10). <https://doi.org/10.3390/insects16101040>
- Zhang, X., Zhang, F., & Lu, X. (2022). Diversity and functional roles of the gut microbiota in Lepidopteran insects. In *Microorganisms* (Vol. 10, Issue 6). MDPI. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10061234>
- Zulfiana, D., Zulfitri, A., Wikantyo, B., & Krishanti, N. P. R. A. (2017). Bakteri entomopatogen sebagai agen biokontrol terhadap larva *Spodoptera litura* (F.). *Berita Biologi*, 16(1), 13–21. https://e-journal.biologi.lipi.go.id/index.php/berita_biologi/article/view/2153