

SKRIPSI

**APLIKASI SECARA TOPIKAL JAMUR ENTOMOPATOGEN
PADA TELUR *Spodoptera frugiperda* DAN PENGARUH
TERHADAP PERKEMBANGANNYA**

***TOPICAL APPLICATION OF ENTOMOPATHOGENIC FUNGI
ON *Spodoptera frugiperda* EGG AND EFFECT
ON ITS DEVELOPMENT***



**Shakeilla Aretha Zelika
05081281924021**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN
JURUSAN HAMA PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

SUMMARY

SHAKEILLA ARETHA ZELIKA. Topical Application of Entomopathogenic Fungi on *Spodoptera frugiperda* Egg and Effect on its Development. (Supervised by **SITI HERLINDA**).

Spodoptera frugiperda J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) is a major pest of corn originating from America and spreading rapidly to several countries such as Africa. Damage caused by *S. frugiperda* can be detrimental to farmers economically. The total loss of corn production in Indonesia reached 18 million tonnes/year. Corn farmers tend to use synthetic pesticides to control *S. frugiperda*, but the use of pesticides can cause pest resistance and negatively affect the surrounding environment. Therefore, environmentally friendly control is needed, such as the use of entomopathogenic fungi. The entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* have been widely used in several countries to control *S. frugiperda* larvae. This is because entomopathogenic fungi are involved in direct contact with the insect's body. Information regarding the use of entomopathogenic fungi as an ovicidal *S. frugiperda* in South Sumatra has not been reported. This study aims to observe the effect of entomopathogenic fungi from insects on egg mortality and development of *S. frugiperda*.

This study used the method of topical application of entomopathogenic fungi as ovicides using a Randomized Block Design (RBD) repeated three times with 1 control and 10 isolates of *B. bassiana* and 5 isolates of *M. anisopliae*. Variables observed included percentage of eggs hatching, mortality of the test insects, calculation of lethal time values (LT₅₀ and LT₉₅), leaf area eaten, larval weight, larval droppings weight, pupal weight, pupal length, male and female imago length, male imago wing span and female, the ratio of male and female imago, the percentage of pupae appeared, the percentage of imago appeared, and the number of eggs laid.

The results of this study were that the two genera of entomopathogenic fungi applied had different morphological characteristics microscopically. Isolate JGPB260521B with mortality reaching 39.67% and the shortest LT₅₀ and LT₉₅ namely 17.18 days and 47.76 days with symptoms of infection the larvae dry, die, stiff and the body has mycelium

The conclusion of this study was that entomopathogenic fungi had an influence on the hatching and egg mortality of *S. frugiperda*, the highest egg mortality was from the *Metarhizium* genus in the JGMH170621 treatment, namely 24.21% and the highest egg mortality from the *Beauveria* genus in the JGTP240521B treatment, namely 23.02%. The highest larval mortality was obtained from isolate JGSR300521, namely 51% and it was proven to have a negative effect on the development of *Spodoptera frugiperda*.

Keywords : entomopathogenic fungi, ovicidal, *Spodoptera frugiperda*

RINGKASAN

SHAKEILLA ARETHA ZELIKA. Aplikasi secara Topikal Jamur Entomopatogen pada Telur *Spodoptera frugiperda* dan Pengaruh terhadap Perkembangannya (Dibimbing oleh **SITI HERLINDA**).

Spodoptera frugiperda J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) adalah hama utama tanaman jagung yang berasal dari Amerika dan menyebar dengan cepat ke beberapa negara seperti Afrika. Kerusakan yang disebabkan oleh *S. frugiperda* dapat merugikan petani secara ekonomi. Total kehilangan hasil produksi jagung di Indonesia mencapai 18 juta ton/tahun. Petani jagung cenderung menggunakan pestisida sintetis untuk mengendalikan *S. frugiperda*, namun penggunaan pestisida dapat menyebabkan resistensi hama dan berpengaruh negatif terhadap lingkungan sekitar. Oleh karena itu diperlukan pengendalian yang ramah lingkungan seperti penggunaan jamur entomopatogen. Jamur entomopatogen *Metarhizium anisopliae* dan *Beauveria bassiana* di beberapa negara telah banyak digunakan untuk mengendalikan larva *S. frugiperda*. Hal ini dikarenakan jamur entomopatogen terlibat kontak langsung dengan tubuh serangga. Informasi mengenai pemanfaatan jamur entomopatogen sebagai ovisida *S. frugiperda* di Sumatera Selatan belum dilaporkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati pengaruh jamur entomopatogen dari serangga terhadap mortalitas telur dan perkembangan *S. frugiperda*.

Penelitian ini menggunakan metode pengaplikasian jamur entomopatogen sebagai ovisida secara topikal menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang diulang sebanyak tiga kali dengan 1 kontrol dan 10 isolat *B. bassiana* dan 5 isolat *M. anisopliae*. Peubah yang diamati diantaranya persentase telur menetas, mortalitas serangga uji, perhitungan nilai lethal time (LT_{50} dan LT_{95}), luas daun yang dimakan, berat larva, berat kotoran larva, berat pupa, panjang pupa, panjang imago jantan dan betina, rentang sayap imago jantan dan betina, rasio imago jantan dan betina, persentase pupa muncul, persentase imago muncul, serta jumlah telur yang diletakkan.

Hasil pada penelitian ini adalah pada kedua genus jamur entomopatogen yang diaplikasikan memiliki ciri morfologi yang berbeda-beda secara mikroskopis. Isolat JGPB260521B dengan mortalitas mencapai 39.67% serta LT_{50} dan LT_{95} tersingkat yaitu 17.18 hari dan 47.76 hari dengan gejala infeksi larva mengering, mati, kaku dan tubuhnya terdapat miselium.

Kesimpulan pada penelitian ini adalah jamur entomopatogen memiliki pengaruh dalam penetasan dan mortalitas telur *S. frugiperda*, mortalitas telur tertinggi dari genus *Metarhizium* pada perlakuan JGMH170621 yaitu 24.21% dan mortalitas telur tertinggi dari genus *Beauveria* pada perlakuan JGTP240521B yaitu 23.02%. Mortalitas larva tertinggi diperoleh dari isolat JGSR300521 yaitu 51% dan terbukti berpengaruh negatif terhadap perkembangan *S. frugiperda*.

Kata kunci : jamur entomopatogen, ovisida, *Spodoptera frugiperda*

SKRIPSI

**APLIKASI SECARA TOPIKAL JAMUR ENTOMOPATOGEN
PADA TELUR *Spodoptera frugiperda* DAN PENGARUH
TERHADAP PERKEMBANGANNYA**

***TOPICAL APPLICATION OF ENTOMOPATHOGENIC FUNGI
ON *Spodoptera frugiperda* EGG AND EFFECT
ON ITS DEVELOPMENT***

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Pertanian pada Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya**



**Shakeilla Aretha Zelika
05081281924021**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN
JURUSAN HAMA PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

**APLIKASI SECARA TOPIKAL JAMUR ENTOMOPATOGEN
PADA TELUR *Spodoptera frugiperda* DAN PENGARUH
TERHADAP PERKEMBANGANNYA**

SKRIPSI

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

Oleh

Shakeilla Aretha Zelika
05081281924021

Indralaya, 02 Desember 2022
Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M. Si.
NIP 196510201992032001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian


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

Skripsi dengan Judul “Aplikasi secara Topikal Jamur Entomopatogen pada Telur *Spodoptera frugiperda* dan Pengaruh terhadap Perkembangannya” oleh Shakeilla Aretha Zelika telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 02 Desember 2022 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

1. Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si
NIP. 196510201992032001

Ketua



2. Weri Herlin, S.P., M.Si., P.hD
NIP. 198312192012122004

Sekretaris



3. Dr. Ir. Suparman SHK
NIP. 196001021985031019

Anggota



ILMU ALAT PENGABDIAN

Indralaya, 02 Desember 2022

Ketua Jurusan
Hama dan Penyakit Tumbuhan



Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si
NIP. 196510201992032001

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Shakeilla Aretha Zelika
Nim : 05081281924021
Judul : Aplikasi secara Topikal Jamur Entomopatogen pada Telur
Spodoptera frugiperda dan Pengaruh terhadap
Perkembangannya

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

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



Indralaya, 02 Desember 2022



Shakeilla Aretha Zelika

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 8 Juni 2022 di Kota Palembang, Sumatera Selatan. Penulis merupakan anak pertama dari satu bersaudara dari pasangan Bapak Zulkarnaen dan Ibu Elly Tiarosmita.

Penulis memulai pendidikan di TK Al-Husna pada tahun 2006 dan dilanjutkan ke Sekolah Dasar Muhammadiyah 14 Palembang. Setelah itu melanjutkan Sekolah Menengah Pertama Negeri 9 Palembang dan Sekolah Menengah Atas Negeri 3 Palembang. Setelah menyelesaikan pendidikan SMA tahun 2019 penulis melanjutkan pendidikan di Perguruan Tinggi Negeri Universitas Sriwijaya, Fakultas Pertanian, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Program Studi Proteksi Tanaman melalui jalur SBMPTN.

Selama menjadi mahasiswi di Universitas Sriwijaya, penulis aktif mengikuti organisasi dan mendapat amanah seperti ketua Departemen Dana dan Usaha HIMAPRO 2020, anggota BEM KM FP tahun 2019 hingga 2021 dan anggota IBEMPI pada tahun 2019 hingga 2021. Selain aktif di organisasi internal penulis juga mengikuti aktif menjadi asisten praktikum pada mata kuliah Dasar-dasar Perlindungan Tanaman dan Ekologi Serangga pada tahun 2021 hingga sekarang.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Aplikasi secara Topikal Jamur Entomopatogen pada Telur *Spodoptera frugiperda* dan Pengaruh terhadap Perkembangannya”. Sholawat serta salam semoga tetap tercurah kepada junjungan Nabi Muhammad SAW beserta para kerabat, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua, taruna/taruni lab ento, serta rekan-rekan seperjuangan angkatan 2019 yang memberikan motivasi, memberikan doa dan memberikan dukungannya.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si. selaku pembimbing atas perhatiannya yang senantiasa membimbing, memotivasi, dan memberikan arahan mulai dari awal perencanaan, pelaksanaan penelitian hingga akhir penyusunan proposal penelitian sehingga penulis terpacu dan termotivasi. Penelitian ini didanai oleh Anggaran DIPA Badan Layanan Umum Universitas Sriwijaya, Tahun Anggaran 2022 dengan Nomor: SP DIPA-023.17.2.677515/2022, tanggal 13 Desember 2021 sesuai dengan SK Rektor Nomor: 0111/UN9.3.1/SK/2022 tanggal 28 April 2022 yang diketuai oleh Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si Oleh karena itu, tidak diperkenankan menyebarkan dan mempublikasikan data tanpa izin tertulis dari Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si.

Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat dan menjadi sumber pengetahuan serta pengembangan ilmu untuk kita semua. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi masih banyak kekurangan dan kesalahan. Untuk itu sangat diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak agar dapat menyempurnakan skripsi ini. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Indralaya, 02 Desember 2022

Shakeilla Aretha Zelika

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Hipotesis.....	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. <i>Spodoptera frugiperda</i>	4
2.1.1. Taksonomi <i>Spodoptera frugiperda</i>	4
2.2. Morfologi dan Bioekologi <i>Spodoptera frugiperda</i>	5
2.2.1. Telur <i>Spodoptera frugiperda</i>	5
2.2.2. Larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	6
2.2.3. Pupa <i>Spodoptera frugiperda</i>	7
2.2.4. Imago <i>Spodoptera frugiperda</i>	7
2.3. Perilaku <i>Spodoptera frugiperda</i>	8
2.4. Gejala Serangan <i>Spodoptera frugiperda</i>	8
2.5. Tanaman Inang <i>Spodoptera frugiperda</i>	9
2.6. Jagung (<i>Zea mays</i> L.)	10
2.7. Jamur Entomopatogen.....	11
2.8. Spesies Jamur Entomopatogen.....	12
2.8.1. <i>Beauveria bassiana</i>	12
2.8.1. <i>Metarhizium anisopliae</i>	13
2.9. Siklus Hidup Jamur Entomopatogen.....	14
2.10. Mekanisme Jamur Entomopatogen dalam Menginfeksi Serangga..	15

	Halaman
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN	16
3.1. Tempat dan Waktu	16
3.2. Alat dan Bahan	16
3.3. Metode Penelitian.....	16
3.4. Cara Kerja	17
3.4.1. Persiapan Serangga Uji	17
3.4.2. Sterilisasi Alat dan Bahan	18
3.4.3. Pembugaran Isolat Jamur Entomopatogen.....	18
3.4.3.1. Asal Isolat Jamur Entomopatogen	18
3.4.3.2. Pembugaran Jamur Entomopatogen di media GYA	19
3.4.3.3. Pembugaran Jamur Entomopatogen di media GYB	20
3.4.4. Perhitungan Kerapatan dan Viabilitas Konidia.....	21
3.4.5. Aplikasi Jamur Entomopatogen sebagai Ovisida.....	22
3.4.5.1. Persentase Telur Menetas (%).....	23
3.4.5.2. Mortalitas Serangga Uji	23
3.4.5.3. Perhitungan Nilai Lethal Time (LT ₅₀ dan LT ₉₅).....	24
3.4.5.4. Luas Daun yang Dimakan (cm)	24
3.4.5.5. Berat Larva (mg).....	25
3.4.5.6. Berat Kotoran Larva (mg)	25
3.4.5.7. Berat Pupa (mg)	25
3.4.5.8. Panjang Pupa (cm)	25
3.4.5.9. Rentang Sayap Imago Jantan dan Betina (cm)	25
3.4.5.10. Persentase Pupa Muncul (%)	25
3.4.5.11. Persentase Imago Muncul (%)	26
3.4.5.12. Persentase Pupa serta Imago Normal dan Tidak Normal (%) ..	26
3.4.5.13. Rasio Imago Jantan dan Betina (jantan:betina).....	26
3.4.5.14. Umur Imago (hari)	26
3.4.5.15. Jumlah Telur Diletakkan	26
3.4.6. Uji Konfirmasi Jamur Entomopatogen yang Menginfeksi <i>Spodoptera frugiperda</i>	27
3.5. Peubah yang Diamati	27

	Halaman
3.6. Analisis Data	28
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1. Hasil	27
4.1.1. Isolat Jamur Entomopatogen Berasal dari Serangga di Sumatera Selatan.....	27
4.1.2. Kerapatan dan Viabilitas Konidia.....	29
4.1.3. Jumlah Telur, Telur Menetas, Telur Tidak Menetas dan Persentase Telur Menetas (ekor dan %).....	32
4.1.4. Mortalitas Telur <i>Spodoptera frugiperda</i>	33
4.1.5. Mortalitas Larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	34
4.1.6. Luas Daun yang Dimakan (LDD).....	37
4.1.7. Berat Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> (mg)	41
4.1.8. Berat Kotoran Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> (mg)	42
4.1.9. Berat Pupa dan Panjang Pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> (g dan cm).	45
4.1.10. Panjang Tubuh dan Rentang Sayap <i>Spodoptera frugiperda</i> (cm)	46
4.1.11. Persentase Pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> yang Muncul, Pupa Normal, Pupa Tidak Normal yang Telah Diberi Perlakuan Jamur Entomopatogen (%).....	47
4.1.12. Persentase Imago <i>Spodoptera frugiperda</i> yang Muncul, Imago Normal, Imago Tidak Normal dan Rasio Imago yang Telah Diberi Perlakuan Jamur Entomopatogen (%).....	48
4.1.13. Lama Hidup Imago dan Jumlah Telur yang Diletakkan (hari dan butir).....	50
4.2. Pembahasan.....	51
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	54
5.1. Kesimpulan	54
5.2. Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	67

DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1. Isolat jamur entomopatogen.....	20
4.1. Kerapatan konidia 1×10^{10} konidia mL ⁻¹ dan viabilitas (%)	29
4.2. Pengaruh jamur entomopatogen terhadap persentase penetasan telur.....	32
4.3. Mortalitas telur <i>Spodoptera frugiperda</i> setelah diberi perlakuan jamur entomopatogen (1×10^{10} konidia mL ⁻¹)	33
4.4. Mortalitas larva <i>Spodoptera frugiperda</i> setelah diberi perlakuan jamur entomopatogen (1×10^{10} konidia mL ⁻¹)	34
4.5. Mortalitas LT ₅₀ dan LT ₉₅ <i>Spodoptera frugiperda</i> setelah diberi perlakuan jamur entomopatogen (1×10^{10} konidia mL ⁻¹)	35
4.6. Rata-rata luas daun yang dimakan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> selama 1-6 hari pengamatan (cm)	38
4.7. Rata-rata luas daun yang dimakan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> selama 7-12 hari pengamatan (cm).....	39
4.8. Rata-rata luas daun yang dimakan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> selama 13-18 hari pengamatan (cm).....	40
4.9. Berat larva <i>Spodoptera frugiperda</i> mulai dari instar ke-1 hingga instar ke-6 pengamatan (mg ekor ⁻¹)	41
4.10. Berat kotoran larva <i>Spodoptera frugiperda</i> yang diberi perlakuan jamur entomopatogen mulai dari hari ke-1 hingga hari ke-6 (mg).....	42
4.11. Berat kotoran larva <i>Spodoptera frugiperda</i> yang diberi perlakuan jamur entomopatogen mulai dari hari ke-7 hingga hari ke-12 (mg).....	43
4.12. Berat kotoran larva <i>Spodoptera frugiperda</i> yang diberi perlakuan jamur entomopatogen mulai dari hari ke-13 hingga hari ke-18 (mg).....	44
4.13. Rata-rata berat pupa dan panjang pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> yang diberi perlakuan jamur entomopatogen.....	45

Halaman

4.14. Rata-rata panjang tubuh dan rentang sayap <i>Spodoptera frugiperda</i> yang diberi perlakuan jamur entomopatogen (cm).....	46
4.15. Persentase pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> yang muncul, pupa tidak normal, normal dan pupa gagal muncul yang telah diberi perlakuan jamur entomopatogen (%).....	47
4.16. Persentase imago <i>Spodoptera frugiperda</i> yang muncul, imago tidak normal, normal dan imago gagal muncul yang telah diberi perlakuan jamur entomopatogen (%)	49
4.17. Lama hidup imago jantan dan betina <i>Spodoptera frugiperda</i> dan jumlah telur yang diletakkan	51

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Telur <i>Spodoptera frugiperda</i>	6
Gambar 2.2. Morfologi larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	6
Gambar 2.3. Pupa <i>Spodoptera frugiperda</i>	7
Gambar 2.4. Morfologi imago <i>Spodoptera frugiperda</i>	7
Gambar 2.5. Gejala kerusakan daun jagung.....	8
Gambar 2.6. Morfologi khas tanaman jagung dan bagian utama	10
Gambar 2.7. Morfologi jamur <i>Beauveria bassiana</i>	12
Gambar 2.8. Morfologi jamur <i>Metarhizium anisopliae</i>	13
Gambar 2.9. Siklus hidup jamur entomopatogen <i>Beauveria bassiana</i>	14
Gambar 2.10. Mekanisme jamur entomopatogen dalam menginfeksi serangga larva	15
Gambar 3.1. Pemeliharaan <i>Spodoptera frugiperda</i>	18
Gambar 3.2. Sungkup imago sebagai peletakkan telur yang dihasilkan oleh imago betina	25
Gambar 4.1. Koloni isolat jamur entomopatogen pada media GYA hari ke-14.....	27
Gambar 4.2. Koloni isolat jamur entomopatogen pada media GYB hari ke-14	28
Gambar 4.3. Struktur jamur entomopatogen.....	28
Gambar 4.4. Morfologi konidia jamur 1 x 24 jam	30
Gambar 4.5. Morfologi konidia jamur 2 x 24 jam	31
Gambar 4.6. Telur <i>Spodoptera frugiperda</i> sebelum dan setelah menetas	33
Gambar 4.7. Grafik mortalitas larva <i>Spodoptera frugiperda</i> selama 18 hari	36
Gambar 4.8. Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> normal dan terinfeksi jamur entomopatogen	37
Gambar 4.9. Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> yang terinfeksi jamur entomopatogen.....	37
Gambar 4.10. Daun ukuran 2 x 5 cm sebagai pakan <i>Spodoptera frugiperda</i>	38

Halaman

Gambar 4.11. Gejala kerusakan pada daun yang dimakan oleh larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	38
Gambar 4.12. Pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> normal dan abnormal	48
Gambar 4.13. Pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> yang terinfeksi jamur entomopatogen	48
Gambar 4.14. Imago <i>Spodoptera frugiperda</i> normal dan abnormal	50
Gambar 4.15. Imago <i>Spodoptera frugiperda</i> yang terinfeksi jamur entomopatogen	50

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Kerapatan konidia 1×10^{10} konidia mL ⁻¹	67
Lampiran 2. Viabilitas konidia isolat jamur entomopatogen	67
Lampiran 3. Mortalitas larva <i>Spodoptera frugiperda</i> selama 18 hari Pengamatan	68
Lampiran 4. Berat larva <i>Spodoptera frugiperda</i> selama pengamatan (g).....	70
Lampiran 5. Berat kotoran <i>Spodoptera frugiperda</i> selama pengamatan (g).....	74
Lampiran 6. Berat pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> selama pengamatan (mg)	78
Lampiran 7. Panjang pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> selama pengamatan (mg)	78
Lampiran 8. Panjang badan imago <i>Spodoptera frugiperda</i> selama pengamatan (cm).....	79
Lampiran 9. Rentang sayap imago <i>Spodoptera frugiperda</i> selama pengamatan (cm)	80
Lampiran 10. Jumlah pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> yang tidak muncul (ekor)	81
Lampiran 11. Jumlah pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> yang normal (ekor) .	81
Lampiran 12. Jumlah pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> yang tidak normal (ekor)	82
Lampiran 13. Jumlah imago <i>Spodoptera frugiperda</i> yang tidak muncul (ekor)	82
Lampiran 14. Jumlah imago <i>Spodoptera frugiperda</i> yang normal (ekor)	83
Lampiran 15. Jumlah imago <i>Spodoptera frugiperda</i> yang tidak normal (ekor)	83
Lampiran 16. Jumlah telur yang diletakan oleh imago betina	84
Lampiran 17. Suhu pada saat aplikasi.....	85
Lampiran 18. Kelembaban pada saat aplikasi.....	87

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jagung (*Zea mays*) merupakan tanaman pangan yang menjadi salah satu inang yang disukai oleh *Spodoptera frugiperda* (Atnafu *et al.*, 2021). *S. frugiperda* J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) adalah hama utama yang berasal dari Amerika dan menyebar dengan cepat ke beberapa negara seperti Afrika (Goergen *et al.*, 2016). Hama ini telah menjadi perhatian terutama petani agung karena bersifat polifag, kemampuan jelajah yang luas dan siklus hidup yang cepat (Dumas *et al.*, 2015). Di Afrika, hasil kehilangan yang disebabkan oleh *S. frugiperda* berkisar 15% sampai 78% per tahun dengan total kerugian 13 miliar dollar US (Akeme *et al.*, 2021; Harrison *et al.*, 2019). Selanjutnya di Kenya, penurunan hasil tanaman dapat mencapai 1 ton/ha dengan rata-rata kerusakan yang ditimbulkan sebesar 47.3% (Kumela *et al.*, 2018). Pada awal tahun 2019, *S. frugiperda* dilaporkan menyerang tanaman jagung di daerah Sumatera Barat dan Lampung, Indonesia (Kalqutny *et al.*, 2021). Total kehilangan hasil produksi jagung di Indonesia mencapai 18 juta ton/tahun (Herlinda *et al.*, 2020). Berdasarkan hasil survei yang dilakukan oleh Herlinda *et al.*, (2022) kerusakan yang ditimbulkan akibat serangan *S. frugiperda* dengan strain jagung dan padi di Sumatera Selatan berkisar antara 11.5% hingga 65%.

S. frugiperda dapat menyebabkan kerusakan pada bagian utama tanaman jagung seperti daun, tongkol dan titik tumbuh (Mukkun *et al.*, 2021). Kerusakan yang disebabkan oleh *S. frugiperda* dapat merugikan petani secara ekonomi. Petani jagung cenderung menggunakan pestisida sintetis untuk mengendalikan *S. frugiperda*, namun penggunaan pestisida dapat menyebabkan resistensi hama dan berpengaruh negatif terhadap lingkungan sekitar (Tambo *et al.*, 2020). Oleh karena itu diperlukan pengendalian yang ramah lingkungan seperti penggunaan jamur entomopatogen. Jamur entomopatogen *Metarhizium anisopliae* dan *Beauveria bassiana* di beberapa negara telah banyak digunakan untuk mengendalikan larva *S. frugiperda* (Ngangambe & Mwatawala, 2020). Hal ini dikarenakan jamur entomopatogen dapat dibiakkan serta tidak menyebabkan

resistensi hama (Zhao *et al.*, 2016). Spesies jamur entomopatogen *B. bassiana* dan *M. anisopliae* mampu membunuh serangga hama penting (Herlinda *et al.*, 2020). *B. bassiana* dapat membunuh sekitar 87% *S. frugiperda*, sedangkan *M. anisopliae* menyebabkan mortalitas *S. frugiperda* sekitar 75% (Ramos *et al.*, 2020). Selain *M. anisopliae* dan *B. bassiana*, terdapat jamur entomopatogen lain yang digunakan dalam pengendalian hayati seperti *Aspergillus* sp., *Cladosporium tenuissimum*, dan *Penicillium citrinum* yang efektif dalam mengendalikan hama *S. frugiperda* (Idrees *et al.*, 2021; Mudrončková *et al.*, 2021).

Perlakuan topikal dengan strain jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae* dapat meningkatkan mortalitas *S. frugiperda* (Paredes-Sánchez *et al.*, 2021). Jamur *B. bassiana* berpotensi untuk mengendalikan larva *S. frugiperda* pada tanaman jagung di dataran rendah dan tinggi (Gustianingtyas *et al.*, 2021). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Ramirez-Rodriguez and Sánchez-Peña (2016) bahwa patogenisitas *B. bassiana* terhadap larva *S. frugiperda* yang diaplikasikan secara topikal terbukti efektif. Hal ini dikarenakan jamur entomopatogen terlibat kontak langsung dengan tubuh serangga. Informasi mengenai pemanfaatan jamur entomopatogen sebagai ovisida *S. frugiperda* di Sumatera Selatan belum dilaporkan. Berdasarkan uraian di atas perlu dilakukan penelitian mengenai kemampuan jamur entomopatogen sebagai ovisida yang diaplikasikan secara topikal pada telur *S. frugiperda* di Sumatera Selatan.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana pengaruh ovisida jamur entomopatogen terhadap mortalitas telur dan perkembangan *S. frugiperda*?

1.3. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengamati pengaruh jamur entomopatogen dari serangga terhadap mortalitas telur dan perkembangan *S. frugiperda*.

1.4. Hipotesis

Diduga spesies jamur entomopatogen *B. bassiana* dapat menyebabkan mortalitas paling tinggi dan memiliki pengaruh negatif terhadap perkembangan *S. frugiperda*.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan pengetahuan tentang aktivitas jamur entomopatogen asal Sumatera Selatan sebagai ovisida *S. frugiperda* dan dapat digunakan sebagai ovisida oleh petani untuk menekan populasi telur *S. frugiperda*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, M. S. T. 2020. Interactions between Entomopathogenic Fungi and Entomophagous Insects. *Advances in Entomology*, 08(03), 130–146. <https://doi.org/10.4236/ae.2020.83010>
- Akeme, C. N., Ngosong, C., Sumbele, S. A., Aslan, A., Tening, A. S., Krah, C. Y., Kamanga, B. M., Denih, A., & Nembangia, O. J. 2021. Different Controlling Methods of Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Maize Farms of Small-scale Producers in Cameroon. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 911(1).
- Arsi, A., Pujiastuti, Y., Kusuma, S. S. H., & Gunawan, B. 2020. Exploration, Isolation and Identification of Entomopathogenic Fungi Infecting Pest Insects. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropis*, 1(2), 70. <https://doi.org/10.19184/jppt.v1i2.18554>
- Ashok, K., Balasubramani, V., Kennedy, J. S., Geethalakshmi, V., Jeyakumar, P., & Sathiah, N. 2021. Effect of elevated temperature on the population dynamics of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Journal of Environmental Biology*, 42(4), 1098–1105.
- Assefa, F. 2018. Status of Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda*), Biology and Control Measures on Maize Crop in Ethiopia: a Review. *Journal of Entomological Research*, 6(2), 75–85. <https://doi.org/10.33687/ENTOMOL.006.02.2498>
- Atnafu, W., Beyene, P., Zemedu, A., & Yitbarek, W. 2021. Prevalence and impacts of fall army worms (*Spodoptera frugiperda*) on maize (*Zea mays*) production and productivity in Ethiopia. *Journal of Food and Agricultural Sciences*, 10(2), 21–27. <https://doi.org/10.5897/isabb-jfas2020.0133>
- Awater-Salendo, S., Voigt, D., Hilker, M., & Fürstenau, B. 2021. Cuticular Hydrocarbon Trails Released by Host Larvae Lose their Kairomonal Activity for Parasitoids by Solidification. *Journal of Chemical Ecology*, 47(12), 998–1013. <https://doi.org/10.1007/s10886-021-01310-w>
- Ayudya, D. R., Herlinda, S., & Suwandi, S. 2019. Insecticidal activity of culture filtrates from liquid medium of *Beauveria bassiana* isolates from South Sumatra (Indonesia) wetland soil against larvae of *Spodoptera litura*. *Jurnal Biodiversitas*, 20(8), 2101–2109. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200802>
- Babu, S. R., Kalyan, R., Joshi, S., Balai, C., Mahla, M., & Rokadia, P. 2019. Report of an exotic invasive pest the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) on maize in Southern Rajasthan. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7(3), 1296–1300. www.ncbLn1m.nih.gov

- Baloch, M. N., Fan, J., Haseeb, M., & Zhang, R. 2020. Mapping potential distribution of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Central Asia. *Insects*, 11(3), 1–10. <https://doi.org/10.3390/insects11030172>
- Barrios, C. I. J.-, Quijano, E. B., Andrade, & Monje, B. 2019. Populations of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) cause significant damage to genetically modified corn crops. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, 72Medellin*(3), 8953–8962. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v72n3.75730>
- Baudron, F., Zaman-Allah, M. A., Chaipa, I., Chari, N., & Chinwada, P. 2019. Understanding the factors influencing fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) damage in African smallholder maize fields and quantifying its impact on yield. A case study in Eastern Zimbabwe. *Journal Crop Protection*, 120, 141–150. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.01.028>
- Bhusal, K., & Bhattarai, K. 2019. A review on fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) and its possible management options in Nepal. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7(4), 1289–1292.
- Brunner-Mendoza, C., Reyes-Montes, M. del R., Moonjely, S., Bidochka, M. J., & Toriello, C. 2019. A review on the genus *Metarhizium* as an entomopathogenic microbial biocontrol agent with emphasis on its use and utility in Mexico. *Biocontrol Science and Technology*, 29(1), 83–102.
- Bueno-Pallero, F. Á., Blanco-Pérez, R., Vicente-Díez, I., Martín, Rodríguez, J. A., Dionísio, L., & Campos-Herrera, R. 2020. Patterns of Occurrence and Activity of Entomopathogenic Fungi in the Algarve (Portugal) Using Different Isolation Methods. *Insects Journal*, 11, 352.
- Bustamante, D. E., Oliva, M., Leiva, S., Mendoza, J. E., Bobadilla, L., Angulo, G., & Calderon, M. S. 2019. Phylogeny and species delimitations in the entomopathogenic genus *Beauveria* (Hypocreales, Ascomycota), including the description of *B. Peruviansis* sp. Nov. *MycoKeys Journal*, 58, 47–68.
- Chaivivatrakul, S., Tang, L., Dailey, M. N., & Nakarmi, A. D. 2014. Automatic morphological trait characterization for corn plants via 3D holographic reconstruction. *Computers and Electronics in Agriculture Journal*, 109, 109–123. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2014.09.005>
- Dampi, A. S. M., Watung, J., & Wantasen, S. 2021. The effectiveness of secondary metabolic bioinsecticides of *Metarhizium* fungi on corn grower pests *Spodoptera frugiperda* J.E Smith (Lepidoptera: Noctuidae). *Jurnal Agroekoteknologi Terapan*, 3(1), 4–6.
- De Groote, H., Kimenju, S. C., Munyua, B., Palmas, S., Kassie, M., & Bruce, A. 2020. Spread and impact of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) in maize production areas of Kenya. *Agriculture, Ecosystems and Environment Journal*, 292(1), 106804.

- Deole, S., & Paul, N. 2018. First report of fall army worm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), their nature of damage and biology on maize crop at Raipur, Chhattisgarh. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(6), 219–221.
- Dubey, M., Ahmad, A., Verma, N., & Sharma, N. 2020. Fall army worm is one of emerging pest in Maize. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8(4), 56–58.
- Dumas, P., Legeai, F., Lemaitre, C., Scaon, E., Orsucci, M., Labadie, K., Gimenez, S., Clamens, A. L., Henri, H., Vavre, F., Aury, J. M., Fournier, P., Kergoat, G. J., & d'Alençon, E. 2015. *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) host-plant variants: two host strains or two distinct species? *Genetica*, 143(3), 305–316. <https://doi.org/10.1007/s10709-015-9829-2>
- Early, R., González-Moreno, P., Murphy, S. T., & Day, R. 2018. Forecasting the global extent of invasion of the cereal pest *Spodoptera frugiperda*, the fall armyworm. *Journal Neobiota*, 40, 25–50.
- Freitas, D. M. da S. A. de, Andrade, K., Stecca, C. dos S., Oliveira, P. M., Neves, J., & Oliveira, M. C. N. de. 2017. Biology and nutrition of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) fed on different food sources. *Journal Scientia Agricola*, 74(1), 18–31.
- Ganiger, P. C., Yeshwanth, H. M., Muralimohan, K., Vinay, N., Kumar, A. R. V., & Chandrashekara, K. 2018. Occurrence of the new invasive pest, fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), in the maize fields of Karnataka, India. *Current Science*, 115(4), 621–623.
- Goergen, G., Kumar, P. L., Sankung, S. B., Togola, A., & Tamò, M. 2016a. First report of outbreaks of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), a new alien invasive pest in West and Central Africa. *PLoS ONE*, 11(10), 1–9. \2
- Goergen, G., Kumar, P. L., Sankung, S. B., Togola, A., & Tamò, M. 2016b. First report of outbreaks of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), a new alien invasive pest in West and Central Africa. *Journal Plos One*, 11(10), 1–9.
- Gouin, A., Bretaudeau, A., Nam, K., Gimenez, S., Aury, J. M., Duvic, B., Hilliou, F., Durand, N., Montagné, N., Darboux, I., Kuwar, S., Chertemps, T., Siaussat, D., Bretschneider, A., Moné, Y., Ahn, S. J., Hänniger, S., Grenet, A. S. G., Neunemann, D., Fournier, P. 2017. Two genomes of highly polyphagous lepidopteran pests (*Spodoptera frugiperda*, Noctuidae) with different host-plant ranges. *Scientific Reports*, 7(1), 1–12.
- Gustianingtyas, M., Herlinda, S., & Suwandi, S. 2021. The endophytic fungi from South Sumatra (Indonesia) and their pathogenecity against the new invasive fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Biodiversitas*, 22(2), 1051–1062.

- Gustianingtyas, M., Herlinda, S., Suwandi, Suparman, Hamidson, H., Hasbi, Setiawan, A., Verawaty, M., Elfita, & Arsi. 2020. Toxicity of entomopathogenic fungal culture filtrate of lowland and highland soil of South Sumatra (Indonesia) against *Spodoptera litura* larvae. *Jurnal Biodiversitas*, 21(5), 1839–1849. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210510>
- Hafeez, M., Li, X., Zhang, Z., Huang, J., Wang, L., Zhang, J., Shah, S., Khan, M. M., Xu, F., Fernández-Grandon, G. M., Zaluchi, M. P., & Lu, Y. 2021. De novo transcriptomic analyses revealed some detoxification genes and related pathways responsive to poposion yihaogong 5% ec (Lambda-cyhalothrin 5%) exposure in *Spodoptera frugiperda* third-instar larvae. *Insects Journal*, 12(2), 1–16. <https://doi.org/10.3390/insects12020132>
- Hanif, K. I., Herlinda, S., Irsan, C., Pujiastuti, Y., Prabawati, G., Hasbi, & Karenina, T. 2020. The impact of bioinsecticide overdoses of *Beauveria bassiana* on species diversity and abundance of not targeted arthropods in South Sumatra (Indonesia) freshwater swamp paddy. *Biodiversitas*, 21(5), 2124–2136. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210541>
- Hapsoh, Salbiah, D., & Dini, I. R. 2020. Isolation *Beauveria bassiana* Vuill. Entomopathogen Local from Plant Agriculture Rhizosphere in Riau Province, Indonesia with Insect Bait Tenebrio Molitor Larvae. *Journal of Physics: Conference Series*, 1655(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1655/1/012024>
- Harrison, R. D., Thierfelder, C., Baudron, F., Chinwada, P., Midega, C., Schaffner, U., & van den Berg, J. 2019. Agro-ecological options for fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) management: Providing low-cost, smallholder friendly solutions to an invasive pest. *Journal of Environmental Management*, 243(May), 318–330. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.05.011>
- Haryadi, N. T., & Hasjim, S. 2016. Patogenesitas Isolat Cendawan *Metarhizium anisopliae* Entomopatogen. *Jurnal Berkala Ilmiah Pertanian*, 1(1), 1–8.
- Herlinda, S., Fajriah, A. J., Suparman, Anggraini, E., Elfita, Setiawan, A., Verawaty, M., Hasbi, & Arsi. 2020. Insecticidal activity of filtrate of *Beauveria bassiana* cultures incubated under the temperatures of 25 °C and 34 °C against larvae *Spodoptera litura*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 468(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/468/1/012010>
- Herlinda, S., Simbolon, I. M. P., Hasbi, Suwandi, S., & Suparman. 2022. Host Plant Species Of The New Invasive Pest, Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda*) In South Sumatra. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 995(1), 0–5. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/995/1/012034>

- Herlinda, S., Sinaga, M. E., Ihsan, F., Fawwazi, F., Suwandi, S., Hasbi, Irsan, C., Suparman, Muslim, A., Hamidson, H., Arsi, Umayah, A., & Irmawati. 2021. Outbreaks of a new invasive pest, the fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in South Sumatra, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 912(1), 0–8. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/912/1/012019>
- Herlinda, Siti, Alesia, M., Susilawati, Irsan, C., Hasbi, Suparman, Anggraini, E., & Arsi. 2020. Impact of mycoinsecticides and abamectin applications on species diversity and abundance of aquatic insects in rice fields of freshwater swamps of south sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(7), 3076–3083. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210727>
- Herlinda, Siti, Efendi, R. A., Suharjo, R., Hasbi, Setiawan, A., Elfita, & Verawaty, M. 2020. New emerging entomopathogenic fungi isolated from soil in south Sumatra (Indonesia) and their filtrate and conidial insecticidal activity against *Spodoptera litura*. *Jurnal Biodiversitas*, 21(11), 5102–5113. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d211115>
- Herlinda, Siti, Gustianingtyas, M., Suwandi, S., Suharjo, R., Sari, J. M. P., & Lestari, R. P. 2021. Endophytic fungi confirmed as entomopathogens of the new invasive pest, the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), infesting maize in South Sumatra, Indonesia. *Egypt J Biol Pest Control*, 31(124). <https://doi.org/10.1186/s41938-021-00470-x>
- Herlinda, Siti, Octariati, N., Suwandi, S., & Hasbi. 2020. Exploring entomopathogenic fungi from south sumatra (Indonesia) soil and their pathogenicity against a new invasive maize pest, *Spodoptera frugiperda*. *Biodiversitas*, 21(7), 2955–2965. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210711>
- Herlinda, Siti, Oktareni, S. S., Suparman, Anggraini, E., Elfita, Setiawan, A., Verawaty, M., Hasbi, & Lakitan, B. 2020. Effect of Application of UV Irradiated *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* on Larval Weight and Mortality of *Spodoptera litura*. *Advances in Biological Sciences Research*, 8, 64–70. <https://doi.org/10.2991/absr.k.200513.011>
- Herlinda, Siti, Suharjo, R., Elbi Sinaga, M., Fawwazi, F., & Suwandi, S. 2022. First report of occurrence of corn and rice strains of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* in South Sumatra, Indonesia and its damage in maize. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 21(1), 412–419. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2021.11.003>
- Idrees, A., Qadir, Z. A., Akutse, K. S., Afzal, A., Hussain, M., Islam, W., Waqas, M. S., Bamisile, B. S., & Li, J. 2021. Effectiveness of Entomopathogenic Fungi on Immature Stages and Feeding Performance of Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) Larvae. *Insects Journal*, 12, 1–16.

- Islam, W., Adnan, M., Shabbir, A., Naveed, H., Abubakar, Y. S., Qasim, M., Tayyab, M., Noman, A., Nisar, M. S., Khan, K. A., & Ali, H. 2021. Insect-fungal-interactions: A detailed review on entomopathogenic fungi pathogenicity to combat insect pests. *Microbial Pathogenesis*, 159(August), 105122. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2021.105122>
- Juwita, F. R., & Afifah, L. 2017. Keanekaragaman serangga: fakta, fiksi, dan keterbaruan penelitian di Indonesia. In *Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Entomologi Indonesia Cabang Bandung Tahun 2017* (Issue 10).
- Kalqutny, S. H., Nonci, N., & Muis, A. 2021. The incidence of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (FAW) (Lepidoptera: Pyralidae), a newly invasive corn pest in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 911(1).
- Kalyan, D., Mahla, M. K., Babu, S. R., Kalyan, R. K., & Swathi, P. 2020. Biological Parameters of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) under Laboratory Conditions. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(5), 2972–2979.
- Kumela, T., Simiyu, J., Sisay, B., Likhayo, P., Mendesil, E., Gohole, L., & Tefera, T. 2018. 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.
- Li, S., Yi, W., Chen, S., & Wang, C. 2021. Empirical support for the pattern of competitive exclusion between insect parasitic fungi. *Journal of Fungi*, 7(5).
- Malo, M., & Hore, J. 2020. The emerging menace of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) in maize: A call for attention and action. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8(1), 455–465. <http://www.entomoljournal.com>
- Manjula, K., Saheb, Y. P., Sudheer, M. J., & Rao, A. R. 2019. Studies on Biology, Feeding Habits and Natural Enemies of Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda*, a New Invasive Pest in India. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7(6), 1245–1250. <http://www.entomoljournal.com>
- Mannino, M. C., Huarte-Bonnet, C., Davyt-Colo, B., & Pedrini, N. 2019. Is the insect cuticle the only entry gate for fungal infection? Insights into alternative modes of action of entomopathogenic fungi. *Journal of Fungi*, 5(2). <https://doi.org/10.3390/jof5020033>
- Manurung, S., Saragih, A., Sirait, D., & Kurniawan, A. 2020. Efektivitas Kombinasi Cendawan *Beauveria bassiana* dan *Nomuraea rileyi* terhadap Tingkat Mortalitas Hama Ulat Api Jenis *Setothosea asigna*. *Jurnal Agrium*, 17(2). <https://doi.org/10.29103/agrium.v17i2.2856>

- Mascarin, G. M., & Jaronski, S. T. 2016. The production and uses of *Beauveria bassiana* as a microbial insecticide. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 32(11). <https://doi.org/10.1007/s11274-016-2131-3>
- Maurya, R. P., Brijwal, L., Suyal, P., Patwal, H., & Singh, M. K. 2019. Fall army worm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) new formidable challenge pest in maize crop : A review. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7(6), 2537–2539.
- Mongkolsamrit, S., Khonsanit, A., Thanakitpipattana, D., Tasanathai, K., Noisripoom, W., Lamlerthton, S., Himaman, W., Houbraken, J., Samson, R. A., & Luangsa-ard, J. 2020. Revisiting *Metarhizium* and the description of new species from Thailand. *Studies in Mycology*, 95(May), 171–251. <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2020.04.001>
- Mudrončeková, S., Mazáň, M., Nemčovič, M., Šalamon, I., Mudrončeková, S., Mazáň, M., Nemčovič, M., & Šalamon, I. 2021. Entomopathogenic Fungus Species *Beauveria bassiana* (Bals.) and *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Used As Mycoinsecticide Effective in Biological Control of *Ips typographus* (L.). *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 10, 2469–2472.
- Mukkun, L., Kleden, Y. L., & Simamora, A. V. 2021. Detection of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in maize field in East Flores District, East Nusa Tenggara Province, Indonesia. *International Journal of Tropical Drylands*, 5(1), 20–26. <https://doi.org/10.13057/tropdrylands/t050104>
- Mukrimin, M., Musdalifah, N., Larekeng, S. H., Sultan, S., & Christita, M. 2021. Fungal diversity inhabiting tissues of ebony (*Diospyros celebica* Bakh.) in urban forest. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 886(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/886/1/012031>
- Navasero, M. M., & Navasero, M. V. 2020. Life cycle, morphometry and natural enemies of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) on *Zea mays* L. in the Philippines. *Journal of the International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences*, 26(2), 17–29.
- Navin, L., VR, S., & S, S. J. R. 2021. Host plant resistance in maize hybrids to fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: *The Pharma Innovation Journal*, 10(10), 2366–2371.
- Ngangambe, M. H., & Mwatawala, M. W. (2020). Effects of entomopathogenic fungi (EPFs) and cropping systems on parasitoids of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) on maize in eastern central, Tanzania. *Biocontrol Science and Technology*, 30(5), 418–430. <https://doi.org/10.1080/09583157.2020.1726878>

- Niaz, U., & Ahmad, B. 2018. Damage of a well-known quarantine pest '*Spodoptera frugiperda*' (Fall armyworm) on Maize crop and its IPM strategies in globe . *Shanlax International Journal of Arts, Science and Humanities*, 2(3), 1–4.
- Nor, T. A., Indriarini, D., Marten, S., & Koamesah, J. 2018. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli* Secara In Vitro. *Journal Medis Cendana*, 15(3), 327–337. <http://ejurnal.undana.ac.id/index.php/CMJ/article/view/662/594>
- Ntsohi, N., Etsassala, N. G. E. R., Akinpelu, E. A., & Nchu, F. 2020. Assessment of the Effects of *Beauveria bassiana* (Hypocreales) inoculum on the Composting of Vegetable Wastes. *Agricultural, Chemical, Biological & Environmental Sciences*, 16–21. <https://doi.org/10.17758/eaes10.eap1120117>
- Nunilahwati, H., Herlinda, S., Irsan, C., Pujiastuti, Y., Khodijah, K., & Meidelima, D. 2013. Uji Efikasi Bioinsektisida Jamur Entomopatogen Berformulasi Cair terhadap *Plutella xylostella* (L.) di Laboratorium. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 13(1), 52–60. <https://doi.org/10.23960/j.hptt.11352-60>
- Nurani, A. R., Sudiarta, I. P., & Darmiati, N. N. 2018. Uji Efektifitas Jamur *Beauveria bassiana* Bals. terhadap Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) pada Tanaman Tembakau. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 7(1), 11–23.
- Ortiz-Urquiza, A., & Keyhani, N. O. 2013. Action on the surface: Entomopathogenic fungi versus the insect cuticle. *Insects*, 4(3), 357–374.
- Ortiz-Urquiza, A., Luo, Z., & Keyhani, N. O. 2015. Improving mycoinsecticides for insect biological control. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 99(3), 1057–1068. <https://doi.org/10.1007/s00253-014-6270-x>
- Painkra, G. P., Bhagat, P. K., Painkra, K. L., Gupta, P. S., Sinha, S. K., Thakur, D. K., & Lakra, A. 2019. A survey on fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae, J.E. Smith) in maize crop in northern hill zone of Chhattisgarh. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7(6), 632–636. <http://www.entomoljournal.com>
- Paredes-Sánchez, F. A., 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. *Molecules*, 26(18). <https://doi.org/10.3390/molecules26185587>
- Plessis, H. Du, Schlemmer, M.-L., & Berg, J. Van den. 2020. The Effect of Temperature on the Development of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Insects Journal*, 11, 228.

- Rai, D., Updhyay, V., Mehra, P., Rana, M., & Pandey, A. K. 2014. Potential of Entomopathogenic Fungi As Biopesticides. *Ind. J. Sci. Res. and Tech*, 2(5), 7–13.
- Ramirez-Rodriguez, D., & Sánchez-Peña, S. R. 2016. Endophytic *Beauveria bassiana* in *Zea mays*: Pathogenicity against Larvae of Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Southwestern Entomologist*, 41(3), 875–878. <https://doi.org/10.3958/059.041.0330>
- Ramos, Y., Taibo, A. D., Jiménez, J. A., & Portal, O. 2020. Endophytic establishment of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in maize plants and its effect against *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30(1). <https://doi.org/10.1186/s41938-020-00223-2>
- Ren, Q., Haseeb, M., Fan, J., Wu, P., Tian, T., & Zhang, R. 2020. Functional response and intraspecific competition in the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Insects Journal*, 11(11), 1–13. <https://doi.org/10.3390/insects11110806>
- Russianzi, W., Anwar, R., & Triwidodo, H. 2021. Biostatistics of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* in maize plants in bogor, west java, indonesia. *Biodiversitas*, 22(6), 3463–3469. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220655>
- Safavi, S. A. 2012. In vitro and in vivo induction, and characterization of Beauvericin isolated from *Beauveria bassiana* and its bioassay on *Galleria mellonella* larvae. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 15(1), 1–10.
- Safitri, A., Herlinda, S., & Setiawan, A. 2018. Entomopathogenic fungi of soils of freshwater swamps, tidal lowlands, peatlands, and highlands of south sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 19(6), 2365–2373. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d190647>
- Sagar, G. C., Aastha, B., & Laxman, K. 2020. An introduction of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) with management strategies: a review paper. *Nippon Journal of Environmental Science*, 1(4), 1010. <https://doi.org/10.46266/njes.1010>
- Saif, U. R., Zheng, J., Ahmed, N., Feng, J. N., & Wang, D. 2019. Potential of four entomopathogenic fungi isolates as biological control agents against two aphid species under laboratory conditions. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 56(2), 421–429. <https://doi.org/10.21162/PAKJAS/19.8582>
- Salaki, C. L. 2018. Use of Indonesia's Indigenour Entomopathogens as Candidates for Environmentally Friendly Biopesticides for Chilli Plants. *Eugenia Journal*, 24(3), 132–143.

- 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>
- Sekhar, C. V, Varma, K. P., & Lakshmi, B. M. 2019. Morphological And Molecular Identification of An Invasive Insect Pest, Fall Army Worm, *Spodoptera frugiperda* Occurring on Sugarcane in Andhra Pradesh, India. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7(4), 12–18.
- Shaker, N. O., Ahmed, Gehad Mohamed Mousa El-Sayed Ibrahim, H. Y., El-Sawy, M., Mostafa, E.-H., & Ismail, N. A. E.-R. 2019. Secondary Metabolites of the Entomopathogenic Fungus, *Cladosporium cladosporioides* and its Relation to Toxicity of Cotton Aphid. *International Journal of Entomology and Nematology*, 5(April), 115–120. www.premierpublishers.org.
- Sharanabasappa, Kalleshwaraswamy, C. M., Maruthi, M. S., & Pavithra, H. B. 2018. Biology of invasive fall army worm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) on maize . *Indian Journal of Entomology*, 80(3), 540. <https://doi.org/10.5958/0974-8172.2018.00238.9>
- Shylesha, A. N., Jalali, S. K., Gupta, A., Varshney, R., Venkaresan, T., Shetty, P., Ojha, R., Ganiger, P. C., Navik, O., Subarahan, K., Bakthavatsalam, N., Ballal, C. R., & Raghavendra, A. R. 2018. Studies on new invasive pest *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) and its natural enemies. *Journal of Biological Control*, 32(3), 145–151.
- Sisodiya, D., Raghunandan, B., Bhatt, N., Verma, H., Shewale, C., Timbadiya, P., & Borad, B. 2018. The Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae); First Report of New Invasive Pest in Maize Fields of Gujarat, India. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(5), 2089–2091. <https://doi.org/10.1098/rspb.2002.2218>
- Sotelo-Cardona, P., Chuang, W. P., Lin, M. Y., Chiang, M. Y., & Ramasamy, S. 2021. Oviposition preference not necessarily predicts offspring performance in the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) on vegetable crops. *Scientific Reports*, 11(1), 1–14.
- Specht, A., & Roque-Specht, V. F. 2016. Immature stages of *Spodoptera cosmioides* (Lepidoptera: Noctuidae): Developmental parameters and host plants. *Zoologia*, 33(4), 1–10. <https://doi.org/10.1590/S1984-4689zool-20160053>
- Sumikarsih, E., Herlinda, S., & Pujiastuti, Y. 2019. Conidial density and viability of *Beauveria bassiana* isolates from Java and Sumatra and their virulence against *Nilaparvata lugens* at different temperatures. *Agrivita Journal*, 41(2), 335–349. <https://doi.org/10.17503/agrivita.v41i2.2105>

- Sun, X., Yan, W., Zhang, J., Niu, X., Li, F., Qin, W., & Ma, G. 2016. Frozen section and electron microscopy studies of the infection of the red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (coleoptera:curculionidae) by the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. *Springer Plus Journal*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40064-016-3416-6>
- Tambo, J. A., Kansime, M. K., Mugambi, I., Rwomushana, I., Kenis, M., Day, R. K., & Lamontagne-Godwin, J. 2020. Understanding smallholders' responses to fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) invasion: Evidence from five African countries. *Science of the Total Environment*, 740, 140015. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140015>
- Tendeng, E., Labou, B., Diatte, M., Djiba, S., & Diarra, K. 2019. The fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), a new pest of maize in Africa: biology and first native natural enemies detected. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13(2), 1011. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v13i2.35>
- Thalib, R., Fernando, R., Meidalima, D., & Herlinda, S. 2013. *Metarhizium anisopliae* asal Tanah Lebak dan Pasang Surut Sumatera Selatan Untuk Agens Hayati. *Jurnal Hama*, 13(1), 10–18. <file:///C:/Users/User/Downloads/794-2422-1-PB.pdf>
- Thangavel, P., & Sridevi, G. 2015. Environmental sustainability: Role of green technologies. *Environmental Sustainability: Role of Green Technologies*, 49–63. <https://doi.org/10.1007/978-81-322-2056-5>
- Tippannavar, P. S., Talekar, S. C., Mallapur, C. P., Kachapur, R. M., Salakinkop, S. R., & Harlapur, S. I. 2019. An outbreak of fall armyworm in Indian subcontinent: A new invasive pest on Maize. *Maydica Electronic Publication*, 64(1).
- Tongoona, P., & Danquah, E. Y. 2019. Understanding tropical maize (*Zea mays* L.): The major monocot in modernization and sustainability of agriculture in sub-Saharan Africa Breeding sorghum for tolerance to witchweed (*Striga asiatica*) in Zimbabwe View project Hybrid rice development in Ghana. *International Journal of Agricultural Research*, 7(January 2020), 32–77.
- Urge, M., Negeri, M., Demissie, G., & Selvaraj, T. 2020. Assessment of major field insect pests and their associated losses in maize crop production at West Hararghe Zone, Ethiopia. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8(4), 2027–2037.
- Valicente, F. H., Tuelher, E. S., Pena, R. C., Andrezza, R., & Guimarães, M. R. F. 2013. Cannibalism and Virus Production in *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) Larvae Fed with Two Leaf Substrates Inoculated with Baculovirus spodoptera. *Neotropical Entomology Journal*, 42(2), 191–199. <https://doi.org/10.1007/s13744-013-0108-6>

- Vázquez-Arellano, M., Paraforos, D. S., Reiser, D., Garrido-Izard, M., & Griepentrog, H. W. 2018. Determination of stem position and height of reconstructed maize plants using a time-of-flight camera. *Computers and Electronics in Agriculture*, 154(September), 276–288. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.09.006>
- Vishwakarma, R., Pragya, K., Patidar, S., Das, S., & Nema, A. 2020. First report of fall army worm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) on maize (*Zea mays*) from Madhya Pradesh, India. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8(6), 819–823. <https://doi.org/10.22271/j.ento.2020.v8.i6k.7944>
- Vivekanandhan, P., Swathy, K., Kalaimurugan, D., Ramachandran, M., Yuvaraj, A., Kumar, A. N., Manikandan, A. T., Poovarasam, N., Shivakumar, M. S., & Kweka, E. J. 2020. Larvicidal toxicity of *Metarhizium anisopliae* metabolites against three mosquito species and non-targeting organisms. *Journal PLoS ONE*, 15(5), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232172>
- Wan, J., Huang, C., Li, C. Y., Zhou, H. X., Ren, Y. L., Li, Z. Y., Xing, L. S., Zhang, B., Qiao, X., Liu, B., Liu, C. H., Xi, Y., Liu, W. xue, Wang, W. kai, Qian, W. qiang, Mckirdy, S., & Wan, F. hao. 2021. Biology, invasion and management of the agricultural invader: Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Integrative Agriculture*, 20(3), 646–663. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(20\)63367-6](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(20)63367-6)
- Wu, F., Zhang, L., Liu, Y., Cheng, Y., Su, J., Sappington, T. W., & Jiang, X. 2022. Population Development, Fecundity, and Flight of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) Reared on Three Green Manure Crops: Implications for an Ecologically Based Pest Management Approach in China. *Journal of Economic Entomology*, 115(1), 124–132.
- Yigezu, G., & Wakgari, M. 2020. Local and indigenous knowledge of farmers management practice against fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8(1), 765–770. <http://www.entomoljournal.com>
- Zamaninejad, M., Khorasani, S. K., Moeini, M. J., & Heidarian, A. R. 2014. Effect of salicylic acid on morphological characteristics, yield and yield components of Corn (*Zea mays* L.) under drought condition. *European Journal of Experimental Biology*, 3(2), 153–161.
- Zhao, H., Lovett, B., & Fang, W. 2016. Genetically Engineering Entomopathogenic Fungi. In *Advances in Genetics* (Vol. 94). <https://doi.org/10.1016/bs.adgen.2015.11.001>