

# SKRIPSI

**DAMPAK APLIKASI JAMUR ENDOFIT ENTOMOPATOGEN  
YANG DI APLIKASIKAN MELALUI DAUN  
TERHADAP TELUR DAN LARVA *Spodoptera frugiperda***

***ENDOPHYTIC ENTOMOPATHOGENIC FUNGI SPRAYED ON  
MAIZE LEAVES AND THEIR IMPACT AGAINST *Spodoptera  
frugiperda* EGGS AND LARVAE***



**M. Barokah Suhada  
05081282126061**

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

# SKRIPSI

**DAMPAK APLIKASI JAMUR ENDOFIT ENTOMOPATOGEN  
YANG DI APLIKASIKAN MELALUI DAUN  
TERHADAP TELUR DAN LARVA *Spodoptera frugiperda***

***ENDOPHYTIC ENTOMOPATOGENIC FUNGI SPRAYED ON  
MAIZE LEAVES AND THEIR IMPACT AGAINST *Spodoptera  
frugiperda* EGGS AND LARVAE***



**M. Barokah Suhada  
05081282126061**

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

## SUMMARY

**M. BAROKAH SUHADA**, Endophytic Entomopathogenic Fungi Sprayed on Maize Leaves and their Impact against *Spodoptera frugiperda* Eggs and Larvae (Supervised by **SITI HERLINDA**).

*Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) or Fall armyworm was a polyphagous pest. Great damage and loss to maize (*Zea mays* L.), chemical control can leave residues that threaten human health and environmental damage. Integrated control using biological agents was one alternative that can be done. Therefore, this research aims to determine the effect of the application of endophytic entomopathogenic fungi on the total population of eggs and larvae of *S. frugiperda* on the research field and determine the level of parasitism of egg parasitoids on *S. frugiperda* eggs after the application of endophytic entomopathogenic fungi on the research field for one growing season.

This research observed the impact of entomopathogenic endophytic fungi on the egg population and larvae of *S. frugiperda* on maize by sampling scouting W pattern on all plots of maize plants by calculating the population of eggs, larvae, colonization of endophytic fungi, parasitization rate of egg parasitoids, mortality test of *S. frugiperda* larvae, intensity and percentage of *S. frugiperda*. Three isolates of entomopathogenic endophytic fungi were used, namely *Beauveria bassiana* (Balls.) Vuill. (JgSPk), *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) (CaTpPga), and *Penicillium citrinum* (Thom) ((JgTpOi(2))).

The results showed that the number of *S. frugiperda* egg populations on the 3rd week of observation began to increase, namely the *B. bassiana* (A) treatment 1.25 colonies/30 plants, *M. anisopliae* (B) treatment 2.5 colonies/30 plants, *P. citrinum* (C) treatment 2.75 colonies/30 plants and the control treatment 3.75 colonies/30 plants. The largest population of eggs on week 3 was the control treatment (K) with an average of 254 eggs/30 plants on week 3<sup>rd</sup>. The population of egg colonies infected with the fungi was highest on the *M. anisopliae* (B) treatment on week 4<sup>th</sup>. Egg grains infected with entomopathogenic endophytic fungi were highest on the *M. anisopliae* (B) treatment with an average of 58.25 grains/30 plants. Parasitized colonies were highest on the *B. bassiana* (A) treatment with an average of 0.75 colonies/30 plants on week 6<sup>th</sup>. Eggs per parasitized colony were highest on the *B. bassiana* (A) treatment with an average of 55.25 eggs/30 plants on week 6<sup>th</sup>. The highest percentage of endophytic fungal colonization was on the *P. citrinum* (C) treatment with an average of 80% on week 1<sup>st</sup>. The highest mortality percentage was on the *M. anisopliae* (B) treatment with an average of 90% of the 1<sup>st</sup> application. The highest population of *S. frugiperda* larvae was found on the control (K) treatment with an average of 15 individuals/30 plants on week 1<sup>st</sup>. The percentage of plants attacked by *S. frugiperda* larvae was highest on the control (K) treatment with an average of 58.33%. The intensity of *S. frugiperda* larvae attack was the least on the *B. bassiana* (A) treatment on week 1<sup>st</sup> with an average of 6.13%.

The conclusion of this research with the calculation of the highest egg grains control (K) treatment, the most effective larvae mortality test *M. anisopliae* (B) treatment, the highest population of fungal infected egg colonies *M.*

*anisopliae* (B) treatment, eggs infected with entomopathogenic endophytic fungi the highest treatment *M. anisopliae* (B), parasitization rate of parasitized colonies was highest on *B. bassiana* (A) treatment, parasitized eggs per colony was highest on *B. bassiana* (A) treatment, parasitization percentage of aborted eggs was highest on *B. bassiana* (A) treatment, percentage of exiting imago eggs was highest on *P. citrinum* (C) treatment, percentage of endophytic fungal colonization was highest on *P. citrinum* (C) treatment, percentage of mortality was highest on *M. anisopliae* (B) treatment, highest population of *S. frugiperda* larvae was found on the control (K) treatment, the percentage of plants attacked by *S. frugiperda* larvae was highest on the control (K) treatment, the number of results of *S. frugiperda* larvae attack intensity was highest on the control (K) treatment. The impact of endophytic fungi on *S. frugiperda* larvae population, *S. frugiperda* egg population, leaf colonization endophyte test, eggs infected with entomopathogenic endophytic fungi, parasitized eggs, parasitization rate, aborted eggs, parasitoid adult out, test larvae on the laboratory, *S. frugiperda* attack intensity, and percentage were not significantly different on each treatment during one growing season.

**Keywords:** *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Penicillium citrinum*, *Spodoptera frugiperda*, *Telenomus remus*

## RINGKASAN

**M. BAROKAH SUHADA**, Dampak Aplikasi Jamur Endofit Entomopatogen yang di Aplikasikan melalui Daun terhadap Telur dan Larva *Spodoptera frugiperda* (Dibimbing oleh **SITI HERLINDA**)

*Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) atau Fall armyworm adalah serangga hama yang bersifat polifag. Kerusakan dan kerugian besar disebabkan pada jagung (*Zea mays* L.). Pengendalian secara kimiawi dapat meninggalkan residu yang mengancam kesehatan manusia dan kerusakan lingkungan. Pengendalian secara terpadu menggunakan agens hayati merupakan salah satu alternatif yang dapat dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pengaplikasian jamur entomopatogen endofit pada jumlah populasi telur dan larva *S. frugiperda* di lahan penelitian dan menentukan tingkat parasitisme parasitoid telur pada telur *S. frugiperda* setelah penerapan pengaplikasian jamur endofit entomopatogen di lahan penelitian selama satu musim tanam.

Penelitian ini mengamati dampak jamur endofit entomopatogen terhadap populasi telur serta larva *S. frugiperda* pada jagung metode sampling scouting pola huruf W pada seluruh petak lahan tanaman jagung dengan menghitung populasi telur, larva, kolonisasi jamur endofit, tingkat parasitisasi parasitoid telur, uji mortalitas larva *S. frugiperda*, intensitas dan persentase *S. frugiperda*. Tiga isolat jamur endofit entomopatogen yang digunakan, yaitu *Beauveria bassiana* (Balls.) Vuill. (JgSPk), *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) (CaTpPga), dan *Penicillium citrinum* (Thom) (JaTpOi (2)).

Hasil penelitian menunjukkan jumlah populasi telur *S. frugiperda* pada pengamatan minggu ke-3 mulai meningkat, yaitu perlakuan *B. bassiana* 1.25 koloni/30 tanaman, perlakuan *M. anisopliae* 2.5 koloni/30 tanaman perlakuan *P. citrinum* (C) 2.75, koloni/30 tanaman dan perlakuan kontrol 3.75 koloni/30 tanaman. Populasi butir telur di minggu ke-3 yang paling tinggi perlakuan kontrol (K) dengan rata-rata 254 butir/30 tanaman minggu ke-3. Populasi koloni telur terinfeksi jamur paling tinggi pada perlakuan *M. anisopliae* (B) minggu ke-4. Butir telur terinfeksi jamur endofit entomopatogen paling tinggi pada perlakuan *M. anisopliae* (B) dengan rata-rata 58.25 butir/30 tanaman. Koloni terparasit paling tinggi pada perlakuan *B. bassiana* (A) dengan rata-rata 0.75 koloni/30 tanaman minggu ke-6. Telur perkoloni terparasit yang paling tinggi pada perlakuan *B. bassiana* (A) dengan rata-rata 55.25 butir/30 tanaman minggu ke-6. Persentase kolonisasi jamur endofit paling tinggi pada perlakuan *P. citrinum* (C) dengan rata-rata 80% minggu ke-1. Persentase mortalitas paling tinggi pada perlakuan *M. anisopliae* (B) dengan rata-rata 90% aplikasi ke-1. Populasi larva *S. frugiperda* yang didapati paling tertinggi pada perlakuan kontrol (K) dengan rata-rata 15 ekor/30 tanaman minggu ke-1. Persentase tanaman terserang larva *S. frugiperda* paling tinggi pada perlakuan kontrol (K) dengan rata-rata 58.33%. Intensitas serangan larva *S. frugiperda* paling sedikit pada perlakuan *B. bassiana* (A) minggu ke-1 dengan rata-rata 6.13%.

Kesimpulan penelitian ini dengan perhitungan butir telur paling tinggi perlakuan kontrol (K), uji mortalitas larva paling efektif perlakuan *M. anisopliae* (B), populasi koloni telur terinfeksi jamur paling tinggi perlakuan *M. anisopliae*

(B), butir telur terinfeksi jamur endofit entomopatogen paling tinggi perlakuan *M. anisopliae* (B), tingkat parasitisasi perkoloni terparasit paling tinggi perlakuan *B. bassiana* (A), telur perkoloni terparasit paling tinggi perlakuan *B. bassiana* (A), persentase parasitisasi telur aborsi paling tinggi perlakuan *B. bassiana* (A), persentase telur imago keluar paling tinggi perlakuan *P. citrinum* (C), persentase kolonisasi jamur endofit paling tinggi pada perlakuan *P. citrinum* (C), persentase mortalitas paling tinggi pada perlakuan *M. anisopliae* (B), populasi larva *S. frugiperda* yang paling tertinggi didapati pada perlakuan kontrol (K), persentase tanaman terserang larva *S. frugiperda* paling tinggi pada perlakuan kontrol (K), jumlah hasil intensitas serangan larva *S. frugiperda* paling tinggi pada perlakuan kontrol (K). Dampak jamur endofit terhadap populasi larva *S. frugiperda*, populasi telur *S. frugiperda*, uji endofit kolonisasi daun, telur terinfeksi jamur endofit entomopatogen, telur terparasit, tingkat parasitisasi, telur aborsi, imago parasitoid keluar, larva uji di laboratorium, intensitas serangan *S. frugiperda*, dan persentase tidak berbeda nyata pada setiap perlakuan selama satu musim tanam

**Kata Kunci:** *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Penicillium citrinum*, *Spodoptera frugiperda*, *Telenomus remus*

# SKRIPSI

**DAMPAK APLIKASI JAMUR ENDOFIT ENTOMOPATOGEN  
YANG DI APLIKASIKAN MELALUI DAUN  
TERHADAP TELUR DAN LARVA *Spodoptera frugiperda***

***ENDOPHYTIC ENTOMOPATOGENIC FUNGI SPRAYED ON  
MAIZE LEAVES AND THEIR IMPACT AGAINST *Spodoptera  
frugiperda* EGGS AND LARVAE***

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



**M. Barokah Suhada  
05081282126061**

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

LEMBAR PENGESAHAN

DAMPAK APLIKASI JAMUR ENDOFIT ENTOMOPATOGEN  
YANG DI APLIKASIKAN MELALUI DAUN  
TERHADAP TELUR DAN LARVA *Spodoptera frugiperda*

SKRIPSI

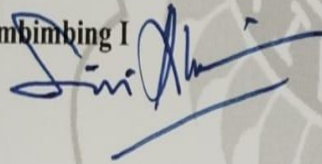
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh

M. Barokah Suhada  
05081282126061

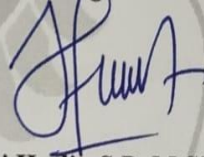
Indralaya, 09 Desember 2024

Pembimbing I



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

Pembimbing II



Weri Herlin S.P, M.Si, Ph.D  
NIP 198312192012122004

Mengetahui,

Dekan Fakultas Pertanian  
Universitas Sriwijaya



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



Skripsi dengan judul "Dampak Aplikasi Jamur Endofit Entomopatogen yang di Aplikasikan Melalui Daun terhadap Telur dan Larva *Spodoptera frugiperda*" oleh M. Barokah Suhada telah dipertahankan dihadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 09 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. Weri Herlin S.P, M.Si, Ph. D  
NIP 198312192012122004

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, 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 : M. Barokah Suhada

NIM : 05081282126061

Judul : Dampak Aplikasi Jamur Endofit Entomopatogen yang di Aplikasikan  
Melalui Daun terhadap Telur dan Larva *Spodoptera frugiperda*

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri dibawah 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, 09 Desember 2024



M. Barokah Suhada  
05081282126061

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis lahir di Desa Suka Tani, Kecamatan Tanjung Lago, Kabupaten Banyuasin, pada tanggal 03 Juni 2003. Penulis merupakan anak bungsu dari sepuluh bersaudara dari pasangan Bapak Nursidik dan Ibu Dasimah yang beralamat di Desa Suka Tani, Kecamatan Tanjung Lago, Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan.

Penulis memulai pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 11 Tanjung Lago dan lulus pada tahun 2014, Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 2 Tanjung Lago lulus pada tahun 2018 dan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Tanjung Lago, pada jurusan Ilmu Pengetahuan Alam, lulus pada tahun 2021. Penulis diterima di Perguruan Tinggi pada tahun 2021 dengan jalur masuk SBMPTN (Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri) sebagai mahasiswa Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.

Selama menjadi mahasiswa di Universitas Sriwijaya, penulis menjadi Anggota Hubungan Sosial dan Masyarakat HIMAPRO (Himpunan Proteksi Tanaman) Masa Bakti 2023/2024. Anggota Pramuka UNSRI, pada Departemen Seni dan Olahraga. Anggota Keluarga Mahasiswa Sedulang Setudung (KEMASS), pada Departemen Seni dan Olahraga. Selain tergabung menjadi anggota organisasi, penulis juga aktif menjadi asisten praktikum mata kuliah Mikologi, Nematologi Tumbuhan, Perancangan dan Analisis Data Percobaan, Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman, Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman Terpadu, dan Pembiakan Massal Agens Hayati pada tahun 2022-2024.

## 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 “Dampak Aplikasi Jamur Endofit Entomopatogen yang di Aplikasikan Melalui Daun terhadap Telur dan Larva *Spodoptera frugiperda*”. Sholawat beserta salam semoga tetap tercurah kepada junjungan umat manusia sepanjang zaman, Nabi Muhammad SAW.

Penelitian ini didanai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Riset dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia, Tahun Anggaran 2024, sesuai dengan kontrak Penelitian Fundamental Reguler no.: 090/E5/PG.02.00.PL/2024, 11 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. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Ibu Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si. selaku Dosen Pembimbing yang telah membantu, rekan-rekan seperjuangan HPT angkatan 2021, serta semua pihak yang terkait yang telah membantu, yang tentu saja tidak dapat disebutkan satu-persatu namanya disini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan karya tulis ini, masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak dalam rangka penyempurnaan karya tulis ini. Akhir kata, semoga karya saya ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca umumnya.

Indralaya, 09 Desember 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Hipotesis.....	4
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1. Taksonomi dan Morfologi <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	5
2.1.1. Taksonomi <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	5
2.1.2. Morfologi <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	5
2.1.2.1. Telur .....	5
2.1.2.2. Larva .....	6
2.1.2.3. Pupa.....	7
2.1.2.4. Imago.....	7
2.2. Biologi <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	8
2.2.1. Telur .....	8
2.2.2. Larva .....	8
2.2.3. Pupa.....	9
2.2.4. Imago.....	9
2.3. Perilaku <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	10
2.4. Tanaman Inang dan Gejala Serangan <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	10
2.4.1. Tanaman Inang.....	10
2.4.2. Gejala Serangan <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	11
2.5. Tanaman Jagung ( <i>Zea mays</i> L.) .....	12
2.5.1. Akar.....	13
2.5.2. Batang dan Daun.....	14

2.5.3. Bunga .....	15
2.5.4. Buah dan Biji.....	15
2.5.5. Syarat Tumbuh.....	16
2.6. Jamur Endofit Entomopatogen.....	17
2.6.1. <i>Beauveria bassiana</i> (Balls.) Vuill.....	18
2.6.2. <i>Metarhizium anisopliae</i> (Metchnikoff).....	19
2.6.3. <i>Penicilium citrinum</i> .....	20
2.7. Siklus Hidup Jamur Endofit Entomopatogen.....	21
2.8. Mekanisme Penetrasi Jamur Endofit Entomopatogen .....	23
2.9. Taksonomi dan Biologi <i>Telenomus remus</i> .....	25
2.10. Serangga Inang <i>Telenomus remus</i> .....	26
<b>BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN.....</b>	<b>27</b>
3.1. Waktu dan Tempat .....	27
3.2. Metode Penelitian.....	27
3.3. Cara Kerja .....	29
3.3.1. Alat dan Bahan.....	29
3.3.2. Persiapan Lahan .....	29
3.3.3. Pembiakan Massal <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	29
3.3.3.1. Pemeliharaan Telur <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	29
3.3.3.2. Pemeliharaan Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	30
3.3.3.3. Pemeliharaan Pupa dan Imago <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	31
3.3.4. Pembiakan Massal <i>Telenomus remus</i> .....	31
3.3.4.1. Pemeliharaan <i>Telenomus remus</i> .....	31
3.3.4.2. Pelepasan Populasi Telur Terparasit <i>Telenomus remus</i> .....	32
3.3.5. Jamur Endofit Entomopatogen Asal Isolat Jamur.....	33
3.3.5.1. Pembedaan Jamur Entomopatogen Endofit pada Media GYA ....	33
3.3.6. Sterilisasi Alat dan Bahan .....	34
3.3.6.1. Sterilisasi dan Inokulasi Jamur pada Benih Jagung .....	34
3.3.7. Perlakuan Benih dan Inokulasi Jamur Endofit Entomopatogen .....	35
3.3.8. Perhitungan Kerapatan dan Viabilitas Konidia.....	35
3.3.9. Penanaman .....	37
3.3.10. Pemupukan.....	37
3.3.11. Penyiraman.....	38
3.3.12. Sanitasi Lahan : Penyiang dan Pembumbunan .....	38
3.3.13. Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT).....	38
3.3.14. Pengaplikasian Jamur Endofit Entomopatogen pada Daun Jagung.	39

3.3.15. Sterilisasi Permukaan pada Daun Jagung .....	39
3.4. Cara Kerja Pengamatan.....	40
3.4.1. Pengamatan Populasi Telur <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	40
3.4.2. Kolonisasi Jamur Endofit Entomopatogen pada Daun Jagung .....	40
3.4.3. Pengamatan Deteksi Telur <i>Spodoptera frugiperda</i> Terinfeksi Jamur Endofit Entomopatogen .....	41
3.4.4. Pengamatan Populasi Telur <i>Spodoptera frugiperda</i> Terparasit .....	41
3.4.5. Pengamatan Telur Terparasit (Tingkat Parasitisasi, Imago Keluar, dan Aborsi) .....	41
3.4.6. Pengamatan Persentase Larva uji <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	42
3.4.7. Pengamatan Populasi Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> (ekor) .....	42
3.4.8. Pengamatan Intensitas Serangan Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> (ekor) .....	43
3.4.9. Pengamatan Persentase Serangan Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	43
3.5. Analisis Data .....	44
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>45</b>
4.1. Hasil .....	45
4.1.1. Populasi Telur <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	45
4.1.2. Kolonisasi Jamur Endofit pada Telur <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	47
4.1.3. Populasi Telur <i>Spodoptera frugiperda</i> Terparasit (Populasi Telur, Tingkat Parasitisasi, Imago Keluar, dan Aborsi) di Lapangan.....	50
4.1.4. Kolonisasi Jamur Endofit dalam Jaringan Daun Jagung .....	55
4.1.5. Tingkat Mortalitas Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> di Laboratorium ..	57
4.1.6. Populasi Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> di Lahan Penelitian .....	57
4.1.7. Persentase Serangan Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	59
4.1.8 Intensitas Serangan Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	60
4.1.9. Kerapatan dan Viabilitas Konidia.....	61
4.2. Pembahasan.....	63
<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>68</b>
5.1. Kesimpulan .....	68
5.2. Saran.....	68
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>69</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>79</b>

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1. Telur <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	6
Gambar 2.2. Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> instar ke-1 (a), instar ke-II (b), instar ke-III (c), instar ke-IV (d), instar ke-V (c), instar ke VI (f) .....	6
Gambar 2.3. Ciri morfologi <i>Spodoptera frugiperda</i> : empat bintik hitam pada ruas abdomen terakhir (A), bentuk Y terbalik pada kepala (B), garis membujur sepanjang tubuh (C) .....	6
Gambar 2.4. Pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> (A), Pupa jantan <i>Spodoptera frugiperda</i> (B), dan Pupa betina <i>Spodoptera frugiperda</i> (C)....	7
Gambar 2.5. Imago <i>Spodoptera frugiperda</i> jantan (A) dan betina (B).....	8
Gambar 2.6. Telur <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	8
Gambar 2.7. Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> instar I (a), instar II (b), instar III (c), instar IV (d), instar V (e), instar VI (f).....	9
Gambar 2.8. Pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	9
Gambar 2.9. Imago <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	10
Gambar 2.10. Gejala serangan <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	11
Gambar 2.11. Morfologi jagung.....	12
Gambar 2.12. Morfologi akar jagung.....	13
Gambar 2.13. Morfologi daun dan batang jagung .....	14
Gambar 2.14. Morfologi bunga betina jagung .....	15
Gambar 2.15. Morfologi buah jagung (A), morfologi biji jagung (B).....	16
Gambar 2.16. Isolasi jamur endofit entomopatogen perlakuan daun.....	18
Gambar 2.17. Morfologi <i>Beauveria bassiana</i> diisolasi pada media biakan Makroskopik (14 hari pasca inokulasi) (a), mikroskopis (400x) (1) konidia, (2) konidiofor, (3) hifa (b).....	19
Gambar 2.18. Mikroskopis jamur <i>Metarhizium anisopliae</i> (A), dan makroskopis jamur <i>Metarhizium anisopliae</i> (B).....	20
Gambar 2.19. Mikroskopis <i>Penicillium citrinum</i> .....	21
Gambar 2.20. Proses masuknya spora kedalam jaringan melalui stomata daun i-x (A), hifa yang terdapat pada permukaan daun setelah proses penetrasi i-v (B).....	22
Gambar 2.21. Penetrasi jamur endofit entomopatogen.....	24



Gambar 2.22. Morfologi <i>Telenomus remus</i> ; tubuh (A), antena (B), sayap (C), alat kelamin jantan (D).....	25
Gambar 2.23. Siklus hidup <i>Telenomus remus</i> .....	26
Gambar 2.24. Imago betina <i>Telenomus remus</i> pada koloni telur <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	26
Gambar 3.1. Peta lokasi lahan penelitian .....	27
Gambar 3.2. Denah petak percobaan di lahan penelitian.....	28
Gambar 3.3. Metode pengamatan pola huruf W .....	28
Gambar 3.4. Kotak besar, sedang, dan kecil pada <i>haemocytometer</i> .....	36
Gambar 4.1. Telur <i>Spodoptera frugiperda</i> sehat .....	45
Gambar 4.2. Populasi telur <i>Spodoptera frugiperda</i> terinfeksi jamur <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	48
Gambar 4.3. Imago parasitoid memparasit telur <i>Spodoptera frugiperda</i> (A), telur <i>Spodoptera frugiperda</i> terparasit (B), dan populasi parasitoid buatan (C).....	50
Gambar 4.4. Kolonisasi daun pada media GYA .....	56
Gambar 4.5. Larva uji perlakuan <i>Beauveria bassiana</i> (A), <i>Metarhizium anisopliae</i> (B), <i>Penicillium citrinum</i> (C) .....	57
Gambar 4.6. Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> mati terinfeksi jamur endofit entomopatogen di lahan penelitian. ....	58
Gambar 4.7. Gejala serangan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> pada titik tumbuh (A), pada bunga (B), buah (C), dan daun (D).....	59

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 3.1. Asal Isolat Jamur Endofit Sumatera Selatan, Indonesia .....	33
Tabel 4.1. Populasi kelompok telur <i>Spodoptera frugiperda</i> pada jagung pengamatan minggu ke 1 sampai 5 .....	46
Tabel 4.2. Populasi kelompok telur <i>Spodoptera frugiperda</i> pada jagung pengamatan minggu ke 6 sampai 10 .....	46
Tabel 4.3. Jumlah butir telur pada populasi kelompok telur <i>Spodoptera frugiperda</i> pada jagung di lahan penelitian pengamatan minggu ke-1 sampai 5 .....	47
Tabel 4.4. Jumlah butir telur pada populasi kelompok telur <i>Spodoptera frugiperda</i> pada jagung pada jagung di lahan penelitian pengamatan minggu ke-6 sampai ke-10.....	47
Tabel 4.5. Jumlah telur perkoloni terinfeksi jamur endofit pada jagung di lahan penelitian pengamatan ke1-5.....	48
Tabel 4.6. Jumlah telur perkoloni terinfeksi jamur endofit pada jagung di lahan penelitian pengamatan minggu ke-6 sampai ke-10... ..	49
Tabel 4.7. Jumlah butir telur terinfeksi jamur endofit pada jagung pada jagung di lahan penelitian pengamatan minggu ke-1 sampai ke-5.....	49
Tabel 4.8. Jumlah butir telur terinfeksi jamur endofit pada jagung pada jagung di lahan penelitian pengamatan minggu ke-6 sampai ke-10.....	50
Tabel 4.9. Jumlah telur perkoloni yang diamati dalam 1 kelompok telur terparasit pada penelitian pengamatan minggu ke-1 sampai ke-5. ....	51
Tabel 4.10. Jumlah telur perkoloni yang diamati dalam 1 kelompok telur terparasit pada penelitian pengamatan minggu ke-6	

sampai ke-10. ....	51
Tabel 4.11. Jumlah telur (butir) yang diamati dalam 1 kelompok telur terparasit pada penelitian pengamatan minggu ke-1 sampai ke-5.....	52
Tabel 4.12. Jumlah telur (butir) yang diamati dalam 1 kelompok telur terparasit pada penelitian pengamatan minggu ke-6 sampai ke-10... ..	52
Tabel 4.13. Persentase tingkat parasitisasi telur yang diamati dalam 1 kelompok telur terparasit pada penelitian pengamatan minggu ke-1 sampai ke-5.....	53
Tabel 4.14. Persentase tingkat parasitisasi telur yang diamati dalam 1 kelompok telur terparasit pada penelitian pengamatan minggu ke-6 sampai ke-10 .....	53
Tabel 4.15. Persentase parasitisasi telur aborsi yang diamati dalam 1 kelompok telur terparasit pada penelitian pengamatan minggu ke-1 sampai ke-5 .....	54
Tabel 4.16. Persentase parasitisasi telur aborsi yang diamati dalam 1 kelompok telur terparasit pada penelitian pengamatan minggu ke-6 sampai ke-10 .....	54
Tabel 4.17. Persentase imago parasitoid telur keluar yang diamati dalam 1 kelompok telur terparasit pada penelitian pengamatan minggu ke-1 sampai ke-5.....	55
Tabel 4.18. Persentase imago parasitoid telur keluar yang diamati dalam 1 kelompok telur terparasit pada penelitian pengamatan minggu ke-6 sampai ke-10 .....	55
Tabel 4.19. Deteksi persentase kolonisasi jamur endofit pada jagung di laboratorium pengamatan minggu ke-1 sampai ke-5 .....	56
Tabel 4.20. Deteksi persentase kolonisasi jamur endofit pada jagung di laboratorium pengamatan minggu ke-6 sampai ke-10.....	56
Tabel 4.21. Persentase larva uji <i>Spodoptera frugiperda</i> di Laboratorium..	57
Tabel 4.22. Populasi larva <i>Spodoptera frugiperda</i> pada jagung	

pengamatan minggu ke-1 sampai 5.....	58
Tabel 4.23. Populasi larva <i>Spodoptera frugiperda</i> pada jagung	
pengamatan minggu ke- 6 sampai 10.....	59
Tabel 4.24. Persentase serangan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> pada jagung	
pengamatan minggu ke- 1 sampai 5.....	60
Tabel 4.25. Persentase serangan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> pada jagung	
pengamatan minggu ke- 6 sampai 10.....	60
Tabel 4.26. Intensitas serangan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> (%)	
pengamatan minggu ke-1 sampai 5.....	61
Tabel 4.27. Intensitas serangan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> (%)	
pengamatan minggu ke- 6 sampai 10.....	61
Tabel 4.28. Kerapatan dan viabilitas konida isolat jamur endofit aplikasi	
ke-1.....	62
Tabel 4.29. Kerapatan dan viabilitas konida isolat jamur endofit aplikasi	
ke-2.....	62
Tabel 4.30. Kerapatan dan viabilitas konida isolat jamur endofit aplikasi	
ke-3.....	62
Tabel 4.31. Kerapatan dan viabilitas konida isolat jamur endofit aplikasi	
ke-4.....	63

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Jumlah populasi telur <i>Spodoptera frugiperda</i> pada lahan penelitian.....	79
Lampiran 2. Jumlah butir telur pada populasi kelompok telur <i>Spodoptera frugiperda</i> pada lahan penelitian .....	79
Lampiran 3. Jumlah populasi telur <i>Spodoptera frugiperda</i> terinfeksi jamur endofit perkoloni pada lahan penelitian.....	80
Lampiran 4. Jumlah butir telur <i>Spodoptera frugiperda</i> terinfeksi jamur endofit pada lahan penelitian. ....	80
Lampiran 5. Jumlah koloni telur <i>Spodoptera frugiperda</i> terparasit pada lahan penelitian .....	81
Lampiran 6. Jumlah butir telur <i>Spodoptera frugiperda</i> terparasit pada lahan penelitian.....	81
Lampiran 7. Tingkat parasitisasi telur <i>Spodoptera frugiperda</i> pada lahan penelitian.....	82
Lampiran 8. Tingkat parasitisasi telur <i>Spodoptera frugiperda</i> aborsi pada lahan penelitian .....	82
Lampiran 9. Persentase imago parasitoid telur keluar pada lahan penelitian.....	83
Lampiran 10. Deteksi persentase uji kolonisasi jamur endofit pada daun jagung di laboratorium.....	83
Lampiran 11. Persentase mortalitas larva uji di laboratorium. ....	84
Lampiran 12. Populasi larva <i>Spodoptera frugiperda</i> (ekor) pada lahan penelitian.....	85
Lampiran 13. Persentase serangan <i>Spodoptera frugiperda</i> pada lahan penelitian.....	85
Lampiran 14. Intensitas serangan <i>Spodoptera frugiperda</i> pada lahan penelitian.....	87
Lampiran 15. Kerapatan konidia isolat jamur endofit. ....	88
Lampiran 16. Viabilitas konidia isolat jamur endofit. ....	88

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Jagung (*Zea mays* L.) adalah tanaman serealia penting di Indonesia, karena banyak permintaan penduduk Indonesia (Wanto *et al.*, 2019). Jagung selain sebagai bahan pokok menggantikan beras dalam upaya diversifikasi pangan, jagung juga merupakan pakan ternak, serta bahan baku industri (El and Isfianadewi, 2019). Biji jagung kaya akan karbohidrat, serat, protein, dan vitamin B kompleks serta mineral. Tepung jagung atau biji jagung utuh sampai jerami jagung digunakan sebagai pakan ternak untuk memberikan energi dan nutrisi untuk hewan ternak. Biji jagung dapat digunakan sebagai bahan baku produk industri seperti minyak jagung, sirup jagung, dan bioetanol melalui fermentasi biji jagung sebagai bahan bakar ramah lingkungan (Suardi, 2019). Penanaman jagung oleh petani semakin meningkat, faktor pendorong usaha jagung dari harga tinggi dan kebutuhan yang meningkat (Sendhil *et al.*, 2014). Gangguan dari Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) menyebabkan menurunnya kualitas (Herlinda *et al.*, 2021) dan kuantitas bahkan menimbulkan kerugian secara ekonomis produksi jagung. Petani di Indonesia dalam budidaya jagung sering menghadapi hama penting yang muncul dan mengganggu adalah ulat grayak (Kassie *et al.*, 2020). Ulat grayak atau *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) menjadi hama penting tanaman pangan seperti jagung, beras dan gandum (Perera *et al.*, 2019). Fall armyworm (FAW) atau *S. frugiperda* sekarang menjadi wabah endemik secara global (Early *et al.*, 2019).

Sebaran geografis *S. frugiperda* pertama kali menyebar luas di Amerika Utara bagian timur dan tengah, serta di Amerika Selatan dan juga ditemukan di beberapa negara bagian Amerika Serikat (Afandhi *et al.*, 2022). *S. frugiperda* tidak dapat bertahan hidup di bawah suhu beku, oleh karena itu *S. frugiperda* lebih sering menjadi hama di negara bagian tenggara (Prasanna *et al.*, 2022). *S. frugiperda* atau Fall armyworm pertama kali terdeteksi di Indonesia pada awal tahun 2019 daerah Sumatera Barat (Herlinda *et al.*, 2023). Selanjutnya menyebar dengan cepat ke sepanjang Sumatra, Jawa, dan Kalimantan, dan saat ini hampir

semua provinsi di Indonesia telah ditemukan *S. frugiperda* (Trisyono *et al.*, 2019). Hama ini bersifat polifag, menyebabkan kerusakan dan kerugian besar pada inang utamanya, yaitu jagung (Putra *et al.*, 2024). *S. frugiperda* menyerang titik tumbuh, daun, batang, bunga, dan bahkan buah sehingga dapat mengurangi produksi jagung (Rindiani *et al.*, 2024), fase vegetatif jagung apabila terserang *S. frugiperda* dapat menyebabkan kerusakan hingga 100%. Serangga dewasa atau imago dari *S. frugiperda* dapat berpindah dan menyebar luas dengan cepat dengan radius terbang yang cukup luas dalam satu minggu sehingga sulit dikendalikan (Supartha *et al.*, 2021). Ulat grayak atau *S. frugiperda* memiliki bentuk tubuh yang lonjong dan warna kulit hijau muda yang bercampur hitam (Widhayasa *et al.*, 2021). Bagian kepala *S. frugiperda* memiliki garis yang menyerupai huruf Y terbalik (Arifin and Abdullah, 2023). Imago *S. frugiperda* memiliki lebar sayap 32 hingga 40 milimeter, dengan sayap belakang berwarna putih keabu-abuan. Imago jantan memiliki pola lebih banyak dan bintik putih yang khas pada sayap depannya (Yousaf *et al.*, 2022). Ngegat betina bertelur secara berkelompok di bagian atas dan bawah daun jagung, setelah menetas, tahap pertama (*neomatus*) menyebar untuk mencari tempat berlindung dan mencari makan. Fase larva pertama berwarna terang dengan kepala yang lebih besar dan gelap, saat berkembang larva menjadi lebih cokelat dengan garis memanjang dan bintik-bintik hitam yang memiliki seta. Larva *Spodoptera frugiperda* terdiri dari VI instar, dan fase larva memakan dan paling merusak daun jagung (Gilal *et al.*, 2020).

Pengendalian secara kimiawi dianggap paling mudah dan efektif mengendalikan *S. frugiperda* (Vandenberg *et al.*, 2021), namun sangat disayangkan mengingat banyak dampak negatif yang timbul serta residu yang ditinggalkan dikemudian hari seperti ancaman kesehatan manusia dan kerusakan lingkungan. Pengendalian yang digunakan selain secara kimiawi, yaitu menggunakan pengendalian dengan konsep pengendalian secara terpadu menggunakan agens hayati (Tepa *et al.*, 2021). Pengendalian hayati mengedepankan aspek ekologi untuk menekan populasi hama (Koffi *et al.*, 2023). Jenis agen hayati meliputi musuh alami seperti predator dan parasitoid, dan agens hayati patogen, yaitu entomopatogen, jamur endofit *B. bassiana* dapat

dimanfaatkan sebagai agens hayati jamur endofit entomopatogen (Martins *et al.*, 2014). Pengendalian menggunakan agens hayati di Indonesia untuk mengendalikan populasi *S. frugiperda*, khususnya di Sumatera Selatan masih minim tersedia. Hal ini menyebabkan perlunya penelitian tentang agens hayati seperti jamur endofit entomopatogen untuk mengetahui efektivitasnya dalam mengendalikan *S. frugiperda* (Idrees *et al.*, 2022). Pengendalian hayati dapat juga dengan memanfaatkan parasitoid *Telenomus remus* (Nixon). Kebaharuan dari penelitian ini adalah dengan memberikan informasi ilmiah mengenai dampak agens hayati seperti jamur endofit entomopatogen terhadap jagung dan populasi *S. frugiperda* asal lahan jagung Indralaya selama satu musim tanam jagung dan potensinya sebagai agens hayati untuk menekan populasi hama di lapangan (Parsa *et al.*, 2015).

## **1.2. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana dampak pengaplikasian jamur entomopatogen endofit pada populasi telur, larva *S. frugiperda* dan serangannya terhadap lahan penelitian selama satu musim tanam?
2. Bagaimana dampak pengaplikasian jamur endofit entomopatogen terhadap tingkat parasitisasi *T. remus* pada telur *S. frugiperda* di lahan penelitian selama satu musim tanam?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menentukan pengaruh pengaplikasian jamur entomopatogen endofit pada jumlah populasi telur dan larva *S. frugiperda* di lahan penelitian selama satu musim tanam.
2. Untuk menentukan tingkat parasitisme *T. remus* pada telur *S. frugiperda* setelah pengaplikasian jamur endofit entomopatogen di lahan penelitian selama satu musim tanam.



#### **1.4. Hipotesis**

1. Diduga populasi telur dan larva *S. frugiperda* lebih rendah pada tanaman yang diaplikasikan dengan jamur endofit entomopatogen.
2. Diduga parasitisasi *T. remus* meningkat setelah penerapan jamur endofit entomopatogen di lahan penelitian.

#### **1.5. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi dan ilmu pengetahuan mengenai pengendalian agens hayati parasitoid telur dan dampak jamur endofit entomopatogen yang diaplikasikan terhadap jagung dan populasi telur serta larva *S. frugiperda* selama satu musim tanam jagung di lahan penelitian Program Studi Proteksi Tanaman, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Indralaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adeyemi, O., Afshar, K. R., Jahanzad, E., Battaglia, M. L., Luo, Y., Sadeghpour, A. 2020. Effect of wheat cover crop and split nitrogen application on maize yield and nitrogen use efficiency. *Agronomy*, 10(8), 2–11. <https://doi.org/10.3390/agronomy10081081>.
- Afandhi, A., Fernando, I., Widjayanti, T., Maulidi, A. K., Radifan, H. I., Setiawan, Y. 2022. Impact of the Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), invasion on maize and the native *Spodoptera litura* (Fabricius) in East Java, Indonesia, and evaluation of the virulence of some indigenous entomopathogenic fungi. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 32(1). <https://doi.org/10.1186/s41938-022-00541-7>.
- Afandhi, A., Widjayanti, T., Emi, A. A. L., Tarno, H., Afiyanti, M., 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), 1–6. <https://doi.org/10.1186/s40538-019-0148-1>.
- Aisah, A. R., Fitrahtunnisa, Hipi, A. 2021. Morphological characteristics resistance to the pest of local maize variety of “jago leke” genetic resources in West Nusa Tenggara. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 911(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/911/1/012008>.
- Alam, T., Sahoo, S., Dubey, V. K., Yadav, M. K. 2020. New invasive alien species in maize, Fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) Lepidoptera: Noctuidae. *Modern Technology of Agriculture, Forestry, Biotechnology and Food Science, April*, 148–153.
- Altaf, N., Idrees, A., Ullah, M. I., Arshad, M., 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>.
- Arifin, S. H. A., 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).
- Augusman, W., Tobing, M. C., Siregar, A. Z. 2023. Ekplorasi parasitoid telur *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) pada tanaman jagung di desa Purwobinangun Kec. Sei Bingai, Kab. Langkat. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 11(1), 10–18.
- Berlian, Z., Fatiqin, A., Agustina, E. 2016. Penggunaan perasan jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dalam menghambat bakteri *Escherichia coli* pada bahan pangan. *Bioilmi: Jurnal Pendidikan*, 2(1).
- Chamber, P. P. 2020. Penghitungan jumlah mikroba secara langsung menggunakan haemocytometer. *Jurnal Pertanian*, 2–4.

- Chen, X., Zhang, W., Wang, J., Zhu, S., Shen, X., Chen, H., Fan, Y. 2022. Transcription factors *bbpacc* and *bbmsn* jointly regulate oosporein production in *Beauveria bassiana*. *Microbiology Spectrum*, 10(6). <https://doi.org/10.1128/spectrum.03118-22>.
- Colmenarez, Y. C., Babendreier, D., Ferrer, W. F. R., Vasquez, F. C. L., Freitas, B. A. 2022. The use of *Telenomus remus* (Nixon, 1937) (Hymenoptera: Scelionidae) in the management of *Spodoptera* spp.: potential, challenges and major benefits. *CABI Agriculture and Bioscience*, 3(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s43170-021-00071-6>.
- Damayanti, D. R., Megasari, D., Khoiri, S. 2023. Serangan *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) pada pertanaman jagung di Kabupaten Lamongan. *Agropross: National Conference Proceedings of Agriculture*, 274–280. <https://doi.org/10.25047/agropross.2023.468>.
- Dannon, H. F., Dannon, A. E., Douro, O. K., Zinsou, A. V., Houndete, A. T., Toffa, M. J., Elegbede, I. A. T. M., Olou, B. D., Tamo, M. 2020. Toward the efficient use of *Beauveria bassiana* in integrated cotton insect pest management. *Journal of Cotton Research*, 3(1). h
- De, J. V., Cesar, R. F. P., Picoli, N. H., Roel, A. R., Astolfi, G., Pistori, H. 2023. Deep neural networks with attention mechanisms for *Spodoptera frugiperda* pupae sexing. *Smart Agricultural Technology*, 4(12), 100–200. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2023.100200>.
- Devi, R., Chandra, U., Rajak, R. K., Kumar, P., Singh, S. K., Veer, R. 2024. Biology of Fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) on maize under laboratory conditions. *International Journal of Environment and Climate Change*, 14(2), 463–469.
- Dhaliwal, D. S., Williams, M. M. 2022. Evidence of sweet maize yield losses from rising temperatures. *Scientific Reports*, 12(1), 1–6. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-23237-2>.
- Dong, H., Zhu, K., Hui, Z., Bai, X., Zhou, J. C., Zhang, L. S. 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. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2021.05.015>.
- Du, P. H., Schlemmer, M. L., Vandenberg, J. 2020. The effect of temperature on the development of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Insects*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/insects11040228>.
- Early, R., Gonzalez, M. P., Murphy, S. T., Day, R. 2019. Forecasting the global extent of invasion of the cereal pest *Spodoptera frugiperda*, the Fall armyworm. *NeoBiota*, 50(40), 25–50.
- El, H. L. N., Isfianadewi, D. 2019. Diversifikasi pangan olahan jagung manis sebagai upaya pengembangan agroindustri di desa Soropaten. *J-Dinamika: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(1), 28–33. <https://doi.org/10.25047/j->

- Elfita, Mardiyanto, Fitrya, Larasati E. J., Julinar, Widjajanti, H., Muharni. 2019. Antibacterial activity of *cordyline fruticosa* leaf extracts and its endophytic fungi extracts. *Biodiversitas*, 20(12), 3804–3812.
- Farid, M., Djufry, F., Yassi, A., Anshori, M. F., Musa, Y., Nasaruddin, Aqil, M., Adzima, A. F., Iswoyo, H., Jamil, M. H., Pati, S. 2022. Integrated maize cultivation technology based on morphology, drone imaging, and participatory plant breeding. *Sabrao Journal of Breeding and Genetics*, 54(2), 267–279. <https://doi.org/10.54910/sabrao2022.54.2.5>.
- Gasmi, L., Baek, S., Kim, J. C., Kim, S., Lee, M. R., Park, S. E., Shin, T. Y., Lee, S. J., Parker, B. L., Kim, J. S. 2021. Gene diversity explains variation in biological features of insect killing fungi, *Beauveria bassiana*. *Scientific Reports*, 11(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78910-1>.
- Gilal, A. A., Bashir, L., Faheem, M., Rajput, A., Soomro, J. A., Kumbhar, S., Mirwani, A. S., Zahra, U. T., Mastoi, G. S., Sahito, J. G. M. 2020. First record of invasive Fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)) in maize fields of sindh, Pakistan. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 33(2), 247–252.
- Guzzon, F., Rios, L. W. A., Cepeda, G. M., Polo, M. C., Cabrera, A. C., Figueroa, J. M., Hoyos, A. E. M., Calvo, T. W. J., Molnar, T. L., Leon, L. A. N., Kerguelen, S. L. M., Rojas, J. G. O., Vazquez, G., Ortiz, O. R. E., Zambrano, J. L., Rojas, N. P., Pixley, K. V. 2021. Conservation and use of latin american maize diversity: pillar of nutrition security and cultural heritage of humanity. *Agronomy*, 11(1), 1–22.
- Herlinda, S., Gustianingtyas, M., Suwandi, S., Suharjo, R., Sari, J. M. P., Lestari, R. P. 2021. Endophytic fungi confirmed as entomopatogens 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., Octariati, N., Suwandi, S., Hasbi. 2020. Exploring entomopatogenic 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, 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), 1–9. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/912/1/012019>.
- Herlinda, S., Suharjo, R., Elbi Sinaga, M., Fawwazi, F., Suwandi, S. 2022. First report of occurrence of maize 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>.

- Herlinda, S., Suwandi, S., Irsan, C., Adrian, R., Fawwazi, F., Akbar, F. 2023. Species diversity and abundance of parasitoids of Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) from South Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 24(11), 6184–6190.
- Hu, S., Bidochka, M. J. 2021. Root colonization by endophytic insect-pathogenic fungi. *Journal of Applied Microbiology*, 130(2), 570–581. <https://doi.org/10.1111/jam.14503>.
- Huang, F. 2021. Resistance of the Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, to transgenic *Bacillus thuringiensis* cry1f maize in the Americas: lessons and implications for *B. thuringiensis* maize IRM in China. *Insect Science*, 28(3), 574–589. <https://doi.org/10.1111/1744-7917.12826>.
- Hutagalung, R. P. S., Sitepu, S. F., Marheni. 2021. Biologi Fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) di laboratorium. *Jurnal Pertanian Tropik*, 8(1), 1–10.
- Idrees, A., Afzal, A., Qadir, Z. A., Li, J. 2022. Bioassays of *Beauveria bassiana* isolates against the Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Journal of Fungi*, 8(7). <https://doi.org/10.3390/jof8070717>.
- 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. *Insects*, 12(1044), 1–16. <https://www.mdpi.com/2075-4450/12/11/1044>.
- Ilhamiyah, I., Zuraida, A. 2022. Potensi parasitoid telur penggerek batang padi putih (*Scirpophaga innotata*) pada purun tikus (*Eleocharis dulcis*) di lahan pasang surut. *Prosiding Penelitian Dosen UNISKA MAB 1*, 1–12.
- Kassie, M., Wossen, T., De Groote, H., Tefera, T., Sevgan, S., Balew, S. 2020. Economic impacts of Fall armyworm and its management strategies: evidence from southern Ethiopia. *European Review of Agricultural Economics*, 47(4), 1473–1501. <https://doi.org/10.1093/erae/jbz048>.
- Khamid, M. B. R., Siriyah, S. L. 2018. Efektivitas bakteri entomopatogen dari tanah sawah asal Kecamatan Cilebar Kabupaten Karawang terhadap intensitas serangan, mortalitas hama ulat grayak (*Spodoptera litura*) pada hasil tanaman kubis bunga (*Brassica oleraceae* L.). *Jurnal Agrotek Indonesia*, 3(1). <https://doi.org/10.33661/jai.v3i1.1170>.
- Koffi, D., Agboka, K., Adjevi, M. K. A., Adom, M., Tounou, A. K., Meagher, R. L. 2023. The natural control agents of the Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* in Togo: moderating insecticide applications for natural control of the pest? *Journal of Pest Science*, 96(4), 1405–1416. <https://doi.org/10.1007/s10340-023-01662-0>.
- Korchak, M., Yermakov, S., Hutsol, T., Burko, L., Tulej, W. 2021. Features of weediness of the field by root residues of maize. *Vide. Tehnologija. Resursi - Environment, Technology, Resources*, 1, 122–126.

- Kuate, A. F., Hanna, R., Doumtsop, F. A. R., Abang, A. F., Nanga, S. N., Ngatat, S., Tindo, M., Masso, C., Ndemah, R., Suh, C., Fiaboe, K. K. M. 2019. Correction: *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) in Cameroon: case research on its distribution, damage, pesticide use, genetic differentiation and host plants. *Journal PLoS*, 14:4 (e0215749) DOI: 10.1371/journal.pone.0215749). *PLoS ONE*, 14(6), 3–5.
- Kuzhuppillymyal, L., Guerra, T. P., Flores, G. R., Rodriguez, P. M. C., Ek-Ramos, M. J. 2020. Endophytic *Beauveria bassiana* promotes drought tolerance and early flowering in maize. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 36(3).
- 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>.
- Liu, G., Yang, Y., Liu, W., Guo, X., Xue, J., Xie, R., Ming, B., Wang, K., Hou, P., Li, S. 2020. Leaf removal affects maize morphology and grain yield. *Agronomy*, 10(2), 1–12. <https://doi.org/10.3390/agronomy10020269>.
- Liu, Y., Yang, Y., Wang, B. 2022. Entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* play roles of maize (*Zea mays*) growth promoter. *Scientific Reports*, 12(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-19899-7>.
- Liu, Z., Su, H., Lyu, B., Yan, S., Lu, H., Tang, J. 2022. Safety evaluation of chemical insecticides to. *Insects*, 13(5).
- Maemunah, Samsudin, S., Mustakim. 2021. Morphological characteristics of superior purple and local red maizes. *Agroland: The Agricultural Sciences Journal*, 7(2), 116–125.
- Martins, I. C. F., Silva, R. J., Alencar, J. R., Silva, K. P., Cividanes, F. J., Duarte, R. T., Agostini, L. T., Polanczyk, R. A. 2014. Interactions between the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales) and the Aphid parasitoid *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Braconidae) on *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology*, 107(3), 933–938. <https://doi.org/10.1603/EC13542>.
- Mohamad R, M. H., Ahad, N. A. 2020. The changes on morphological and absorption ability of treated maize stalk fiber. *Journal of Physics: Conference Series*, 1529(5). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1529/5/052009>.
- Monticelli, L. S., Outreman, Y., Frago, E., Desneux, N. 2019. Impact of host endosymbionts on parasitoid host range from mechanisms to communities. *Current Opinion in Insect Science*, 32(11), 77–82. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2018.11.005>.
- 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.

- Naranjo, G. N., Santos, L. A., Chiarina Pena Barbosa, N. C., Corrêa E Castro, A. C. M., Fernandes, O. A. 2020. Long-term mass rearing impacts performance of the egg parasitoid *Telenomus remus* (Hymenoptera: Platygasteridae). *Journal of Entomological Science*, 55(1), 69–86. <https://doi.org/10.18474/0749-8004-55.1.69>.
- Navasero, M. V, Navasero, M. M., Aries, G., Burgonio, S., Ardez, K. P., Ebuenga, M. D., Joy, M., Beltran, B., Bato, M. B., Gonzales, P. G., Magsino, G. L., Caoili, B. L., Lynn, A., Dupo, B. A., Flor, M., Aquino, G. M. 2019. Detection of the Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) using larval morphological characters, and observations on its current local distribution in the Philippines. *Philippine Entomologist*, 33(2), 171–184.
- Nelly, N., Hamid, H., Lina, E. C., Yunisman, Yaherwandi, Putri, Y. D. 2023. The development of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) on several varieties of maize. *Biodiversitas*, 24(1), 523–530.
- Nunes, M. R., Karlen, D. L., Denardin, J. E., Cambardella, C. A. 2019. Maize root and soil health indicator response to no-till production practices. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 285(July), 106607. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106607>.
- Nurtiati, N., Minarni, E. W., Shafira, Y. K. 2023. Uji efektivitas jamur entomopatogen isolat kebanggan, karanggude, dan pabuwaran terhadap hama ulat grayak (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) pada tanaman jagung. *RADIKULA: Jurnal Ilmu Pertanian*, 2(01), 39–46.
- Oktaviani, Maryana, N., Pudjianto. 2021. Biology and life tables of *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) as parasitoid of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 948(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/948/1/012041>.
- Parsa, S., Ortiz, V., Vega, F. E. 2015. Establishing fungal entomopatogens as endophytes: towards endophytic biological control. *Journal of Visualized Experiments : JoVE*, 74, 1–5. <https://doi.org/10.3791/50360>.
- Pedrini, N. 2022. The entomopatogenic fungi *Beauveria bassiana* shows its toxic side within insects: expression of genes encoding secondary metabolites during pathogenesis. *Journal of Fungi*, 8(5).
- Perera, N., Magamage, M., Kumara, A., Galahitigama, H., Dissanayake, K., Wekumbura, C., Iddamalgoda, P., Iddamalgoda, P., Siriwardhana, C., Yapa, P. 2019. Fall Armyworm (FAW) epidemic in Sri Lanka: Ratnapura District perspectives. *International Journal of Entomological Research*, 7(1), 09–18. <https://doi.org/10.33687/entomol.007.01.2887>.
- Prasanna, B. M., Bruce, A., Beyene, Y., Makumbi, D., Gowda, M., Asim, M., Martinelli, S., Head, G. P., Parimi, S. 2022. Host plant resistance for Fall

armyworm management in maize: relevance, status and prospects in Africa and Asia. *Theoretical and Applied Genetics*, 135(11), 3897–3916. <https://doi.org/10.1007/s00122-022-04073-4>.

- Putra, I. L. I., Aulia, D. R., Hanafi, Y. 2024. Bentuk serangan *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith pada tanaman selain jagung di Kabupaten Kulon Progo. *Jurnal Sains Dan Edukasi Sains*, 7(1), 58–67.
- Rabanal, M., Medina, H. A. 2021. Evaluation of the yield, morphological and chemicals characteristics of varieties of purple maize (*Zea mays* L.) in the region Cajamarca-Peru. *Terra Latinoamericana*, 39, 1–10.
- Ramos, L. C., Ashraf, H. J., Sanchez, M. J. P., Akutse, K. S., Bamisile, B. S., Lu, L., Li, X., Lin, J., Wu, Q., Wang, L. 2022. Genome wide identification and characterization of toll-like receptors (TLRs) in *Diaphorina citri* and their expression patterns induced by the endophyte *Beauveria bassiana*. *Journal of Fungi*, 8(8).
- Ramos, L. C., Sanchez, M. J. P., Akutse, K. S., Bamisile, B. S., Liu, J., Haider, F. U., Ashraf, H. J., Wang, L. 2023. Comprehensive genome wide identification and expression profiling of ADF gene family in *Citrus sinensis*, induced by endophytic colonization of *Beauveria bassiana*. *International Journal of Biological Macromolecules*, 225(8), 886–898. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.11.153>.
- Reddy, V. S., Konsam, J., Dayananda, S., Nabakishor, N., Karam, N. 2024. Research on biology of Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) on Maize, *Zea mays* L. in Maur, India. *International Journal of Environment and Climate Change*, 14(3), 32–41.
- Rindiani, D. E., Herlinda, S., Suwandi, S. 2024. Population and attacks of *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) on maize inoculated with endophytic entomopatogenic fungi from South Sumatra, Indonesia. *Jurnal Lahan Suboptimal: Journal of Suboptimal Lands*, 13(1), 87–93. <https://doi.org/10.36706/jlso.13.1.1024.707>.
- Rioba, N. B., Stevenson, P. C. 2020. Opportunities and scope for botanical extracts and products for the management of Fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) for smallholders in Africa. *Plants*, 9(2).
- Rosanti, D., Kartika, T., Jannah, M. 2023. Struktur stomata pada famili Poaceae di Desa Kota Bumi Kecamatan Tanjung Lubuk Kabupaten OKI. *Indobiosains*, 5(1), 25–32. <https://doi.org/10.31851/indobiosains.v5i1.10980>
- Rosmiati, A., Hidayat, C., Firmansyah, E., Setiati, Y. 2018. Potensi *Beauveria bassiana* sebagai agens hayati *Spodoptera litura*. pada tanaman kedelai. *Agrikultura*, 29(1), 43.
- Sari, J. M. P., Herlinda, S., Elfita, Suwandi, S. 2024. The potency of fungal entomopatogens isolated from *Spodoptera frugiperda* as endophytic plant-growth promoter. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1346(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1346/1/012010>.



- Sari, J. M. P., Herlinda, S., Suwandi, S. 2022. Endophytic fungi from South Sumatra (Indonesia) in seed-treated maize 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, S. P., Suliansyah, I., Nelly, N., Hamid, H. 2021. The occurrence of *Spodoptera frugiperda* attack on maize in West Pasaman District, West Sumatra, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 741(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/741/1/012020>.
- Sendhil, R., Kar, A., Mathur, V. C., Jha, G. K. 2014. Price volatility in agricultural commodity futures an application of garch model. *Journal of the Indian Society of Price Volatility in Agricultural Commodity Futures - An Application of Garch Model*. 68(3), 365–375.
- Serna, L. 2022. Maize stomatal responses against the climate change. *Frontiers in Plant Science*, 13, 1–9.
- Shahrestani, P., King, E., Ramezan, R., Phillips, M., Riddle, M., Thornburg, M., Greenspan, Z., Estrella, Y., Garcia, K., Chowdhury, P., Malarat, G., Zhu, M., Rottshaefer, S. M., Wraight, S., Griggs, M., Vandenberg, J., Long, A. D., Clark, A. G., Lazzaro, B. P. 2021. The molecular architecture of *Drosophila melanogaster* defense against *Beauveria bassiana* explored through evolve and resequence and quantitative trait locus mapping. *G3: Genes, Genomes, Genetics*, 11(12).
- Simanjuntak, C. L., Sumiartha, I. K., Yuliadhi, K. A., Supartha, I. W. 2022. Insidensi serangan dan perkembangan populasi hama invasif, *Spodoptera frugiperda* (J. E Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) pada tanaman jagung dan sorgum di Bali. *Agrotrop: Journal on Agriculture Science*, 12(1), 1. <https://doi.org/10.24843/ajoas.2022.v12.i01.p01>.
- Staric, P., Vogel, K., Mozetic, M., Junkar, I. 2020. Effects of nonthermal plasma on morphology, genetics and physiology of seeds: a review. *Plants*, 9(12). <https://doi.org/10.3390/plants9121736>.
- Su'ud, M., Suyani, I. S., Maulana, A. 2019. Uji beberapa konsentrasi ekstrak biji dan daun mimba (*Azadirachta indica* L.) terhadap kematian dan perkembangan larva ulat grayak (*Spodoptera exigua* Hbn). *Agrotechbiz*, 6(1), 26–37. <https://doi.org/10.51747/agrotechbiz.v6i1.444>.
- Suardi, S. S. 2019. Analisa penggunaan biodiesel minyak jagung sebagai campuran bahan bakar alternatif mesin diesel. *Inovtek Polbeng*, 9(2), 280. <https://doi.org/10.35314/ip.v9i2.1041>.
- Supartha, I. W., Sunari, A. S., Krisna, I. G. P. B., Yudha, W. K. I., Mahaputra, I. G. F., Wiradana, P. A. 2021. Invasion, population development, and attack intensity of the Fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) J.E Smith (Lepidoptera: Noctuidae) on two varieties maize in Serongga Village, Gianyar Regency, Bali -Indonesia. *Technology Reports of Kansai University*, 63(1), 6945–6954.

- Tandzi, L. N., Mutengwa, C. S. 2020. Estimation of maize (*Zea mays* L.) yield per harvest area: appropriate methods. *Agronomy*, 10(1), 1–18. <https://doi.org/10.3390/agronomy10010029>.
- Tepa, Y. G. T., Tonnang, H. E. Z., Goergen, G., Subramanian, S., Kimathi, E., Abdel, R. E. M., Flø, D., Thunes, K. H., Fiaboe, K. K. M., Niassy, S., Bruce, A., Mohamed, S. A., Tamo, M., Ekesi, S., Sathre, M. G. 2021. Global habitat suitability of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, noctuidae): key parasitoids considered for its biological control. *Insects*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/insects12040273>.
- Triasih, U., Agustina, D., Agustina, D., Dwiastuti, M. E., Wuryantini, S. 2019. Test of various carrier materials against viability and conidia density in some liquid biopesticides of entomopathogenic fungi. *Jurnal Agronida*, 5(1), 12–20.
- Trisyono, Y. A., Suputa, S., Aryuwandari, V. E. F., Hartaman, M., Jumari, J. 2019. Occurrence of heavy infestation by the Fall armyworm *Spodoptera frugiperda*, a new alien invasive pest, in maize Lampung Indonesia. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 23(1), 156.
- Vandenberg, J., Britz, C., Du, P. H. 2021. Maize yield response to chemical control of *Spodoptera frugiperda* at different plant growth stages in south Africa †. *Agriculture (Switzerland)*, 11(9).
- Varella, A. C., Menezes, N. A. C., De, S. A. J. D., Caixeta, D. F., Peterson, R. K. D., Fernandes, O. A. 2015. Mortality dynamics of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) immatures in maize. *PLoS ONE*, 10(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0130437>.
- Volp, T. M., Zalucki, M. P., Furlong, M. J. 2022. What defines a host? oviposition behavior and larval performance of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) on five putative host plants. *Journal of Economic Entomology*, 115(6), 1744–1751. <https://doi.org/10.1093/jee/toac056>.
- Walne, C. H., Raja, R. K. 2022. Temperature effects on the shoot and root growth, development, and biomass accumulation of maize (*Zea mays* L.). *Agriculture (Switzerland)*, 12(4).
- Walne, C. H., Reddy, K. R. 2021. Developing functional relationships between soil waterlogging and maize shoot and root growth and development. *Learning*, 50(11), 681–730.
- Wanto, A., Hartama, D., Widi, B. G., Chikmawati, Z., Sukrisna, H. D., Hotria, H. P., Fredrik, M. R., Efendi, S., Gultom, I., Perdana, W. A. 2019. Model of artificial neural networks in predictions of maize productivity in an effort to overcome imports in Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*, 1339(1).
- Wengrat, A. P. G. S., Coelho, J. A., Parra, J. R. P., Takahashi, T. A., Foerster, L. A., Correa, A. S., Polaszek, A., Johnson, N. F., Costa, V. A., Zucchi, R. A. 2021. Integrative taxonomy and phylogeography of *Telenomus remus* (Scelionidae), with the first record of natural parasitism of *Spodoptera* spp.

in Brazil. *Scientific Reports*, 11(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93510-3>.

- Widhayasa, B., Prasetyani, D. E., Gendroyono, E., Thoyib, H. J. 2021. Insiden serangan ulat grayak *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) pada tanaman jagung di Kalimantan Timur incident of Fall armyworm *Spodoptera frugiperda* attacks on maize in East Kalimantan. *Jurnal Galung Tropika*, 10(3), 356–363.
- Wikantyoso, B., Putra, I. L. I. 2024. Morphological structure of the body setae as mechanoreceptor on the mesonotum of *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera, Platygasteridae). *Journal of Biotechnology and Natural Science*, 3(1), 24–29. <https://doi.org/10.12928/jbns.v3i1.9424>.
- Yactayo, J. P., Hunter, C. T., Alborn, H. T., Christensen, S. A., Block, A. K. 2022. Production of the green leaf volatile (Z)-3-Hexenal by a *Zea mays* Hydroperoxide Lyase. *Plants MDPI*, 11(17).
- Yousaf, S., Rehman, A., Masood, M., Ali, K., Suleman, N. 2022. Occurrence and molecular identification of an invasive rice strain of Fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) from Sindh, Pakistan, using mitochondrial cytochrome c oxidase gene sequences. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 129(1), 71–78. <https://doi.org/10.1007/s41348-021-00548-6>.
- Zemek, R., Konopická, J., Jozova, E., Habustova, O. S. 2021. Virulence of *Beauveria bassiana* strains isolated from cadavers of colorado potato beetle, *leptinotarsa decemlineata*. *Insects*, 12(12), 1–13.