

SKRIPSI

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

***TWO MONTH-SHELF-LIFE FORMULATION OF SOLID
BIOINSECTICIDES AND THEIR EFFICACY AGAINST
Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) LARVAE***



**Monalisah
05081182126010**

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

SUMMARY

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

Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) is a new type of pest that is polyphagous and detrimental to farmers. Symptoms caused by *S. frugiperda* occur when it attacks at the beginning of the plant growth point until the plant is unable to form buds. One of the safe and environmentally friendly controls in controlling *S. frugiperda* pest attacks is biological control by utilizing entomopathogenic fungi. This research objective was to determine test the effect of the solid bioinsecticide on the two-month-shelf life regarding the growth of *S. frugiperda*.

This research method used a Completely Randomized Design (CRD) with 9 treatments and 1 control repeated three times and each replicate used 50 test insects with a concentration of 1×10^{10} conidia/mL. The fungi species used were isolates of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff), and *Penicillium citrinum* (Thom). The observed variables consisted of larvae mortality, larvae weight, larvae feces weight, pupa length, pupa emergence, imago emergence, larval developmental time, sex ratio, and number of eggs deflected.

Based on the results of the research, nine of solid bioinsecticide treatment with a shelf life of two months was kill *S. frugiperda* larvae. Solid bioinsecticides with a shelf life of two months was affect larvae feeding behavior, causing disrupted growth and development. The characteristics of the symptoms was that the larvae are black, dry, small, shrunken, stiff and there was dead larvae whose entire body was covered with white mycelium. The highest mortality percentage was found in the JgSPK A treatment of *B. bassiana* isolate with an average of 70%. The lowest percentage of pupae emergence was in the JgSPK A isolate *B. bassiana* treatment with an average 12% and the lowest percentage of imago emergence was in the JgSPK A isolate *B. bassiana* treatment with an average of 2.67%. So that eggs laid by female imago per treatment was less than control

Therefore, the solid bioinsecticides with the highest mortality percentage was in *B. bassiana* JgSPK A. Future research solid bioinsecticides with a two-month-shelf life was further investigated to control *S. frugiperda* larvae used a longer shelf life.

Keywords: *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Penicillium citrinum*, *Spodoptera frugiperda* larvae, Solid bioinsecticides

RINGKASAN

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

Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) merupakan hama jenis baru yang bersifat polifag dan merugikan petani. Gejala yang ditimbulkan oleh *S. frugiperda* terjadi ketika menyerang pada awal titik tumbuh tanaman hingga tanaman tidak mampu membentuk tunas. Pengendalian yang aman dan ramah lingkungan dalam mengendalikan serangan hama *S. frugiperda* salah satunya yaitu pengendalian secara hayati dengan memanfaatkan jamur entomopatogen. Adanya penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh bioinsektisida padat pada umur simpan dua bulan terhadap pertumbuhan larva *S. frugiperda*.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 9 perlakuan dan 1 kontrol yang diulang sebanyak tiga kali ulangan dan setiap ulangan menggunakan 50 serangga uji dengan konsentrasi 1×10^{10} konidia/mL. Spesies jamur yang digunakan dari isolat *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff), dan *Penicillium citrinum* (Thom). Peubah yang amati terdiri dari mortalitas larva, berat larva, berat kotoran larva, panjang pupa, pupa muncul, imago muncul, waktu perkembangan larva, nisbah kelamin, dan jumlah telur yang diletakkan.

Berdasarkan hasil penelitian sembilan perlakuan bioinsektisida padat umur simpan dua bulan dapat membunuh larva *S. frugiperda*. Bioinsektisida padat umur simpan dua bulan dapat mempengaruhi perilaku makan larva hingga menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan terganggu. Ciri-ciri gejala yang ditimbulkan yakni larva berwarna hitam, kering, kecil, mengkerut, kaku dan terdapat larva yang mati terdapat bagian seluruh tubuhnya diselubungi miselium berwarna putih. Persentase mortalitas tertinggi terdapat pada perlakuan JgSPK A isolat *B. bassiana* dengan rata-rata 70%. Persentase kemunculan pupa terendah terdapat pada perlakuan JgSPK A isolat *B. bassiana* dengan rata-rata 12% dan persentase kemunculan imago terendah terdapat pada perlakuan JgSPK A isolat *B. bassiana* dengan rata-rata 2.67%. Sehingga telur yang diletakkan oleh imago betina per perlakuan lebih sedikit dibandingkan kontrol.

Dapat disimpulkan bahwa formulasi bioinsektisida padat dengan umur simpan dua bulan efektif dalam membunuh larva *S. frugiperda* dengan persentase mortalitas tertinggi terdapat pada perlakuan JgSPK A isolat *B. bassiana*. Bioinsektisida padat dengan umur simpan dua bulan ini dapat diteliti lebih lanjut dengan masa simpan yang lebih lama dalam mengendalikan *S. frugiperda*.

Kata kunci: *Beauveria bassiana*, Jagung, Jamur entomopatogen, *Metarhizium anisopliae*, *Penicillium citrinum*.

SKRIPSI

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

***TWO MONTH-SHELF-LIFE FORMULATION OF SOLID
BIOINSECTICIDES AND THEIR EFFICACY AGAINST
Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) LARVAE***

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



**Monalisah
05081182126010**

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

LEMBAR PENGESAHAN

FORMULASI BIOINSEKTISIDA PADAT DAN UJI EFIKASI
PADA UMUR SIMPAN DUA BULAN TERHADAP LARVA
Spodoptera frugiperda (J.E. Smith)

SKRIPSI

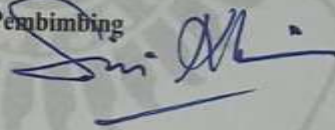
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian pada
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh

Monalisah
05081182126010

Indralaya, 03 Desember 2024

Pembimbing



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

Mengetahui,
Wakil Dekan Bidang Akademik
Universitas Sriwijaya



Prof. Ir. Fildi Pratama, M.Sc. (Hons), Ph.D.
NIP 196606301992032002

Skripsi dengan judul "Formulasi Bioinsektisida Padat dan Uji Efikasi pada Umur Simpan Dua Bulan terhadap Larva *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith)" oleh Monalisah telah dipertahankan dihadapan 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 Penguji

(.....)

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 : Monalisah

Nim : 05081182126010

Judul : Formulasi Bioinsektisida Padat dan Uji Efikasi pada Umur Simpan Dua Bulan terhadap Larva *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith)

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dibuat dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan jelas sumbernya. Apabila di kemudian 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, 03 Desember 2024



METERAI
TEMPEL
KSE9DAMX047557580
Monalisah
NIM 05081182126010

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Desa Tanjung Kemala, Kecamatan Lubai, Kabupaten Muara Enim, pada tanggal 30 Januari 2003. Penulis merupakan anak bungsu dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Patarudin dan Ibu Satini, kakak pertama bernama Er Yana, kakak kedua Nedy yanto, dan kakak ketiga Sumarlin yang beralamat di Desa Tanjung Kemala, Kecamatan Lubai, Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan.

Penulis memulai pendidikan di SD Negeri 28 Lubai lulus pada tahun 2015, melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 4 Lubai lulus pada tahun 2018 dan melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Lubai lulus pada tahun 2021, kemudian melanjutkan ke jenjang Perguruan Tinggi Negeri pada tahun 2021 dengan jalur masuk SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri) mahasiswa Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Penulis berkuliah dengan mendapatkan beasiswa dari APJS PT PUSRI Palembang (Anak Petani Jadi Sarjana).

Selama menjadi mahasiswa di Universitas Sriwijaya, penulis aktif mengikuti banyak organisasi, menjadi Sekretaris Jenderal 2 IMMPERTI (Ikatan Mahasiswa Muslim Pertanian Indonesia) masa bakti 2023/2024, Sekretaris Umum 1 LDF BWPI (Lembaga Dakwah Fakultas Badan Wakaf dan Pengkajian Islam) 2023/2024, Sekretaris Umum HIMAPRO (Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman) 2023/2024, Duta Aksi Lingkungan terpilih Provinsi Sumatera Selatan 2023, dan anggota PPSDM IMMETA (Ikatan Mahasiswa Kabupaten Muara Enim) tahun 2022/2023. Selain organisasi, penulis juga aktif menjadi asisten praktikum mata kuliah Entomologi, Virologi, Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman, Rancangan dan Analisis Percobaan dan Identifikasi Hama Tumbuhan. Penulis memiliki prestasi di tingkat nasional maupun internasional dan beberapa kali mendapatkan juara di bidang karya tulis ilmiah, esai dan juga fotografi. Pada tahun 2024 penulis mendapatkan pendanaan dalam Pekan Kreativitas Mahasiswa (PKM). Serta penulis juga mengikuti program APSITA merdeka di Universitas Bengkulu pada tahun 2022/2023, Institut Pertanian Bogor pada tahun 2023/2024.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan taufik-Nya akhirnya penulis dapat menyelesaikan penyusunan proposal penelitian yang berjudul “Formulasi Bioinsektisida Padat dan Uji Efikasi pada Umur Simpan Dua Bulan terhadap Larva *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith)”.

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 di ketuai oleh Prof Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si. Oleh karena itu, tidak diperkenankan menyebarkan dan mempublikasikan data pada skripsi ini tanpa izin tertulis dari Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua serta saudara yang terus memberikan motivasi dan dukungan. Selain itu penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si selaku pembimbing atas kesabaran dan perhatiannya mulai dari awal perencanaan, pelaksanaan hingga penelitian sampai akhir penyusunan dan penulisannya dalam skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada teman-teman di Laboratorium Entomologi terkhususnya sahabat tim padat (Nisa dan Meirin) tim murni (Zucey, Ikhfa dan Yuliana), tim cair (Diah, Anggita dan Liza) dan tim lahan (Yaskur, Tisna, Bayu dan Barokah) serta temen kost Vivi dan mahasiswa HPT angkatan 2021 yang sudah mensupport dan sudah membantu dalam menyelesaikan penelitian penulis. Serta semua pihak terkait yang telah membantu, yang tentu saja tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan karya tulis ini, masih jauh dari kata sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar kedepannya lebih baik lagi. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Indralaya, 03 Desember 2024

Monalisah

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Hipotesis.....	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Taksonomi <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith)	4
2.2. Morfologi <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith).....	4
2.2.1. Telur <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith).....	4
2.2.2. Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith).....	5
2.2.3. Pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith)	6
2.2.4. Imago <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith).....	7
2.2. Biologi <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith)	7
2.3. Perilaku <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith).....	8
2.4. Tumbuhan Inang dan Gejala Serangan <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith)	9
2.4.1. Tanaman Inang <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith)	9
2.4.2. Gejala Serangan <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith).....	9
2.5. Taksonomi dan Teknik Budidaya Jagung (<i>Zea mays</i> L.)	10
2.5.1. Taksonomi Jagung (<i>Zea mays</i> L.)	10
2.5.2. Teknik Budidaya Jagung (<i>Zea mays</i> L.).....	11
2.6. Spesies-Spesies Jamur Entomopatogen	11
2.6.1. <i>Beauveria bassiana</i> (Bals.) Vuill	12

2.6.2. <i>Metarhizium anisopliae</i> (Metschn.)	13
2.6.3. <i>Penicillium citrinum</i> (Thom)	13
2.7. Siklus Hidup Jamur Entomopatogen.....	14
2.8. Mekanisme Jamur Entomopatogen Membunuh Serangga Inang	15
2.9. Formulasi Bioinsektisida Padat.....	16
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN.....	18
3.1. Tempat dan Waktu.....	18
3.2. Metode Penelitian.....	18
3.3. Cara Kerja	18
3.3.1. Pembiakan Massal <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith)	18
3.3.2. Sterilisasi Alat dan Bahan	19
3.3.3. Asal Isolat Jamur Entomopatogen.....	20
3.3.4. Pembersihan Isolat Jamur Entomopatogen di Media GYA	20
3.3.5. Pembuatan Bioinsektisida Padat	21
3.3.6. Perhitungan Kerapatan Spora dan Viabilitas Konidia.....	22
3.3.7. Proses Aplikasi Bioinsektisida Padat Umur Simpan Dua Bulan pada Serangga Uji	24
3.4. Peubah yang Diamati	25
3.5. Analisis Data	27
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1. Hasil	28
4.1.1. Isolat Jamur Entomopatogen.....	28
4.1.2. Kerapatan Konidia dan Viabilitas Konidia	29
4.1.3. Berat Badan Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith).....	30
4.1.4. Berat Kotoran Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith).....	32
4.1.5. Mortalitas dan LT ₅₀ Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith)	35
4.1.6. Panjang Pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith)	37
4.1.7. Persentase Kemunculan Pupa, Imago, Nisbah Kelamin dan Jumlah Telur yang Diletakkan Imago Betina	39
4.1.8. Waktu Perkembangan <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith).....	41
4.2. Pembahasan.....	43
BAB 5. PENUTUP	46

5.1. Kesimpulan	46
5.2. Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	55

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Spesies dan isolat jamur entomopatogen pada tanaman cabai dan jagung di Sumatera Selatan	20
Tabel 3.2. Formulasi bioinsektisida padat.....	21
Tabel 4.1. Kerapatan konida dan viabilitas isolat jamur entomopatogen	29
Tabel 4.2. Berat larva <i>Spodoptera frugiperda</i> yang telah ditetesi suspensi bioinsektisida padat umur simpan dua bulan selama 18 hari pengamatan	30
Tabel 4.2. Lanjutan.....	31
Tabel 4.2. Lanjutan.....	32
Tabel 4.3. Berat kotoran larva <i>Spodoptera frugiperda</i> yang telah ditetesi suspensi bioinsektisida padat pada umur simpan dua bulan selama 18 hari pengamatan	33
Tabel 4.3. Lanjutan.....	34
Tabel 4.3. Lanjutan.....	35
Tabel 4.4. Mortalitas dan LT_{50} larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	36
Tabel 4.5. Panjang pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> dari larva yang telah ditetesi suspensi bioinsektisida padat umur simpan dua bulan.....	38
Tabel 4.6. Persentase kemunculan pupa, imago, nisbah kelamin, dan jumlah telur yang diletakkan imago betina	40
Tabel 4.7. Waktu perkembangan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> yang telah ditetesi suspensi bioinsektisida padat umur simpan dua bulan	42

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Telur <i>Spodoptera frugiperda</i>	5
Gambar 2.2. Larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	6
Gambar 2.3. Ciri khas larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	6
Gambar 2.4. Pupa <i>Spodoptera frugiperda</i>	7
Gambar 2.5. Imago <i>Spodoptera frugiperda</i>	7
Gambar 2.6. Gejala serangan <i>Spodoptera frugiperda</i> pada lahan jagung.....	10
Gambar 2.7. Morfologi <i>Beauveria bassiana</i>	12
Gambar 2.8. Morfologi <i>Metarhizium anisopliae</i>	13
Gambar 2.9. Morfologi <i>Penicillium citrinum</i>	14
Gambar 3.1. Bagan pembuatan bioinsektisida padat	22
Gambar 3.2. Proses aplikasi bioinsektisida padat umur simpan dua bulan terhadap serangga uji.....	25
Gambar 4.1. Koloni isolat jamur entomopatogen	28
Gambar 4.2. Mikroskopis jamur entomopatogen.....	29
Gambar 4.3. Mortalitas larva <i>Spodoptera frugiperda</i> yang telah ditetesi suspensi bioinsektisida padat umur simpan dua bulan	36
Gambar 4.4. Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> yang telah ditetesi suspensi bioinsektisida padat umur simpan dua bulan	37
Gambar 4.5. Pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> yang telah ditetesi suspensi bioinsektisida padat umur simpan dua bulan	39
Gambar 4.6. Imago <i>Spodoptera frugiperda</i> yang telah ditetesi suspensi bioinsektisida padat umur simpan dua bulan	41

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Kerapatan konidia 1×10^{10} konidia/mL.....	55
Lampiran 2. Viabilitas konidia 1 x 24 jam dan 2 x 24 jam	55
Lampiran 3. Berat larva <i>Spodoptera frugiperda</i> yang telah ditetesi suspensi bioinsektisida padat umur simpan dua bulan selama 18 hari pengamatan.	56
Lampiran 4. Berat kotoran larva <i>Spodoptera frugiperda</i> yang telah ditetesi suspensi bioinsektisida padat umur simpan dua bulan selama hari pengamatan.	61
Lampiran 5. Mortalitas larva <i>Spodoptera frugiperda</i> selama 18 hari pengamatan	66
Lampiran 6. Lethal Time 50 <i>Spodoptera frugiperda</i>	69
Lampiran 7. Panjang pupa <i>Spodoptera frugiperda</i>	70
Lampiran 8. Pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> muncul (%).....	70
Lampiran 9. Imago <i>Spodoptera frugiperda</i> muncul (%).....	70
Lampiran 10. Nisbah kelamin (jantan/betina).....	71
Lampiran 11. Jumlah telur <i>Spodoptera frugiperda</i> yang diletakkan imago betina.....	71
Lampiran 12. Pengaruh perlakuan bioinsektisida padat umur simpan dua bulan terhadap waktu perkembangan <i>Spodoptera frugiperda</i> instar 2 hingga 6	71
Lampiran 13. Pengaruh perlakuan bioinsektisida padat umur simpan dua bulan terhadap waktu perkembangan prepupa, pupa, dan imago.....	73
Lampiran 14. Suhu dan kelembaban selama percobaan di laboratorium.....	74

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jagung (*Zea mays* L.) termasuk tanaman pangan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat dan banyak dibudidayakan, yaitu jagung manis dan jagung pakan ternak yang memiliki banyak nutrisi (Swapna *et al.*, 2020). Indonesia termasuk negara penghasil jagung dunia, hingga pada tahun 2020 mendapatkan hasil produksi 24,95 juta ton (Sari *et al.*, 2023). Oleh karena itu, upaya peningkatan hasil jagung dapat dijadikan solusi utama agar Indonesia dapat mengurangi impor dari negara luar (Fadhli *et al.*, 2020). Hasil dari jagung sangat tinggi, mudah didapat dan diolah, bahkan lebih murah dibandingkan tanaman sereal lainnya. Namun, terdapat permasalahan yang menurunkan produktivitas jagung salah satunya adalah serangan hama yang seringkali menyebabkan hilangnya hasil panen. Keberadaan hama sangat mempengaruhi pada saat proses pertumbuhan tanaman. Hama menyerang tanaman jagung dari awal pembibitan, fase vegetatif hingga fase generatif, dimana fase vegetatif termasuk fase yang cukup rentan terserang hama (Sari *et al.*, 2023).

Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) merupakan hama jenis baru yang bersifat polifag dan merugikan petani (Overton *et al.*, 2021), karena menjadi hama utama pada tanaman jagung (Sari *et al.*, 2022). Pada tahun 2016 *S. frugiperda* muncul di Afrika, kemudian menyebar dengan cepat hingga ke benua Asia (Tambo *et al.*, 2020), karena memiliki kemampuan migrasi ke tanaman inang dengan kapasitas penyebaran yang tinggi (Kumela *et al.*, 2019). Hama ini juga menyerang tanaman jagung di negara Mesir (Bakry and Abdel-Baky, 2023). Setiap tahunnya hama ini dapat menghasilkan 8 generasi, dimana setiap generasi dapat menimbulkan dampak yang besar bagi petani (Tendeng *et al.*, 2019).

Gejala yang ditimbulkan oleh *S. frugiperda* terjadi ketika menyerang pada awal titik tumbuh tanaman hingga tanaman tidak mampu membentuk tunas (Mukkun *et al.*, 2021). Pada larva instar 1 merusak jagung dengan cara membuka

jaringan daun tanaman hingga menysisakan lapisan epidermis. Instar 2 dan 3 memakan bagian tepi daun dari atas hingga ke dalam, sedangkan larva instar akhir merusak jagung hingga menysisakan urat dan batang tanaman (Girsang *et al.*, 2020). Serangan hama *S. frugiperda* di daerah provinsi Sumatera Selatan mencapai 100% dengan tingkat keparahan 65% yang mengakibatkan kegagalan hasil panen jagung yang begitu banyak, sehingga hama ini penting untuk dikendalikan (Herlinda *et al.*, 2022).

Dalam mengendalikan serangan *S. frugiperda* petani menggunakan pestisida kimia yang dianggap paling efektif dan lebih mudah (Hunowu *et al.*, 2022). Seiring berjalannya waktu penggunaan pestisida kimia secara berulang kali diaplikasikan dapat menyebabkan hama menjadi resisten juga dampaknya dapat membunuh serangga non-target dan lingkungan disekitarnya (Gutierrez-Moreno *et al.*, 2019). Penting untuk meminimalkan pengendalian yang lebih ramah lingkungan dengan menerapkan pengendalian hama terpadu dan berkelanjutan. Pengendalian yang aman dan ramah lingkungan dalam mengendalikan serangan hama *S. frugiperda* salah satunya yaitu pengendalian secara hayati dengan memanfaatkan jamur entomopatogen (Hagos, 2020). Jamur entomopatogen (EPF) merupakan mikroba patogen yang dapat membunuh dan menyerang serangga hama (Ahsan *et al.*, 2024). Spesies jamur entomopatogen seperti *Beauveria bassiana* (Balls.) Vuill., *Metarhizium anisopliase* (Metschnikoff) dan *Penicillium citrinum* (Thom) dapat digunakan sebagai pengendalian hayati. Sebagai pengganti insektisida kimia dalam mengendalikan serangan hama penggunaan jamur entomopatogen dapat dibuat dalam bentuk formulasi bioinsektisida dengan bentuk padat dan praktis hingga dapat disimpan lebih lama (López *et al.*, 2021).

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh bioinsektisida padat pada umur simpan dua bulan terhadap pertumbuhan larva *S. frugiperda* ?

1.3. Tujuan penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh bioinsektisida padat pada umur simpan dua bulan terhadap pertumbuhan larva *S. frugiperda*.

1.4. Hipotesis

Adapun hipotesis pada penelitian ini diduga formulasi bioinsektisida padat umur simpan dua bulan yang paling mematikan isolat jamur *B. bassiana*.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi dan ilmu pengetahuan mengenai efektivitas pengaplikasian bioinsektisida padat umur simpan dua bulan yang digunakan sebagai pengendalian hayati terhadap larva *S. frugiperda* sehingga dengan adanya pengendalian ini dapat mengurangi penggunaan pestisida kimia.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, L., Aena, A. C., Saputro, N. W., Kurniati, A., Maryana, R., Lestari, A., Abadi, S., Enri, U. 2022. Maize media enhance the conidia production of entomopathogenic fungi *Lecanicillium lecanii* also its effective to control the weevil *cylas formicarius* (Fabricius) (Coleoptera: Brentidae). *Agrivita*, 44(3), 513–525. <https://doi.org/10.17503/Agrivita.V44i3.3605>
- Ahsan, S. M., Das, A. K., Rahman, M. 2024. Plant – entomopathogenic fungi interaction: recent progress and future prospects on endophytism-mediated growth promotion and biocontrol. *Plants*, 13(18), 1420.
- Altaf, N., Idrees, A., Ullah, M. I., Arshad, M., Afzal, A., Afzal, M., Rizwan, M., Li, J. 2022. Biotic potential induced by different host plants in the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Insects*, 13(10), 1–10. <https://doi.org/10.3390/Insects13100921>
- Altinok, H., Üniversitesi, E., Koca, A. S., Altinok, H. H., Altinok, M. A. 2019. Modes of action of entomopathogenic fungi. *Current Trends in Natural Sciences*, 8(December 2019), 117–124.
- Ayele, B. A., Muleta, D., Venegas, J., Assefa, F. 2020. Morphological, molecular, and pathogenicity characteristics of the native isolates of *Metarhizium anisopliae* against the tomato leafminer, tuta absoluta (meyrick 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Ethiopia. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30(1). <https://doi.org/10.1186/S41938-020-00261-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*. *Biodiversitas*, 20(8), 2101–2109.
- Bakry, M. M. S., Abdel-Baky, N. F. 2023. Population density of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) and its response to some ecological phenomena in maize crop. *Brazilian Journal of Biology*, 83, 1–17. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.271354>
- 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. *Crop Protection*, 120, 141–150. <https://doi.org/10.1016/J.Cropro.2019.01.028>
- Berlian, Z., Fatiqin, A., Agustina, E. 2016. Penggunaan perasan jeruk nipis dalam menghambat bakteri *Eschericia coli* pada bahan pangan. *Jurnal Bioilmi*, 2(1), 51–58.

- Bhavani, B., Sekhar, C. V., Varma, K. P., Lakshmi, B. M. 2019. Morphological and molecular identification of an invasive insect pest, fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* occurring on sugarcane in andhra pradesh, india. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7(4), 12–18.
- Boomsma, J. J., Jensen, A. B., Meyling, N. V., Eilenberg, J. 2014. Evolutionary interaction networks of insect pathogenic fungi. *Annual Review of Entomology*, 59(October), 467–485.
- Demjanová, S., Jevinová, P., Pipová, M., Regecová, I. 2021. Identification of *Penicillium verrucosum*, *Penicillium commune*, and *Penicillium crustosum* isolated from chicken eggs. *Processes*, 9(1), 1–14.
- Fadhli, N., Farid, M., Rafiuddin, Efendi, R., Azrai, M., Anshori, M. F. 2020. Multivariate analysis to determine secondary characters in selecting adaptive hybrid corn lines under drought stress. *Biodiversitas*, 21(8), 3617–3624. <https://doi.org/10.13057/Biodiv/D210826>
- Fahmi, F., Kusumah, R. Y. M., Buchori, D. 2023. Genetic variation of pest fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in different landscapes in Bogor. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 20(1), 1–9. <http://dx.doi.org/10.5994/JeI.20.1.1>
- Fan, J., Wu, P., Tian, T., Ren, Q., Haseeb, M., Zhang, R. 2020. Potential distribution and niche differentiation of *Spodoptera frugiperda* in Africa. *Insects*, 11(6), 1–10. <https://doi.org/10.3390/Insects11060383>
- Gahatraj, S., Tiwari, S., Sharma, S., Kafle, L. 2020. Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae): a recent threat and future management strategy in nepal. *Agricultural Science and Technology*, 12(2), 157–164. <https://doi.org/10.15547/Ast.2020.02.027>
- Girsang, S. S., Nurzannah, S. E., Girsang, M. A., Effendi, R. 2020. The distribution and impact of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) on maize production in north Sumatera. *Iop Conference Series: Earth and Environmental Science*, 484(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/484/1/012099>
- 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. <https://doi.org/10.13057/Biodiv/D220262>
- Gutierrez-Moreno, R., Mota-Sanchez, D., Blanco, C. A., Whalon, M. E., Terán-Santofimio, H., Rodriguez-Maciel, J. C., Difonzo, C. 2019. Field-evolved resistance of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) to synthetic insecticides in puerto rico and mexico. *Journal of Economic Entomology*,

112(2), 792–802. <https://doi.org/10.1093/jee/toy372>

- Hafeez, M., Li, X., Ullah, F., Zhang, Z., Zhang, J., Huang, J., Khan, M. M., Chen, L., Ren, X., Zhou, S., Mandela Fernández-Grandon, G., Zalucki, M. P., Lu, Y. 2021. Behavioral and physiological plasticity provides insights into molecular based adaptation mechanism to strain shift in *Spodoptera frugiperda*. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(19). <https://doi.org/10.3390/ijms221910284>
- Hagos, L. 2020. Entomopathogenic fungi as a biological pest management option: a review. *International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences*, 6(6). <https://doi.org/10.20431/2454-6224.0606001>
- Herlinda, S., 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*. *Biodiversitas*, 21(11), 5102–5113. <https://doi.org/10.13057/Biodiv/D211115>
- Herlinda, S., 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. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 31(1). <https://doi.org/10.1186/S41938-021-00470-X>
- Herlinda, s., 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.
- Herlinda, S., 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(6), 412–419. <https://doi.org/10.1016/J.Jssas.2021.11.003>
- Horvat, D., Šimić, G., Drezner, G., Lalić, A., Ledenčan, T., Tucak, M., Plavšić, H., Andrić, L., Zdunić, Z. 2020. Phenolic acid profiles and antioxidant activity of major cereal crops. *Antioxidants*, 9(6), 1–12. <https://doi.org/10.3390/Antiox9060527>
- Hunowu, M. A., Lampe, M., Idrus, N. I., Safriadi. 2022. From sacred to profane: efforts to control the corn pests in Gorontalo, Indonesia. *Journal of Sustainability Science and Management*, 17(5), 2672–7226. <https://doi.org/10.46754/Jssm.2022.05.009>
- Jonathan Wang , Brian Lovett, R. J. . S. . L. 2019. Title : the secretome and

chemistry of *Metarhizium*; a genus of entomopathogenic fungi. *Fungal Ecol*, 1(301), 1–19.

- 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.
- Kidanu, S. 2020. Research and application of entomopathogenic fungi as pest management option: a review. *Journal of Environment and Earth Science*, 10(3), 31–39. <https://doi.org/10.7176/Jees/10-3-03>
- Kidanu, S. Hagos, L. 2020. Entomopathogenic Fungi as a biological pest management option: a review. *International Journal of Research Studies In Agricultural Sciences*, 6(6), 1–10. <https://doi.org/10.20431/2454-6224.0606001>
- Kumela, T., Simiyu, J., Sisay, B., Likhayo, P., Mendesil, E., Gohole, L., Tefera, T. 2019. Farmers' knowledge, perceptions, and management practices of the new invasive pest, fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Ethiopia and Kenya. *International Journal of Pest Management*, 65(1), 1–9.
- Lee, J. Y., Woo, R. M., Choi, C. J., Shin, T. Y., Gwak, W. S., Woo, S. D. 2019. *Beauveria bassiana* for the simultaneous control of aedes albopictus and culex pipiens mosquito adults shows high conidia persistence and productivity. *Amb Express*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/S13568-019-0933-Z>
- Liu, D., Smagghe, G., Liu, T. X. 2023. Interactions between entomopathogenic fungi and insects and prospects with glycans. *Journal of Fungi*, 9(5). <https://doi.org/10.3390/Jof9050575>
- López, M. D., Cantó-Tejero, M., Pascual-Villalobos, M. J. 2021. New insights into biopesticides: solid and liquid formulations of essential oils and derivatives. *Frontiers in Agronomy*, 3(November), 1–6. <https://doi.org/10.3389/Fagro.2021.763530>
- Louis, A. C. F., Venkatachalam, S. 2020. Energy efficient process for valorization of corn cob as a source for nanocrystalline cellulose and hemicellulose production. *International Journal of Biological Macromolecules*, 163, 260–269. <https://doi.org/10.1016/J.Ijbiomac.2020.06.276>
- 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), 2–9. <https://doi.org/10.3390/Jof5020033>

- Mascarin, G. M., Jackson, M. A., Behle, R. W., Kobori, N. N., Júnior, Í. D. 2016. Improved shelf life of dried *Beauveria bassiana* blastospores using convective drying and active packaging processes. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 100(19), 8359–8370.
- Mascarin, G. M., Jaronski, S. T. 2019. The production and uses of *Beauveria bassiana* as a microbial insecticide. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 32(11), 117. <https://doi.org/10.1007/S11274-016-2131-3>
- 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 Trovince, Indonesia. *International Journal of Tropical Drylands*, 5(1), 20–26.
- Musa, A. M., Ishak, C. F., Karam, D. S., Jaafar, N. M. 2020. Effects of fruit and vegetable wastes and biodegradable municipalwastes co-mixed composts on nitrogen dynamics in an oxisol. *Agronomy*, 10(10 October). <https://doi.org/10.3390/Agronomy10101609>
- Norjma, U., Nasandulam, D., Enkhjargal, B. Banzragch, D. 2019. Morphological and molecular identification of *Beauveria bassiana* from agricultural soils. *Mongolian Journal of Agricultural Sciences*, 27(02), 20–24. <https://doi.org/10.5564/Mjas.V27i02.1280>
- Overton, K., Maino, J. L., Day, R., Umina, P. A., Bett, B., Carnovale, D., Ekesi, S., Meagher, R., Reynolds, O. L. 2021. Global crop impacts , yield losses and action thresholds for fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*): a review. *Crop Protection*, 145(March), 105641.
- Pathania, M., Verma, A., Singh, M., Arora, P. K., Kaur, N. 2020. Influence of abiotic factors on the infestation dynamics of whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius 1889) in cotton and its management strategies in North-Western India. *International Journal of Tropical Insect Science*, 40(4), 969–981. <https://doi.org/10.1007/S42690-020-00155-2>
- 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.
- Saad, M. M. G., Ghareeb, R. Y., Saeed, A. A. 2019. The potential of endophytic fungi as bio-control agents against the cotton leafworm, *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lepidoptera: Noctuidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 29(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/S41938-019-0108-X>

- Sahir, M., Gunarto Latama, R. 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.
- Salem, M. 2015. Synergistic effect of some additives with bio-insecticides to control the pink bollworm, *Pectinophora gossypiella* (Saund.). *Journal of Plant Protection and Pathology*, 6(11), 1479–1490.
- Sari, J. M. P., Herlinda, S., Suwandi, S. 2022. Endophytic fungi from South Sumatra (Indonesia) in seed-treated corn seedlings affecting development of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 32(1). <https://doi.org/10.1186/S41938-022-00605-8>
- Sari, J. M. P., Herlinda, S., Suwandi, S., 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., 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. <https://doi.org/10.18517/Ijaseit.13.1.16988>
- 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>
- Sevarakhon, K., Mubinakhon, F. 2021. Study of corn biology in agriculture and the technology of its cultivation assistant , andijan institute of agriculture and agrotechnology. *International Journal on Orange Technologies*, 03(03), 55–61.
- Sharma, A., Sharma, S., Yadav, P. K. 2023. Entomopathogenic fungi and their relevance in sustainable agriculture: a review. *Cogent Food and Agriculture*, 9(1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2023.2180857>
- Simon, E., A. B. Kuadra. M. W. Mwatawala. 2024. Effects of biopesticides on developmental biology of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in maize crops in Morogoro, Tanzania. *Tanzania Journal of Agricultural Science*, 23(1), 1–9.
- Sorathiya, K., Kalariya, S., Patel, L. 2023. *Metarhizium anisopliae* as an

entomopathogenic fungi : optimization of mass production with diverse grain substrates kalpesh sorathiya , 1 shreya kalariya , 1 lensi patel. *International Journal of Multidisciplinary and Current*, 5(4), 87–95.

- Souleymane, L., Ousmane, Z. M., Laouali, A., Ibrahim, B. 2022. Revue des principaux résultats des travaux de recherche sur la chenille légionnaire d'automne *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith en Afrique. *Nternational Journal of Innovation and Applied Studies*, 38(2), 243–261.
- Souza, B., Vázquez, C. L. L., Marucci, R. C. 2019. Natural enemies of insect pests in neotropical agroecosystems. *Biological Control and Functional Biodiversity*, 11(9), 1–533. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-24733-1>
- Supartha, I. W., Susila, I. W., Sunari, A. A. A. S., Mahaputra, I. G. F., Yudha, I. K. W., 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. <https://doi.org/10.13057/Biodiv/D220645>
- Susa, B, J. A. 2020. Automatic room humidifier and dehumidifier controller using arduino uno. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 9(2), 2208–2212.
- Swapna, G., Jadesha, G., Mahadevu, P. 2020. Assessment of correlation and path coefficient analysis for yield and it's attributing traits in rice (*Oryza sativa* L.) genotypes. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(7), 3859–3865.
- Tambo, J. A., Day, R. K., Lamontagne-Godwin, J., Silvestri, S., Beseh, P. K., Oppong-Mensah, B., Phiri, N. A., Matimelo, M. 2020. Tackling fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) outbreak in africa: an analysis of farmers' control actions. *International Journal of Pest Management*, 66(4), 298–310. <https://doi.org/10.1080/09670874.2019.1646942>
- 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), 1011–1026. <https://doi.org/10.4314/Ijbc.v13i2.35>
- Wan, J., Huang, C., Li, C. You, Zhou, H. Xu, Ren, Y. Lin, Li, Z. Yuan, Xing, L. Sheng, Zhang, B., Qiao, X., Liu, B., Liu, C. Hui, Xi, Y., Liu, W. Xue, Wang, W. Kai, Qian, W. Qiang, Mckirdy, S., and 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)

- Wang, L., Zhang, L., Wang, H., Ai, L., Xiong, W. 2020. Insight into protein-starch ratio on the gelatinization and retrogradation characteristics of reconstituted rice flour. *International Journal of Biological Macromolecules*, 146, 524–529.
- Wedad, K., Esmat, H., Manal, A. A., Mervat, A. H. 2023. Cannibalism and necrophagy in *Spodoptera frugiperda* and *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Entomology and Nematology*, 15(1), 1–8. <https://doi.org/10.5897/Jen2023.0284>
- Wieser, H., Koehler, P., Scherf, K. A. 2023. Chemistry of wheat gluten proteins: quantitative composition. *Cereal Chemistry*, 100(1), 36–55. <https://doi.org/10.1002/Cche.10553>
- Yusri, M. 2023. Effectiveness test the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* (Metch) at various concentrations against *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in the laboratory. *Iop Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1230(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1230/1/012109>
- Zhang, Q., Yang, Z. 2019. Impact of extreme heat on corn yield in main summer corn cultivating area of China at present and under future climate change. *International Journal of Plant Production*, 13(4), 267–274. <https://doi.org/10.1007/S42106-019-00052-W>