

**SKRIPSI**

**FORMULASI BIOINSEKTISIDA CAIR DAN UJI  
EFIKASI PADA UMUR SIMPAN DUA BULAN  
TERHADAP LARVA *Spodoptera frugiperda*  
(J. E. SMITH)**

***FORMULATION OF LIQUID BIOINSECTICIDES AND  
EFFICACY OF TWO MONTH-SHELF-LIFE AGAINST  
Spodoptera frugiperda (J. E. SMITH)***



**Siti Nurfuadanti  
05081282126033**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN  
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2024**

**SKRIPSI**

**FORMULASI BIOINSEKTISIDA CAIR DAN UJI  
EFIKASI PADA UMUR SIMPAN DUA BULAN  
TERHADAP LARVA *Spodoptera frugiperda*  
(J. E. SMITH)**

***FORMULATION OF LIQUID BIOINSECTICIDES AND  
EFFICACY OF TWO MONTH-SHELF-LIFE AGAINST  
Spodoptera frugiperda (J. E. SMITH)***



**Siti Nurfuadanti  
05081282126033**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN  
JURUSAN ILMU HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2024**

## SUMMARY

**SITI NURFUADIANTI**, Formulation of Liquid Bioinsecticides and Efficacy of Two Month-Shelf-Life against *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Supervised by **SITI HERLINDA**)

Maize (*Zea mays* L.) ranks second after rice among food crop commodities cultivated in Indonesia. However, maize production was threatened during growth due to susceptibility to pests and diseases throughout the life cycle. One of the problems that can reduce productivity is *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) pest attack, which often causes 100% yield loss in corn in South Sumatra and can attack all stages of corn, from vegetative to generative. Damage often occurs on the leaves and growing points of the plant, which can cause damage to the formation of plant buds. The aim of this research was to determine the effect of a liquid bioinsecticide formulation with a two months-shelf-life against *S. frugiperda* larvae.

The fungi used were *Beauveria bassiana* (Bals-criv), *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) and *Penicillium citrinum* (Thom). The formulation test was conducted by applied the liquid bioinsecticide suspension topically to 50 first-instar *S. frugiperda* larvae and used a concentration of  $1 \times 10^{10}$  conidia/mL and used one control and nine formulation treatments with entomopathogenic fungi founded in the JgSpk isolate as *B. bassiana*, CaTpPga as *M. anisopliae*, and JaTpOi (2) as *P. citrinum*, with three replicates for each treatment.

Based on the results showed that the highest larval mortality rate was found in *P. citrinum* isolate JaTpOi E2. The high mortality of larvae occurs due to the influence of entomopathogenic fungi contained in liquid bioinsecticides that affect the larvae. Entomopathogenic fungi infect insects and attack the cuticle of insects. Liquid bioinsecticides containing entomopathogenic fungi affect appetite preferences, larval mortality, physical and behavioral changes of *S. frugiperda* larvae. The lowest average pupae emergence was found in *P. citrinum* with 0.11%, and the lowest average adult emergence was observed in *B. bassiana* at 0.06%. Therefore, the liquid bioinsecticide with a two month-shelf-life and the highest efficacy against *S. frugiperda* from the isolate JaTpOi (2) *P. citrinum*. This research needs to be further developed regarding research to kill *S. frugiperda* in the future.

Key words: *Beauveria bassiana*, entomopatogenic fungi, *Metarhizium anisopliae*, fall armyworm, *Pencillium citrinum*

## RINGKASAN

**SITI NURFUADIANTI**, Formulasi Bioinsektisida Cair dan Uji Efikasi pada Umur Simpan Dua Bulan terhadap Larva *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Dibimbing oleh **SITI HERLINDA**).

Jagung (*Zea mays* L.) menempati urutan kedua setelah padi di antara komoditas tanaman pangan yang dibudidayakan di Indonesia. Namun, produksi jagung terancam selama masa pertumbuhan karena kerentanannya terhadap hama dan penyakit di sepanjang siklus hidupnya. Salah satu permasalahan yang dapat menurunkan produktivitas adalah serangan hama *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) yang sering menyebabkan kehilangan hasil mencapai 100% pada jagung di Sumatera Selatan dan dapat menyerang semua stadium jagung, mulai dari vegetatif hingga generatif. Kerusakan sering dijumpai pada daun dan titik tumbuh tanaman sehingga dapat menyebabkan rusaknya pembentukan tunas tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh formulasi bioinsektisida cair dengan masa simpan dua bulan terhadap larva *S. frugiperda*.

Jamur yang digunakan adalah *Beauveria bassiana* (Bals-criv), *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff), dan *Penicillium citrinum* (Thom). Berdasarkan hasil penelitian dilakukan uji formulasi dengan mengoleskan suspensi bioinsektisida cair secara topikal pada 50 ekor larva *S. frugiperda* instar satu dengan konsentrasi  $1 \times 10^{10}$  konidia/mL dan menggunakan satu kontrol dan sembilan perlakuan formulasi dengan jamur entomopatogen yang terdiri dari isolat JgSpk sebagai *B. bassiana*, CaTpPga sebagai *M. anisopliae*, dan JaTpOi (2) sebagai *P. citrinum*, dengan tiga kali ulangan pada setiap perlakuan.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kematian larva tertinggi terdapat pada isolat *P. citrinum* JaTpOi E2. Tingginya mortalitas larva dikarenakan pengaruh jamur entomopatogen yang terkandung dalam bioinsektisida cair yang mempengaruhi larva. Jamur entomopatogen merupakan jamur yang dapat menginfeksi serangga yang masuk dan menyerang kutikula serangga. Bioinsektisida cair yang terdapat jamur entomopatogen mempengaruhi preferensi nafsu makan, mortalitas larva, perubahan fisik dan perilaku larva *S. frugiperda*. Rata-rata kemunculan pupa terendah terdapat pada *P. citrinum* sebesar 0,11%, dan rata-rata kemunculan imago terendah terdapat pada *B. bassiana* sebesar 0,06%. Oleh karena itu, bioinsektisida cair dengan masa simpan dua bulan dan efikasi tertinggi terhadap *S. frugiperda* dari isolat JaTpOi (2) *P. citrinum*. Penelitian ini perlu dikembangkan lebih lanjut terkait penelitian untuk membunuh *S. frugiperda* di masa yang akan datang.

Kata Kunci : *Beauveria bassiana*, jamur entomopatogen, *Metarhizium anisopliae*, ulat grayak, *Penicillium citrinum*

# SKRIPSI

## FORMULASI BIOINSEKTISIDA CAIR DAN UJI EFIKASI PADA UMUR SIMPAN DUA BULAN TERHADAP LARVA *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH)

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar  
Sarjana Pertanian Pada Fakultas Pertanian  
Univesitas Sriwijaya



Siti Nurfuadianti

05081282126033

PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN  
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2024

**LEMBARAN PENGESAHAN**

**FORMULASI BIOINSEKTISIDA CAIR DAN UJI EFIKASI PADA UMUR  
SIMPAN DUA BULAN TERHADAP LARVA *Spodoptera frugiperda*  
(J. E. SMITH)**

**SKRIPSI**

Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian  
Pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh

**Siti Nurfuadanti**  
**05081282126033**

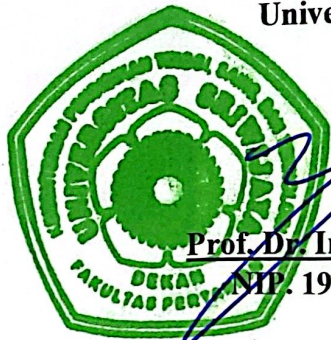
Indralaya, Desember 2024  
Pembimbing

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

**ILMU ALAT PENGABDIAN**

Mengetahui.

**Dekan Fakultas Pertanian  
Universitas Sriwijaya**



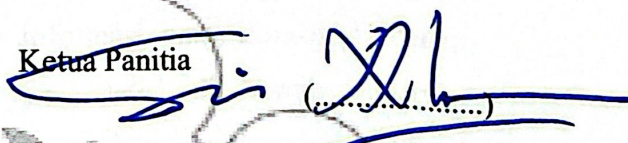
**Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M. Agr.**  
**NIP. 196412291990011001**

Skripsi dengan judul “Formulasi Bioinsektisida Cair dan Uji Efikasi pada Umur Simpan Dua Bulan terhadap Larva *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith” oleh Siti Nurfuadianti telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 03 Desember 2024 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

### Komisi Penguji

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

Ketua Panitia



2. Titi Tricahyati, S.P., M.Si.  
NIP 199802072024062001

Sekretaris Panitia



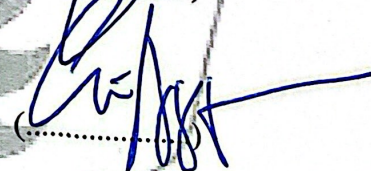
3. Prof. Dr. Ir. Suwandi, M. Agr.  
NIP 196801111993021001

Ketua Penguji



4. Erise Anggraini, S. P., M. Si. Ph. D  
NIP 198902232012122001

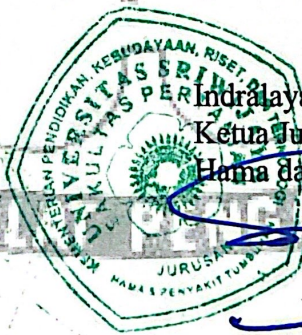
Anggota Penguji



Indralaya, 03 Desember 2024

Ketua Jurusan

Hama dan Penyakit Tumbuhan



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

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Siti Nurfuadianti  
NIM : 05081282126033  
Judul : Formulasi Bioinsektisida Cair dan Uji Efikasi Pada Umur Simpan  
Dua Bulan Terhadap Larva *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith

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

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



Indralaya, Desember 2024



(Siti Nurfuadianti)



## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis memiliki nama lengkap Siti Nurfuadiani yang lahir di Palembang pada tanggal 15 Juni 2003. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dan terlahir dari pasangan Bapak Santoso dan Ibu Siti Partawi. Penulis mempunyai 1 adik perempuan bernama Syafitri Dwi Iryanti dan 1 adik laki-laki bernama Muhammad Tegar Setiawan. Penulis bertempat tinggal di Desa Sungai Rengit.

Penulis memulai pendidikannya di TK IKI PTPN VII Musi Landas, lalu penulis melanjutkan jenjang pendidikannya di Sekolah Dasar Negeri 14 Talang Kelapa, kemudian melanjutkan Sekolah Menengah Pertama di Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Sembawa dan melanjutkan jenjang pendidikan di Sekolah Menengah Kejuruan di Sekolah Menengah Kejuruan Pertanian Pembangunan Negeri Sembawa dan diterima di Perguruan Tinggi Negeri Universitas Sriwijaya di tahun 2021 melalui jalur SBMPTN sebagai mahasiswi program studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.

Selama berstatus menjadi mahasiswi di Universitas Sriwijaya, penulis aktif dalam beberapa kegiatan dikampus. Tercatat pernah menjadi Ketua Departement Dana dan Usaha Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman pada tahun 2022-2023. Dalam bidang akademik, penulis aktif menjadi asisten dosen pada praktikum Mikologi tahun 2022, Virologi tahun 2023, Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman 2023 dan 2024 serta Ekologi Serangga tahun 2024.

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadirat Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Formulasi Bioinsektisida Cair Dan Uji Efikasi Pada Umur Simpan Dua Bulan Terhadap Larva *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)”. Dengan rahmat Allah SWT. penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Sholawat serta salam penulis curahkan kepada junjungan Nabi Agung Nabi Muhammad SAW. Beserta para keluarga, sahabat dan pengikutnya sampai akhir zaman.

Penelitian ini didanai oleh Anggaran DIPA Badan Layanan Umum, Universitas Sriwijaya, Tahun Anggaran 2024, No. SP DIPA-023.17.2.677515/2024 tanggal 24 November 2023, sesuai dengan SK Rektor, Nomor 0016/UN9/SK.LP2M.PT/2024, tanggal 24 Juni 2024 yang diketuai oleh Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si. Oleh karena itu, tidak diperkenankan menyebarkan dan/atau mempublikasikan data yang ada skripsi ini tanpa izin tertulis dari Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya bimbingan, bantuan, dukungan dan nasehat dari berbagai pihak selama penyusunan skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih setulus-tulusnya kepada Bapak Prof. Dr. Ir. A. Muslim. M, Agr., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Ibu Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si, selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Prodi Proteksi Tanaman dan selaku pembimbing skripsi yang telah memberikan arahan dan bimbingan mulai dari awal perencanaan penelitian, bapak Santoso dan Ibu Siti Partiwati kedua orang tua penulis yang selalu memberikan kasih sayang, dan doa yang selalu menyertai setiap langkah hidup penulis, Syahfitri Dwi Iryanti dan M. Tegar Setiawan adik penulis tercinta, keluarga dan kerabat, Muhammad Syahrofi yang selalu membantu dan memberikan dukungan penuh selalu kepada penulis, kepada Novita Anggraini, Dhea Laura Anastasyah dan Nurul Amanah selaku sahabat yang selalu mendukung dan memberikan semangat penulis, Anggita putri dan Siti

Nurhaliza selaku tim penelitian yang telah memberikan dukungan dan semangat serta kompak bekerja sama sebagai tim, Jelly Milinia Puspita Sari, S.P., M.Si selaku mentor yang membantu dan memberikan arahan, sahabat dan teman-teman yang tidak bisa disebut satu persatu, yang banyak membantu, dan memotivasi penulis dalam penelitian dan menyelesaikan skripsi.

Indralaya, November 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Hipotesis.....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Taksonomi dan Morfologi <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	4
2.1.1. Taksonomi <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	4
2.1.2. Morfologi <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	5
2.1.2.1. Telur .....	5
2.1.2.2. Larva .....	5
2.1.2.3. Pupa.....	6
2.1.2.4. Imago.....	7
2.2. Biologi <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	8
2.3. Perilaku <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	8
2.3.1 Telur.....	8
2.3.2 Larva .....	9
2.3.3. Pupa.....	9
2.3.4. Imago.....	10
2.4. Tumbuhan Inang dan Gejala Serangan <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	10
2.4.1. Tumbuhan Inang <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	10
2.4.2. Gejala Serangan <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	10

2.5. Taksonomi dan Teknik Budidaya Jagung <i>Zea mays</i> .....	11
2.5.1. Taksonomi Jagung <i>Zea mays</i> L.....	12
2.5.2. Teknik Budidaya .....	12
2.6. Spesies Jamur Entomopatogen.....	12
2.6.1. <i>Beauverias bassiana</i> .....	13
2.6.1.1. Taksonomi <i>Beauveria bassiana</i> .....	13
2.6.1.2. Morfologi <i>Beauveria bassiana</i> .....	13
2.6.2. <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	15
2.6.2.1. Taksonomi <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	15
2.6.2.2. Morfologi <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	15
2.6.3. <i>Penicillium citrinum</i> .....	16
2.6.3.1. Taksonomi <i>Penicillium citrinum</i> .....	16
2.6.3.2. Morfologi <i>Penicillium citrinum</i> .....	16
2.7. Siklus Hidup Jamur Entomopatogen.....	17
2.8. Mekanisme Jamur Entomopatogen .....	17
2.9. Formulasi Bioinsektisida Cair.....	18
<b>BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN</b> .....	20
3.1. Tempat dan Waktu .....	20
3.2. Alat dan Bahan.....	20
3.3. Metode Penelitian.....	20
3.4. Cara Kerja .....	21
3.4.1. Pembiakan Massal <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	21
3.4.2. Steriliasasi Alat dan Bahan .....	23
3.4.3. Pembersihan Isolat Fungi Entomopatogen .....	23
3.4.4. Pembuatan Formulasi Bioinsektisida Cair .....	26
3.4.5. Uji formulasi Bioinsektisida Cair ke Larva .....	28
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	32
4.1. Hasil .....	32
4.2. Pembahasan.....	45
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	44
5.1. Kesimpulan .....	47
5.2. Saran.....	47

DAFTAR PUSTAKA .....	45
LAMPIRAN .....	54

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Morfologi telur <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	5
Gambar 2.2. Morfologi larva <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	6
Gambar 2.3. Ciri-ciri morfologi <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	6
Gambar 2.4. Prepupa dan pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	7
Gambar 2.5. Morfologi imago <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	7
Gambar 2.6. Siklus hidup <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	8
Gambar 2.7. Telur <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	9
Gambar 2.8. Gejala serangan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	11
Gambar 2.9. Morfologi makroskopis <i>Beauveria bassiana</i> .....	14
Gambar 2.10. <i>Beauveria bassiana</i> menyerang larva .....	14
Gambar 2.11. Makroskopis <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	15
Gambar 2.12. <i>Metarhizium anisopliae</i> menyerang larva .....	15
Gambar 2.13. Makroskopis <i>Penicillium citrinum</i> .....	17
Gambar 2.14. Skema Proses Infeksi melalui Penetrasi Kutikula Inang.....	18
Gambar 3.1. Pembiakan massal <i>Spodoptera frugiperda</i> di Laboratorium.....	20
Gambar 3.2. Kotak cup untuk pupa, kotak khusus modifikasi untuk pupa dan tempat peletakan telur imago .....	21
Gambar 3.3. Kotak pada Haemocytometer .....	24
Gambar 3.4. Pembuatan formulasi bioinsektisida cair.....	27
Gambar 3.5. Formulasi bioinsektisida cair .....	26
Gambar 3.6. Uji formulasi bioinsektisida ke <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	28
Gambar 3.7. Mengukur panjang pupa.....	30
Gambar 4.1. Makroskopis koloni isolat jamur entomopatogen pada media GYA.....	32
Gambar 4.2. Mortalitas larva <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	39
Gambar 4.3. Morfologi larva <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	40
Gambar 4.4. Morfologi pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	43
Gambar 4.5. Morfologi imago <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	43

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Isolat dan spesies jamur entomopatogen dari Sumatera Selatan Indonesia yang digunakan dalam penelitian ini .....	23
Tabel 3.2. Formulasi Bioinsektisida cair.....	26
Tabel 4.1. Kerapatan spora dan viabilitas konidia spesies jamur entomopatogen.....	34
Tabel 4.2. Berat badan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> pengamatan (mg/larva/hari).....	35
Tabel 4.3. Berat kotoran larva <i>Spodoptera frugiperda</i> pengamatan (mg/larva) .....	37
Tabel 4.4. Mortalitas dan LT <sub>50</sub> larva <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	39
Tabel 4.5. Panjang pupa .....	41
Tabel 4.6. Persentase kemunculan pupa dan imago, nisbah kelamin, jumlah telur per betina yang diaplikasikan bioinsektisida cair.....	42
Tabel 4.7. Waktu perkembangan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> yang diaplikasikan bioinsektisida cair.....	44



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Kerapatan Spora jamur entomopatogen pada bioinsektisida cair .....	57
Lampiran 2. Viabilitas Konidia jamur entomopatogen pada bioinsektisida cair .....	57
Lampiran 3. Berat badan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> yang diberi makan daun jagung yang telah ditetesi bioinsektisida cair.....	57
Lampiran 4. Berat kotoran larva <i>Spodoptera frugiperda</i> yang diberi makan daun jagung yang telah ditetesi bioinsektisida cair.....	63
Lampiran 5. Mortalitas larva <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	68
Lampiran 6. LT <sub>50</sub> mortalitas <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	68
Lampiran 7. Panjang pupa.....	69
Lampiran 8. Persentase pupa muncul.....	69
Lampiran 9. Persentase imago muncul .....	69
Lampiran 10. Nisbah kelamin .....	70
Lampiran 11. Fekunditas.....	70
Lampiran 12. Waktu perkembangan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> yang diaplikasikan bioinsektisida cair.....	71
Lampiran 13. Suhu dan kelembaban ruangan selama penelitian .....	73

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Jagung (*Zea mays* L.) adalah salah satu komoditi tanaman pangan penting yang dibudidayakan dan dikonsumsi masyarakat Indonesia (Padjung *et al.*, 2020). Jagung menduduki peringkat kedua setelah padi di negara Indonesia, sedangkan berdasarkan peringkat bahan pangan di dunia jagung menempati posisi ke tiga setelah padi dan gandum (Ansuruddin *et al.*, 2023). Akan tetapi, produksi jagung terancam pertumbuhannya dikarenakan dalam siklus hidupnya jagung rentan terserang hama dan penyakit yang menyerang mulai dari biji hingga ke panen (Hasan *et al.*, 2023). Salah satu permasalahan yang dapat menurunkan produktivitas adalah serangan hama yang seringkali menyebabkan hilangnya hasil. Budidaya jagung masih rentan terhadap serangan hama dan penyakit, dan jagung merupakan salah satu tanaman yang dapat diserang hama pada masa pertumbuhannya, mulai dari pembibitan hingga generatif (Sari *et al.*, 2023). Selain itu, terbatasnya pengetahuan yang dimiliki petani dalam mengatasi hama dan penyakit berdampak pada produktivitas jagung bahkan dapat menimbulkan kerugian bagi petani. Iklim berpengaruh langsung terhadap bioekologi serangga hama, seperti perubahan iklim drastis yang dapat mengganggu proses perkembangbiakan serangga (berkurang atau bertambah).

*Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) merupakan serangga yang hidup di daerah tropis, memiliki banyak inang yang tanaman pangan dari kelompok Graminae, seperti jagung, padi, gandum, sorgum, dan tebu (Maharani *et al.*, 2019). *S. frugiperda* dilaporkan oleh (Lestari *et al.*, 2020) pertama kali masuk ke Indonesia pada awal tahun 2019 yang menyerang pada lahan jagung di bagian utara Pulau Sumatera. Menurut (Herlinda *et al.*, 2022) kerusakan mencapai 100% pada jagung di Sumatera Selatan disebabkan oleh *S. frugiperda* yang dapat menyerang semua stadium jagung, mulai dari vegetatif hingga generatif. Kerusakan sering dijumpai pada daun dan titik tumbuh tanaman sehingga dapat menyebabkan rusaknya pembentukan tunas tanaman. Larva *S. frugiperda* dapat dan merusak banyak tanaman penting, karena kondisi sekitar

menyediakan lingkungan yang nyaman bagi berbagai spesies tanaman inang sebelum kondisi cuaca mendukung. Salah satu gejala serangan *S. frugiperda* pada jagung, biasanya ditandai dengan adanya feses pada inang terutama pada kuncup daun yang belum terbuka (Putra and Putri, 2023). Menurut (Rindiani *et al.*, 2024) gejala serangan memiliki ciri adanya lubang bekas gigitan dan merusak jalan masuk tongkol, batang hingga bunga. Puncak serangan larva merusak pada saat jagung berumur 4 minggu dan akan menurun pada umur 8 minggu hingga serangan selanjutnya (Herlinda *et al.*, 2022)

Untuk itu diperlukan pengendalian dan penanganan yang tepat. Umumnya, *S. frugiperda* dikendalikan menggunakan pestisida sintetik karena lebih cepat dan mudah (Zhang *et al.*, 2021), namun dikhawatirkan akan membunuh yang bukan sasarannya, seperti predator dan parasitoid (Ricupero *et al.*, 2020). Untuk meminimalisir itu terjadi, digunakan patogen fungi entomopatogen sebagai pengendalian larva *S. frugiperda* (Assefa and Ayalew, 2019). Agar serangga predator tidak mengalami penurunan, karena predator memiliki mobilitas tinggi (Herlinda *et al.*, 2020). FAW terinfeksi oleh beberapa entomopatogen, antara lain *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* dan *Penicillium citrinum*. Menurut (Lestari *et al.*, 2022) sekitar 78% penyebab kematian *S. frugiperda* disebabkan oleh Fungi *Metarhizium* sp. pada saat aplikasi secara topikal dan pada fungi *B. bassiana* mencapai 80% kematian (Ramanujam *et al.*, 2020). Fungi entomopatogen mampu menekan pertumbuhan hama yang membuat terganggunya pertumbuhan dan perkembangan serta menyebabkan kematian pada larva (Russo *et al.*, 2021). Efek samping yang dihasilkan memproduksi metabolit sekunder dalam hemolimfa serangga dan mengganggu metabolisme sel dan senyawa toksin yang membunuh (Herlinda *et al.*, 2020), terjadi perubahan fisik yang menyebabkan larva mengecil, mengerut, menyusut dan mengering (Ayudya *et al.*, 2019). Fungi ini bersifat patogen terhadap *S. frugiperda* yang ditemukan dalam jaringan tanaman yang ada di Indonesia, khususnya di Sumatera Selatan dan diharapkan mampu menjadi potensi besar terhadap penanganan terhadap *S. frugiperda* (Gustianingtyas *et al.*, 2021).

## **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh formulasi bioinsektisida cair dengan masa simpan dua bulan terhadap larva *S. frugiperda*?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian adalah untuk menentukan uji masa simpan umur dua bulan dari formulasi bioinsektisida cair terhadap larva *S. frugiperda*.

## **1.4. Hipotesis**

Hipotesis dalam penelitian ini diduga bahwa bioinsektisida cair dengan masa simpan dua bulan yang diformulasikan paling efektif terhadap *S. frugiperda*.

## **1.5. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan menjadi sumber informasi dan ilmu pengetahuan tambahan mengenai dampak jamur entomopatogen dalam bentuk bioinsektisida cair yang diaplikasikan pada larva *Spodoptera frugiperda* masa simpan dua bulan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afandhi, A., Widjayanti, T., Emi, A. A. L., Tarno, H., Afiyanti, M., and Handoko, R. N. S. 2019. Endophytic fungi *Beauveria bassiana* Balsamo accelerates growth of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 6(1), 1–7.
- Ahsan, S. M., Injamum-Ul-Hoque, M., Das, A. K., Rahman, M. M., Mollah, M. M. I., Paul, N. C., and Choi, H. W. 2024. Plant–entomopathogenic fungi interaction: recent progress and future prospects on endophytism-mediated growth promotion and biocontrol. *Plants*, 13(10).
- Ansoruddin, A., Purba, D. W., Butar-Butar, W. L., Azhari, M. N., Rafitra, M. R., and Tarigan, R. H. 2023. Growth effects of corn plants (*zea mays*) on agronomic aspects of oil palm tree stands. *Jurnal agrium*, 20(1), 69–76.
- Arifin, S. H. A., and Abdullah, T. 2023. Morphology and life cycle of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) with soybean leaf ( *Glycine max*[L.] Merr.) in the laboratory. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1230(1).
- Assefa, F., and Ayalew, D. 2019. Status and control measures of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) infestations in maize fields in ethiopia: a review. *Cogent Food and Agriculture*, 5(1), 1–16.
- Ayudya, D. R., Herlinda, S., and 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*. *Biodiversitas*, 20(8), 2101–2109.
- Babu, S. R., Kalyan, R., Joshi, S., Balai, C., Mahla, M., and 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.
- Bakry, M. M. S., and Abdel-Baky, N. F. 2023. Impact of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) infestation on maize growth characteristics and yield loss. *Brazilian Journal of Biology*, 84,

1–16.

- Baudron, F., Zaman-Allah, M. A., Chaipa, I., Chari, N., and 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. *Crop Protection*, 120, 141–150.
- Bhavani, B., Sekhar, C. V, Varma, K. P., and 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.
- Bich, G. A., Castrillo, M. L., Kramer, F. L., Villalba, L. L., and Zapat, P. D. 2021. Morphological and molecular identification of entomopathogenic fungi from agricultural and forestry Crops. *Floresta e Ambiente*, 28(2), 1–11.
- Bogas, A. C., Cruz, F. P. N., Lacava, P. T., and Sousa, C. P. 2024. Endophytic fungi: an overview on biotechnological and agronomic potential. *Brazilian Journal of Biology*, 84, 1–9.
- Branine, M., Bazzicalupo, A., and Id, S. B. 2019. Biology and Applications of endophytic insect- pathogenic fungi. *PLOS Pathogens*, 1–7.
- Chaithra, M., Prameeladevi, T., Bhagyasree, S. N., Prasad, L., Subramanian, S., and Kamil, D. 2022. Multilocus sequence analysis for population diversity of indigenous entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* and its bio-efficacy against the cassava mite, *Tetranychus truncatus* Ehara (Acari: Tetranychidae). *Frontiers in Microbiology*, 13(October), 1–11.
- Dong, H., Zhu, K. hui, Zhao, Q., Bai, X. ping, Zhou, J. cheng, and Zhang, L. sheng. 2021. Morphological defense of the egg mass of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) affects parasitic capacity and alters behaviors of egg parasitoid wasps. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 24(3), 671–678.
- Faddilah, D. R., Verawaty, M., and Herlinda, S. 2022. Growth of fall armyworm , *Spodoptera frugiperda* J . E . Smith ( Lepidoptera : Noctuidae ) fed on young maize colonized with endophytic fungus *Beauveria bassiana* from South Sumatra , Indonesia. *Biodiversitas*, 23(12), 6652–6660.

- Ferreira, J. M., Fernandes, É. K. K., Kim, J. S., and Soares, F. E. F. 2024. The combination of enzymes and conidia of entomopathogenic fungi against *Aphis gossypii* nymphs and *Spodoptera frugiperda* larvae. *Journal of Fungi*, 10(4).
- Gao, Y. P., Luo, M., Wang, X. Y., He, X. Z., Lu, W., and Zheng, X. L. 2022. Pathogenicity of *Beauveria bassiana* PfBb and immune responses of a non-target host, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Insects*, 13(10).
- Gustianingtyas, M., Herlinda, S., and Suwandi, S. 2021. The endophytic fungi from South Sumatra (Indonesia) and their pathogenicity against the new invasive fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Biodiversitas*, 22(2), 1051–1062.
- Hasan, P. A., Hidayah, N., and Fadillah, N. 2023. Insect pest diversity of corn plants (*Zea mays*) in Baringeng village, Soppeng regency, South Sulawesi province. *Bioeduscience*, 7(1), 33–40.
- Herlinda, S., Efendi, R. A., Suharjo, R., Hasbi, Setiawan, A., Elfita, and Verawaty, M. 2020. New emerging entomopathogenic fungi isolated from soil in South Sumatra (Indonesia) and their filtrate and conidial insecticidal activity against *Spodoptera litura*. *Biodiversitas*, 21(11), 5102–5113.
- Herlinda, S., Gustianingtyas, M., Suwandi, S., Suharjo, R., Sari, J. M. P., and Lestari, R. P. 2021. Endophytic fungi confirmed as entomopathogens of the new invasive pest, the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), infesting maize in South Sumatra, Indonesia. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 31(1).
- Herlinda, S., Gustianingtyas, M., Suwandi, S., Suharjo, R., Sari, J. M. P., Suparman, Hamidson, H., and Hasyim, H. 2022. endophytic fungi from South Sumatra (Indonesia) in seed-treated corn suppressing *Spodoptera frugiperda* growth. *Biodiversitas*, 23(11), 6013–6020.
- Herlinda, S., Octariati, N., Suwandi, S., and 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.
- Herlinda, S., Oktareni, S. S., Suparman, Anggraini, E., Elfita, Setiawan, A.,

- Verawaty, M., Hasbi, and Lakitan, B. 2020. Effect of application of uv irradiated *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* on larval weight and mortality of *Spodoptera litura*. 8(Iccesi 2019), 64–70.
- Herlinda, S., Prabawati, G., Pujiastuti, Y., Susilawati, Karenina, T., Hasbi, and Irsan, C. 2020. Herbivore insects and predatory arthropods in freshwater swamp rice field in South Sumatra, Indonesia sprayed with bioinsecticides of entomopathogenic fungi and abamectin. *Biodiversitas*, 21(8), 3755–3768.
- Herlinda, S., Sinaga, M. E., Ihsan, F., Fawwazi, F., Suwandi, S., Hasbi, Irsan, C., Suparman, Muslim, A., Hamidson, H., Arsi, Umayah, A., and 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).
- Herlinda, S., Suharjo, R., Elbi Sinaga, M., Fawwazi, F., and 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(6), 412–419.
- Himanshu, Sameeksha, and Kumar, M. 2022. A comprehensive review on pharmaceutical liquid dosage form. *Acta Scientific Pharmaceutical Sciences*, July, 12–24.
- Hruska, A. J. 2019. Fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) management by smallholders. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 14(September).
- Idrees, A., Afzal, A., Qadir, Z. A., and Li, J. 2022. Bioassays of *Beauveria bassiana* isolates against the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Journal of Fungi*, 8(7).
- Idrees, A., Qadir, Z. A., Akutse, K. S., Afzal, A., Hussain, M., Islam, W., Waqas, M. S., Bamisile, B. S., and Li, J. 2021. Effectiveness of entomopathogenic fungi on immature stages and feeding performance of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) Larvae. *Insects*, 12(11).
- Iida, Y., Higashi, Y., Nishi, O., Kouda, M., Maeda, K., Yoshida, K., Asano, S., Kawakami, T., Nakajima, K., Kuroda, K., Tanaka, C., Sasaki, A., Kamiya, K., Yamagishi, N., Fujinaga, M., Terami, F., Yamanaka, S., and Kubota, M.



2023. Entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*–based bioinsecticide suppresses severity of *Powdery mildews* of vegetables by inducing the plant defense responses. *Frontiers in Plant Science*, 14(August), 1–12.
- Jensen, B. M., Althoff, R. A., Rydberg, S. E., Royster, E. N., Estep, A., and Huijben, S. 2022. Topical application bioassay to quantify insecticide toxicity for mosquitoes and fruit flies. *JOVE*, January, 2–23.
- Kasige, R. H., Dangalle, C. D., Pallewatta, N., and Perera, M. T. M. D. R. 2022. Laboratory studies of larval cannibalism in same-age conspecifics of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae) in Maize. *Tropical Agricultural Research and Extension*, 25(1), 85.
- Kasige, R., Pallewatta, N., and Dangalle, C. 2021. Morphology and morphometrics of egg masses of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae) in Sri Lanka. *Biodiversity and Sustainable Tourism*, January.
- Lestari, P., Budiarti, A., Fitriana, Y., Susilo, F., Swibawa, I. G., Sudarsono, H., Suharjo, R., Hariri, A. M., Purnomo, Nuryasin, Solikhin, Wibowo, L., Jumari, and Hartaman, M. 2020. Identification and genetic diversity of *Spodoptera frugiperda* in Lampung province, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(4), 1670–1677.
- Lestari, Y. A., Verawaty, M., and Herlinda, S. 2022. Development of *Spodoptera frugiperda* fed on young maize plant's fresh leaves inoculated with endophytic fungi from South Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 23(10), 5056–5063.
- Liu, D., Smaghe, G., and Liu, T. X. 2023. Interactions between entomopathogenic fungi and insects and prospects with glycans. *Journal of Fungi*, 9(5).
- Maharani, Y., Dewi, V. K., Puspasari, L. T., Rizkie, L., Hidayat, Y., and Dono, D. 2019. Cases of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) attack on maize in Bandung, Garut and Sumedang District, West Java. *CROPSAVER - Journal of Plant Protection*, 2(1), 38–46.
- Mahardiananta, I. Made Agus Nugraha, I. M. A., Putra, P. A. M., and Gede Sura

- Adnyana, I. 2022. Magnetic Stirrer with Speed Advisor and Timer Based on Microcontroller. *Journal of Robotics and Control (JRC)*, 3(1), 18–25.
- Mahyono, D., Purba, E., and Marheni. 2022. Increasing growth and production of corn (*Zea Mays* L.) with different planting point patterns and management of weeds. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1018(1).
- Manganyi, M. C., and Ateba, C. N. 2020. Untapped potentials of endophytic fungi: A review of novel bioactive compounds with biological applications. *Microorganisms*, 8(12), 1–25.
- Marri, D., Mensah, S. A., Kotey, D. A., Abraham, J., Billah, M. K., and Osaie, M. 2023. Basic developmental characteristics of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), reared under laboratory conditions. *Psyche: Journal of Entomology*, 2023, 9.
- Navasero, M. M., and Villegas, M. N. 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.
- Nguyen, H. C., Lin, K. H., Nguyen, T. P., Le, H. S., Ngo, K. N., Pham, D. C., Tran, T. N., Su, C. H., and Barrow, C. J. 2023. Isolation and cultivation of *Penicillium citrinum* for biological control of *Spodoptera litura* and *Plutella xylostella*. *Fermentation*, 9(5), 1–12.
- Norjmaa, U., Nasamdulam, D., Enkhjargal, B., and Banzragch, D. 2019. Morphological and molecular identification of *Beauveria bassiana* from agricultural soils. *Mongolian Journal of Agricultural Sciences*, 27(02), 20–24.
- Nyaupane, S., Mainali, R. P., Kafle, S., and Bajracharya, A. S. (2022). Fall armyworm: current status in Nepal, its management and way forward. *Nepal Journal of Science and Technology*, 21(1), 121–138.
- Oliva-Cruz, M., Altamirano-Tantalean, M. A., Chuquizuta-Torres, R., Oliva-Cruz, C., Maicelo-Quintana, J. L., Leiva-Espinoza, S. T., Culqui, L., Mendez-Fasabi, L. D., Rojas Ventura, H. M., Corazon-Guivin, M. A., and Juarez-Contreras, L. (2024). Isolation and characterization of native isolates of *Metarhizium* sp. as a biocontrol agent of *Hypothenemus hampei* in Rodríguez

- de Mendoza Province—Peru. *Agronomy*, 14(7).
- Padjung, R., Bdr, M. F., Nasaruddin, N., Ridwan, I., Anshori, M. F., Abduh T, A. D. M., and Fachri, A. A. 2020. Growth and production of corn in various planting distances systems. *Agrotech Journal*, 5(2), 89–93.
- Putra, I. L. I., and Putri, T. T. 2023. *Spodoptera frugiperda* J.E Smith attack on non-maize crops in Bantul regency. *Journal of Biotechnology and Natural Science*, 3(1), 15–23.
- Putri, Q. S., Oktapiani, W., Herlinda, S., and Suwandi, S. 2024. Susceptibility of immature *Telenomus remus*, an egg parasitoid of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), to entomopathogenic fungi from South Sumatra, Indonesia. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 34(1).
- Ramanujam, B., Poornesha, B., and Shylesha, A. N. 2020. Effect of entomopathogenic fungi against invasive pest *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in maize. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30(1).
- Reddy, N. A., Saindane, Y., Chaudhari, C., and Landage, S. 2021. Biology of fall armyworm, *Spodoptera Frugiperda* (J.E. Smith) on sorghum. *Journal of Entomological Research*, 45(2), 307–310.
- Ricupero, M., Desneux, N., Zappalà, L., and Biondi, A. 2020. Target and non-target impact of systemic insecticides on a *Polyphagous* aphid pest and its parasitoid. *Chemosphere*, 247.
- Rindiani, D. E., Herlinda, S., and Suwandi, S. 2024. Population and attacks of *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) on corn inoculated with endophytic entomopathogenic fungi from South Sumatra, Indonesia. *Jurnal Lahan Suboptimal : Journal of Suboptimal Lands*, 13(1), 87–93.
- Russo, M. L., Jaber, L. R., Scorsetti, A. C., Vianna, F., Cabello, M. N., and Pelizza, S. A. 2021. Effect of entomopathogenic fungi introduced as corn endophytes on the development, reproduction, and food preference of the invasive fall armyworm *Spodoptera frugiperda*. *Journal of Pest Science*, 94(3), 859–870.
- Sahir, M., and Latama, R. G. 2019. Analysis of developmental seaweed spores

- (*Kappaphycus alvarezii*) on culture media enriched with a combination of nitrogen and phosphate. *International Journal of Scientific and Research Publications (IJSRP)*, 9(7), p9102.
- Sari, J. M. P., Herlinda, S., Suwandi, S., and Elfita. 2023. Effect of endophytic entomopathogenic fungal conidia and blastospores induced in maize plants by seed inoculation on *Spodoptera frugiperda* immune response and mortality. *Biodiversitas*, 24(10), 5709–5717.
- Sari, S. P., Suliansyah, I., Nelly, N., Hamid, H., and Dwipa, I. 2023. Corn pests and evaluation of the implementation of integrated pest management in West Sumatra, Indonesia. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 13(1), 91–96.
- Sharma, A., Shukla, A. K., Srivastava, A., and Kirti, S. 2020. Entomopathogenic fungi: a potential source for biological control of insect pest. *Phytobiomes: Current Insights and Future Vistas*, July, 1–403.
- Shi, Y., Li, L. Y., Shahid, S., Smaghe, G., and Liu, T. X. 2021. Effect of soil moisture on pupation behavior and inhabitation of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Applied Entomology and Zoology*, 56(1), 69–74.
- Supartha, I. W., Susila, I. W., Sunari, A. A. A. S., Mahaputra, I. G. F., Yudha, I. K. W., and Wiradana, P. A. 2021. Damage characteristics and distribution patterns of invasive pest, *Spodoptera frugiperda* (J.e smith) (Lepidoptera: Noctuidae) on maize crop in Bali, Indonesia. *Biodiversitas*, 22(6), 3378–3389.
- Tasane, B., and Assagaf, S. A. 2021. Cultivation of planting and fertilization techniques on *Zea mays* corn plants. 2(April), 53–59.
- Tendeng, E., Labou, B., Diatte, M., Djiba, S., and 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), 1011–1026.
- Thesseling, F. A., Bircham, P. W., Mertens, S., Voordeckers, K., and Verstrepen, K. J. 2019. A hands-on guide to brewing and analyzing beer in the laboratory. *Current Protocols in Microbiology*, 54(1), 1–32.
- Tiwari, S., and Deole, S. 2021. Studies on life cycle of fall armyworm,

- Spodoptera frugiperda* (J . E . Smith) on maize at Raipur , Chhattisgarh. *The Pharma Innovation Journal*, 10(2), 643–646.
- Trisyono, Y. A., Suputa, S., Aryuwandari, V. E. F., Hartaman, M., and Jumari, J. 2019. Occurrence of heavy infestation by the fall armyworm *Spodoptera frugiperda*, a new alien invasive pest, in corn Lampung Indonesia. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 23(1), 156.
- Visalakshi, M., Varma, P. K., Sekhar, V. C., Bharathalaxmi, M., Manisha, B. L., and Upendhar, S. 2020. Studies on mycosis of *Metarhizium* (Nomuraea) *rileyi* on *Spodoptera frugiperda* infesting maize in Andhra Pradesh, India. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30(1).
- Visser, A., and Van Den Berg, J. 2021. Bigger, faster, stronger: implications of inter-species interactions for IRM of Lepidopteran pests of Bt maize in Africa. *Journal of Integrated Pest Management*, 11(1).
- Wang, W., He, P., Zhang, Y., Liu, T., Jing, X., and Zhang, S. 2020. The population growth of *Spodoptera frugiperda* on six cash crop species and implications for its occurrence and damage potential in china. *Insects*, 11(9), 1–14.
- Wargane, V., Parate, S., Bramhankar, S., Rakhonde, D. P., Sonune, B., Mane, K., and Lavhe, N. 2019. Cultural and morphological characterizations of *Beauveria bassiana*. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(6), 591–594.
- Zhang, D. dan, Xiao, Y. tao, Xu, P. jun, Yang, X. ming, Wu, Q. lin, and Wu, K. ming. 2021. Insecticide resistance monitoring for the invasive populations of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* in China. *Journal of Integrative Agriculture*, 20(3), 783–791.