

SKRIPSI

**DAMPAK APLIKASI JAMUR ENDOFIT ENTOMOPATOGEN
YANG DI APLIKASIKAN MELALUI AKAR TERHADAP
TELUR DAN LARVA FALL ARMYWORM**

***ENDOPHYTIC ENTOMOPATHOGENIC FUNGI WATERED ON
MAIZE ROOTS AND THEIR IMPACT AGAINST FALL
ARMYWORM EGGS AND LARVAE***



**Bayu Bahtiar Baihaqi
05081382126071**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

SUMMARY

BAYU BAHTIAR BAIHAQI. Endophytic Entomopathogenic Fungi Watered on Maize Roots and their Impact against Fall Armyworm Eggs and Larvae (Supervised by **SITI HERLINDA**)

Corn (*Zea mays* L.) is one of the main and most important food commodities in Indonesia. However, maize production in Indonesia is currently experiencing a decline in both quality and quantity due to the attack of the pest *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). One of the biological control alternatives with great potential and currently still in the development stage is the utilization of entomopathogenic endophytic fungi.

This research aims to determine the effect of entomopathogenic endophytic fungi applied to the roots on the population of *S. frugiperda* and egg parasitoids in maize fields during one planting season. The research was conducted in the research fields and entomology laboratory of the Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University from January to December 2024. This research uses a Latin square design (LSD) with 4 treatments, namely *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *P. citrinum*, and a control, with 4 replications for each treatment. The sampling method used was the W-pattern observation method with 30 sample plants for each treatment.

In the population of *S. frugiperda* eggs and larvae, the observation results did not differ significantly. The results of the observation of the *S. frugiperda* egg population in the research area over 10 weeks showed no significant differences for each treatment. The observation of the *S. frugiperda* larva population also showed similar results, with no significant differences for each treatment. The results of the observation of the *Telenomus remus* egg parasitoid population did not show significant effects, as each treatment given did not result in significant differences. This may be influenced by several factors such as external factors and others. The entomopathogenic endophytic fungi applied to the roots did not have a significant effect on the population of *S. frugiperda* and the egg parasitoid *T. remus* in this research. Therefore, further research is needed on the species of fungi, fungal concentrations, application timing, and different environmental conditions to explore the potential of entomopathogenic endophytic fungi in controlling *S. frugiperda* on maize.

Keywords: Maize, *Spodoptera frugiperda*, endophytic fungi, parasitoids

RINGKASAN

BAYU BAHTIAR BAIHAQI. Dampak Aplikasi Jamur Endofit Entomopatogen terhadap Telur dan Larva Fall Armyworm yang di Aplikasikan melalui Akar (Dibimbing oleh **SITI HERLINDA**).

Jagung (*Zea mays* L.) adalah salah satu komoditas pangan utama dan terpenting di Indonesia. Namun, produksi jagung di Indonesia saat ini sedang mengalami penurunan akibat serangan hama *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) baik itu kualitas maupun kuantitasnya. Salah satu alternatif pengendalian hayati yang memiliki potensi yang besar dan saat ini masih dalam tahap pengembangan adalah pemanfaatan jamur endofit yang bersifat entomopatogen.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jamur endofit entomopatogen yang diaplikasi pada akar terhadap populasi *S. frugiperda* dan parasitoid telur pada lahan jagung selama satu musim tanam. Penelitian dilaksanakan di lahan penelitian dan laboratorium entomologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya dari bulan Januari sampai Desember 2024. Penelitian ini menggunakan Rancangan bujur sangkar latin (RBSL) dengan 4 perlakuan yaitu *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *P. citrinum* dan kontrol dengan 4 ulangan pada masing-masing perlakuan. Metode sampling yang digunakan yaitu metode pengamatan pola huruf W dengan masing-masing 30 tanaman sampel untuk setiap perlakuan.

Dalam populasi telur dan larva *S. frugiperda*, hasil dari pengamatan tidak berbeda secara signifikan. Hasil dari pengamatan populasi telur *S. frugiperda* di area penelitian selama 10 minggu menunjukkan hasil yang tidak berbeda secara signifikan untuk setiap perlakuan. Pengamatan populasi larva *S. frugiperda* juga menunjukkan hasil yang sama, yang tidak berbeda secara signifikan untuk setiap perlakuan. Hasil dari pengamatan populasi parasitoid telur *Telenomus remus* tidak menunjukkan efek yang signifikan, karena setiap perlakuan yang diberikan tidak menghasilkan perbedaan yang signifikan. Ini mungkin dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti faktor eksternal dan lainnya. Jamur endofit entomopatogen yang diterapkan pada akar tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap populasi *S. frugiperda* dan parasitoid telur *T. remus* dalam penelitian ini. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan mengenai spesies jamur, konsentrasi jamur, waktu aplikasi, dan kondisi lingkungan yang berbeda untuk mengeksplorasi potensi jamur endofit entomopatogenik dalam mengendalikan *S. frugiperda* pada jagung.

Kata Kunci: Jagung, *Spodoptera frugiperda*, jamur endofit, parasitoid

SKRIPSI

DAMPAK APLIKASI JAMUR ENDOFIT ENTOMOPATOGEN YANG DI APLIKASIKAN MELALUI AKAR TERHADAP TELUR DAN LARVA FALL ARMYWORM

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



Bayu Bahtiar Baihaqi
05081382126071

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

**DAMPAK APLIKASI JAMUR ENDOFIT ENTOMOPATOGEN
YANG DIAPLIKASIAAN MELALUI AKAR TERHADAP
TELUR DAN LARVA FALL ARMYWORM**

SKRIPSI

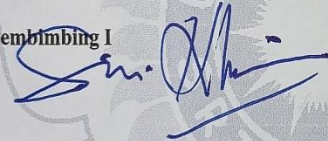
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh

Bayu Bahtiar Baihaqi
05081382126071

Indralaya, Desember 2024

Pembimbing I



Pembimbing II



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

Erise Angraini, S.P., M.Si., Ph.D.
NIP 198902232012112001

Mengetahui
Wakil Dekan Bidang Akademik



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

LEMBAR PENGESAHAN

**DAMPAK APLIKASI JAMUR ENDOFIT ENTOMOPATOGEN
YANG DIAPLIKASIAAN MELALUI AKAR TERHADAP
TELUR DAN LARVA FALL ARMYWORM**

SKRIPSI

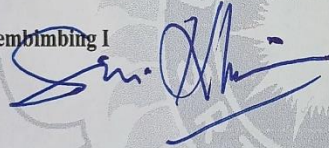
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh

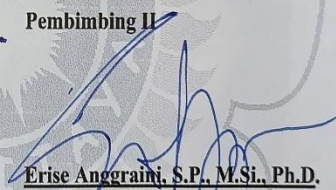
Bayu Bahtiar Baihaqi
05081382126071

Indralaya, Desember 2024

Pembimbing I



Pembimbing II



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

Erise Angraini, S.P., M.Si., Ph.D.
NIP 198902232012122001

Mengetahui
Wakil Dekan Bidang Akademik



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

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Bayu Bahtiar Baihaqi

Nim : 05081382126071

Judul : Dampak Aplikasi Jamur Endofit Entomopatogen Yang Diaplikasikan Melalui Akar terhadap Telur dan Larva Fall Armyworm

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

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



Indralaya, 09 Desember 2024



Bayu Bahtiar Baihaqi

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 7 Juli 2003 di Palembang, merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Orang tua bernama Erwin Safari, S. P. dan Meri Yulinda. Pendidikan sekolah dasar diselesaikan pada tahun 2015 di SDN 1 Muara Beliti, Sekolah Menengah Pertama pada tahun 2018 di SMPN Muara Beliti dan Sekolah Menengah Atas tahun 2021 di SMAN 1 Muara Beliti, melanjutkan pendidikan perguruan tinggi di Program Studi Proteksi Tanaman, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya melalui jalur USMB (Ujian Saringan Masuk Bersama).

Penulis pernah menjadi anggota Departemen Kerohanian Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPRO) pada tahun 2022-2023. Penulis juga aktif dalam bidang akademik yakni menjadi asisten praktikum Entomologi 2022, Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman 2023, Perancangan dan Analisis Data Percobaan 2024, Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman 2024, Pemiakkan Massal Agens Hayati 2024. Penulis juga pernah mengikuti Program Kampus Merdeka yaitu APSITA (Asosiasi Program Studi Proteksi Tanaman Indonesia) di Universitas Bengkulu dan 2022 dan Universitas Gajah Mada 2023.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim Alhamdulillah Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, atas segala limpahan, rahmat dan karunia yang diberikan kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan laporan praktek lapangan yang berjudul “Dampak Aplikasi Jamur Endofit Entomopatogen yang Diaplikasikan Melalui Akar terhadap Telur dan Larva Fall Armyworm”. Sholawat beserta salam selalu tercurahkan kepada junjungan seluruh umat manusia, Nabi Muhammad SAW.

Penelitian ini didanai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, 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 Siti Herlinda. 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 mengucapkan terima terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orangtua dan serta saudara yang selalu memberikan motivasi dan dukungannya. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si. sebagai dosen pembimbing pertama dan Erise Anggraini, S.P., M.Si., Ph.D sebagai dosen pembimbing kedua atas perhatian dan kesabarannya dalam memberikan arahan dan motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan karya ilmiah ini sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana petanian di Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan di Universitas Sriwijaya. Penulis mengucapkan terima kasih kepada M. Barokah Suhada, Tisna Kusuma, M. Yaskur Nasir, Zucey Uary, Ikhfa Dilla Zahra, Yuliana, Monalisah, Nisaul Mardiyah, Almh. Meirin Asti, Siti Nurfuadianti, Siti Nurhaliza, dan Anggita Putri selaku rekan-rekan satu penelitian, Bapak Arsi, S.P., M.Si. dan rekan-rekan seperjuangan HPT 2021 serta semua pihak terkait yang telah ikut membantu yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penulis juga sangat mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak dalam rangka penyempurnaan laporan skripsi ini. Akhir kata, semoga

laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca umumnya.

Indralaya, Desember 2024

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1_PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Hipotesis.....	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Taksonomi dan Morfologi <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith).....	4
2.1.1. Taksonomi <i>Spodoptera frugiperda</i>	4
2.1.2. Morfologi <i>Spodoptera frugiperda</i>	4
2.1.2.1. Morfologi telur	4
2.1.2.2. Morfologi larva	5
2.1.2.3. Morfologi pupa.....	6
2.1.2.4. Morfologi imago	6
2.2. Siklus Hidup dan Biologi <i>Spodoptera frugiperda</i>	7
2.3. Perilaku <i>Spodoptera frugiperda</i>	8
2.4. Tumbuhan Inang dan Gejala Serangan <i>Spodoptera frugiperda</i>	8
2.4.1. Tumbuhan Inang <i>Spodoptera frugiperda</i>	8
2.4.2. Gejala Serangan <i>Spodoptera frugiperda</i>	8
2.5. Taksonomi dan Teknik Budidaya Jagung	9
2.5.1. Taksonomi Jagung (<i>Zea mays</i> L.)	9
2.5.2. Teknik Budidaya Jagung.....	10
2.6. Spesies-spesies Jamur Endofit Entomopatogen	11
2.6.1. Jamur Endofit Entomopatogen.....	11
2.6.2. <i>Beauveria bassiana</i>	11
2.6.3. <i>Metarhizium anisopliae</i>	13

2.7. <i>Penicillium citrinum</i>	14
2.8. Siklus Hidup dan Mekanisme Jamur Endofit Entomopatogen Membunuh Serangga Inangnya.....	15
2.9 Taksonomi dan Biologi <i>Telenomus remus</i>	16
2.9.1 Telur <i>Telenomus remus</i>	17
2.9.2 Larva <i>Telenomus remus</i>	17
2.9.3 Pupa <i>Telenomus remus</i>	18
2.9.4 Imago <i>Telenomus remus</i>	18
2.10 Serangga Inang <i>Telenomur remus</i>	18
2.11 Pembiakan Massal Parasitoid Telur Dilaboratorium.....	19
BAB 3 PELAKSANAAN PENELITIAN	20
3.1. Tempat dan Waktu.....	20
3.2. Metode penelitian.....	20
3.3. Cara Kerja.....	21
3.3.1. Persiapan dan Sanitasi Lahan.....	21
3.3.2. Perlakuan Benih dan Inokulasi Jamur.....	22
3.3.2.1. Sterilisasi Alat dan Bahan.....	22
3.3.2.2. Pembuatan Media GYA (<i>Glucose Yeast Agar</i>).....	22
3.3.2.3. Pembugaran Jamur Entomopatogen Endofit pada Media GYA.....	22
3.3.2.4. Sterilisasi Permukaan dan Perendaman Benih.....	23
3.3.2.5. Penanaman.....	23
3.3.2.6. Pemupukan.....	24
3.3.2.7. Penyiangan dan Pembubunan.....	24
3.3.2.8. Penyiraman.....	24
3.3.2.9. Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT).....	24
3.3.2.10. Penghitungan Kerapatan dan Viabilitas Konidia.....	24
3.3.2.11. Aplikasi Jamur Entomopatogen pada Akar.....	26
3.3.3. Pembiakkan <i>Spodoptera frugiperda</i>	26
3.3.4. Pembiakkan Parasitoid Telur.....	27
3.4. Peubah yang Diamati.....	27
3.4.1. Pengamatan Kolonisasi Jamur Endofit didalam Jaringan Daun Jagung.....	27
3.4.2. Pengamatan Populasi Telur dan Larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	27
3.4.3. Deteksi Telur <i>Spodoptera frugiperda</i> yang Terinfeksi Jamur Endofit.....	28
3.4.4. Pengamatan Populasi Telur <i>Spodoptera frugiperda</i> Terparasit.....	28
3.4.5. Deteksi Jamur Endofit Menggunakan Larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	29

3.4.6. Pengamatan Intensitas dan Persentase Serangan Larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	29
3.4.7. Analisis Data	30
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1. Hasil	31
4.1.1. Populasi jumlah telur <i>Spodoptera frugiperda</i> di lahan penelitian	31
4.1.2. Populasi telur <i>Spodoptera frugiperda</i> yang terparasitisi oleh parasitoid telur <i>Telenomus remus</i>	34
4.1.3. Uji endofit pada telur <i>Spodoptera frugiperda</i> menggunakan media GYA .	38
4.1.4. Kolonisasi jamur endofit di dalam jaringan daun jagung menggunakan media GYA	39
4.1.5. Uji mortalitas jamur endofit terhadap larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	40
4.1.6. Populasi larva <i>Spodoptera frugiperda</i> di lahan penelitian.....	41
4.1.7. Intensitas dan persentase serangan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> di lahan penelitian.....	42
4.1.7.1. Intensitas serangan	42
4.1.7.2. Persentase serangan.....	43
4.2 Pembahasan.....	44
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN.....	56

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Populasi kelompok telur <i>Spodoptera frugiperda</i> pada jagung pengamatan minggu ke 1 sampai 5	32
Tabel 4.2. Populasi kelompok telur <i>Spodoptera frugiperda</i> pada jagung pengamatan minggu ke 6 sampai 10	32
Tabel 4.3. Jumlah butir telur pada populasi kelompok telur <i>Spodoptera frugiperda</i> pada jagung dilahan penelitian pengamatan minggu ke-1 sampai ke-5	33
Tabel 4.4. Jumlah butir telur pada populasi kelompok telur <i>Spodoptera frugiperda</i> pada jagung pada jagung dilahan penelitian pengamatan minggu ke-6 sampai ke-10	33
Tabel 4.5. Persentase parasitisasi pada telur <i>Spodoptera frugiperda</i> pada jagung dilahan penelitian pengamatan minggu ke-1 sampai ke-5 ..	35
Tabel 4.6. Persentase parasitisasi telur <i>Spodoptera frugiperda</i> pada jagung dilahan penelitian pengamatan minggu ke-6 sampai ke-10	35
Tabel 4.7. Persentase telur terparasit yang menetas pada jagung dilahan penelitian pengamatan minggu ke-1 sampai ke-5	36
Tabel 4.8. Persentase telur terparasit yang menetas pada jagung dilahan penelitian pengamatan minggu ke-6 sampai ke-10	37
Tabel 4.9. Persentase jumlah telur aborsi pengamatan pada minggu ke-1 sampai ke-5	37
Tabel 4.10. Persentase jumlah telur aborsi pengamatan pada minggu ke-6 sampai ke-10	38
Tabel 4.11. Jumlah butir telur terinfeksi mirip jamur endofit pada jagung pada jagung di lahan penelitian pengamatan minggu ke-1 sampai ke-5 ...	38
Tabel 4.12. Jumlah butir telur terinfeksi mirip jamur endofit pada jagung pada jagung dilahan penelitian pengamatan minggu ke-6 sampai ke-10 ..	39
Tabel 4.13. Deteksi persentase kolonisasi jamur endofit pada jagung dilahan penelitian pengamatan minggu ke-1 sampai ke-5	40
Tabel 4.14. Deteksi persentase kolonisasi jamur endofit pada jagung dilahan penelitian pengamatan minggu ke-6 sampai ke-10	40
Tabel 4.15. Persentase uji larva <i>Spodoptera frugiperda</i> di Laboratorium	41
Tabel 4.16. Populasi larva <i>Spodoptera frugiperda</i> pada jagung pengamatan minggu ke- 1 sampai 5	41

Tabel 4.17. Populasi larva <i>Spodoptera frugiperda</i> pada jagung pengamatan minggu ke- 6 sampai 10.....	42
Tabel 4.18. Intensitas serangan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> pengamatan minggu ke- 1 sampai 5.....	43
Tabel 4.19. Intensitas serangan <i>Spodoptera frugiperda</i> pengamatan pada minggu ke- 6 sampai 10.....	43
Tabel 4.20. Persentase serangan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> pada lahan jagung pengamatan minggu ke- 1 sampai 5.....	44
Tabel 4.21. Persentase serangan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> pada lahan jagung pengamatan minggu ke- 6 sampai 10.....	44

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Telur <i>Spodoptera frugiperda</i>	5
Gambar 2.2. Larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	5
Gambar 2.3. Pupa <i>Spodoptera frugiperda</i>	6
Gambar 2.4. Imago <i>Spodoptera frugiperda</i>	7
Gambar 2.5. Gejala serangan pada daun jagung	9
Gambar 2.6. Tanaman jagung (<i>Zea mays</i> L.)	9
Gambar 2.7. Morfologi <i>Beauveria bassiana</i> pada media biakan.....	12
Gambar 2.8. Morfologi <i>Metarhizium anisopliae</i> pada media biakan	13
Gambar 2.9. Morfologi <i>Penicillium citrinum</i> pada media biakan	14
Gambar 2.10. Telur parasitoid <i>Telenomus remus</i>	17
Gambar 2.11. Larva parasitoid <i>Telenomus remus</i>	17
Gambar 2.12. Pupa <i>Telenomus remus</i>	18
Gambar 2.13. Imago <i>Telenomus remus</i>	18
Gambar 3.1. Peta lokasi penelitian.....	20
Gambar 3.2. Petak percobaan lahan penelitian	21
Gambar 3.3. Metode scouting pola huruf W	21
Gambar 4.1. Koloni telur <i>Spodoptera frugiperda</i> di lapangan	31
Gambar 4.2. Koloni telur <i>Spodoptera frugiperda</i> yang terparasitisasi	34
Gambar 4.3. Koloni telur <i>Spodoptera frugiperda</i> terparasitisasi yang menetas ..	35
Gambar 4.4. Kolonisasi Jamur endofit pada daun jagung dan pada perlakuan kontrol.....	39

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Populasi kelompok telur <i>Spodoptera frugiperda</i> pada jagung pengamatan minggu ke 1 sampai 5	56
Lampiran 2. Populasi kelompok telur <i>Spodoptera frugiperda</i> pada jagung pengamatan minggu ke 6 sampai 10	56
Lampiran 3. Jumlah butir telur pada populasi kelompok telur <i>Spodoptera frugiperda</i> pada jagung dilahan penelitian pengamatan minggu ke-1 sampai ke-5.....	56
Lampiran 4. Jumlah butir telur pada populasi kelompok telur <i>Spodoptera frugiperda</i> pada jagung pada jagung dilahan penelitian pengamatan minggu ke-6 sampai ke-10	56
Lampiran 5. Persentase parasitisasi pada telur <i>Spodoptera frugiperda</i> pada lahan penelitian pengamatan minggu ke-1 sampai ke-5.....	57
Lampiran 6. Persentase parasitisasi telur <i>Spodoptera frugiperda</i> pada lahan penelitian pengamatan minggu ke-6 sampai ke-10	57
Lampiran 7. Persentase telur terparasit yang menetas pada jagung dilahan penelitian pengamatan minggu ke-1 sampai ke-5	57
Lampiran 8. Persentase telur terparasit yang menetas pada lahan penelitian pengamatan minggu ke-6 sampai ke-10	57
Lampiran 9. Persentase jumlah telur abosrsi pengamatan minggu ke-1 sampai ke-5.....	57
Lampiran 10. Persentase jumlah telur abosrsi pengamatan minggu ke-6 sampai ke-10.....	58
Lampiran 11. Jumlah butir telur terinfeksi mirip jamur endofit pada jagung dilahan penelitian pengamatan minggu ke-1 sampai ke-5	58
Lampiran 12. Jumlah butir telur terinfeksi mirip jamur endofit pada jagung dilahan penelitian pengamatan minggu ke-6 sampai ke-10	58
Lampiran 13. Deteksi persentase kolonisasi jamur endofit pada jagung dilahan penelitian pengamatan minggu ke-1 sampai ke-5	58
Lampiran 14. Deteksi persentase kolonisasi jamur endofit pada jagung dilahan penelitian pengamatan minggu ke-6 sampai ke-10	59
Lampiran 15. Persentase uji larva <i>S.frugiperda</i> di Laboratorium.....	59
Lampiran 16. Populasi larva <i>Spodoptera frugiperda</i> pada jagung pengamatan minggu ke- 1 sampai 5	59
Lampiran 17. Populasi larva <i>Spodoptera frugiperda</i> pada jagung pengamatan minggu ke- 6 sampai 10	59

Lampiran 18. Intensitas serangan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> pada pengamatan minggu ke- 1 sampai 5	59
Lampiran 19. Intensitas serangan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> pada pengamatan minggu ke- 6 sampai 10	60
Lampiran 20. Persentase serangan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> pada jagung pengamatan minggu ke- 1 sampai 5	60
Lampiran 21. Persentase serangan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> pada jagung pengamatan minggu ke- 6 sampai 10	60

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jagung (*Zea mays* L.) adalah salah satu komoditas pangan utama dan terpenting kedua di dunia setelah padi, termasuk Indonesia. Tanaman yang dapat tumbuh di berbagai lingkungan ini (Suganya *et al.*, 2020) memiliki peranan penting dalam ketahanan pangan dan perekonomian. Namun, produksi jagung di Indonesia saat ini sedang menghadapi masalah besar dalam invasi dan wabah serangga hama pendatang baru, yaitu *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) (Supartha *et al.*, 2021). *S. frugiperda* merupakan hama utama yang menyerang tanaman jagung di banyak daerah di Indonesia (Rani *et al.*, 2021). Hama invasif ini berasal dari Amerika dan telah menyebar ke berbagai negara, termasuk Indonesia (Tay *et al.*, 2023). Ulat grayak bersifat rakus dan dapat merusak seluruh bagian tanaman jagung, mulai dari daun, batang, hingga tongkol (Malo and Hore, 2020), sehingga keberadaannya menyebabkan kerusakan pada tanaman jagung dan penurunan hasil panen yang cukup signifikan (Herlinda *et al.*, 2022).

Dalam rangka mengatasi masalah serangan ulat grayak, berbagai metode pengendalian telah dikembangkan dan diterapkan secara luas di seluruh dunia. Pengendalian secara kimiawi masih menjadi pilihan utama bagi banyak petani karena dianggap cepat dan efektif. Namun, penggunaan pestisida yang berlebihan dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan dan kesehatan manusia (Rani *et al.*, 2021). Selain itu, penggunaan pestisida juga dapat menjadi pemicu munculnya hama yang resisten (Kole *et al.*, 2019). Selain pengendalian secara kimiawi, upaya pengendalian lain yang sering dilakukan adalah pengendalian secara kultur teknis, seperti pergiliran tanaman, sanitasi lahan, dan pengendalian secara fisik dan mekanik seperti *feromon trap* (Lal *et al.*, 2023). Pengendalian secara biologi juga mulai mendapat perhatian serius, dengan memanfaatkan musuh alami seperti parasitoid, predator, dan entomopatogen (Caniço *et al.*, 2020).

Salah satu pengendalian hayati yang memiliki potensi yang besar dan saat ini masih dalam tahap pengembangan adalah pemanfaatan jamur endofit yang bersifat entomopatogen. Jamur endofit merupakan jamur yang dapat hidup di dalam

jaringan tanaman tanpa menyebabkan kerugian bagi tanaman itu sendiri seperti penyakit (Sari *et al.*, 2024). Jamur endofit entomopatogen dapat dimanfaatkan sebagai agens hayati dalam menekan populasi hama (Yan *et al.*, 2019). Jamur endofit akan hidup dan berkembang biak didalam jaringan tumbuhan tanaman merusak jaringan tanaman tersebut, sehingga apabila terdapat serangga yang memakan bagian tanaman tersebut dapat menyebabkan serangga tersebut terinfeksi dan menyebabkan kematian (Gustianingtyas *et al.*, 2021). Jamur endofit berpotensi sebagai agen pengendali hayati karena dapat hidup dalam jaringan tanaman sehingga dapat berperan langsung dalam menghambat perkembangan patogen dan hama tanaman (Mantzoukas and Eliopoulos, 2020). Jamur endofit juga mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman inangnya sekaligus meningkatkan daya serapan hara (Sharma *et al.*, 2020).

Jamur endofit entomopatogen telah lama menarik perhatian para peneliti sebagai agen pengendali hayati yang ramah lingkungan. Jamur ini memiliki kemampuan unik untuk hidup di dalam jaringan tanaman tanpa menimbulkan gejala penyakit, sekaligus mampu menginfeksi dan membunuh hama serangga. Potensinya sebagai alternatif pestisida kimia telah mendorong banyak penelitian di seluruh dunia. Meskipun penelitian tentang jamur endofit entomopatogen telah banyak dilakukan, penggunaan isolat yang berasal dari Sumatera Selatan masih tergolong jarang (Rindiani *et al.*, 2024). Isolat lokal memiliki beberapa keunggulan yang menarik untuk dikembangkan seperti spesies jamur *Metarhizium anisopliae* dan *Beauveria bassiana* yang efektif dalam meningkatkan berat basah, tinggi tanaman (Herlinda *et al.*, 2020), dan luas daun tanaman jagung muda secara signifikan (Sari *et al.*, 2024). Isolat yang berasal tanah atau serangga di Sumatera Selatan dapat menghasilkan kepadatan dan viabilitas konidia yang tinggi sekaligus virulensi yang tinggi (Sumikarsih *et al.*, 2019). Selain itu, penggunaan isolat dari Sumatera Selatan ini juga dapat dimanfaatkan untuk pengendalian biologis pada ekosistem asam, seperti lahan gambut, pasang surut, dan rawa air tawar (Ayudya *et al.*, 2019).

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh jamur endofit entomopatogen yang diaplikasi pada akar terhadap parasitoid telur pada lahan jagung selama satu musim tanam?
2. Bagaimana pengaruh jamur endofit entomopatogen yang diaplikasikan pada akar terhadap populasi *S. frugiperda* pada lahan jagung selama satu musim tanam?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh jamur endofit entomopatogen yang diaplikasi pada akar terhadap parasitoid telur pada lahan jagung selama satu musim tanam.
2. Mengetahui pengaruh jamur endofit entomopatogen yang diaplikasikan pada akar terhadap populasi *S. frugiperda* pada lahan jagung selama satu musim tanam

1.4. Hipotesis

Adapun hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Diduga pengaplikasian jamur endofit entomopatogen pada akar tidak mempengaruhi tingkat parasitisme parasitoid telur terhadap hama *S. frugiperda* pada lahan jagung selama satu musim tanam.
2. Diduga pengaplikasian jamur endofit entomopatogen pada akar dapat menekan populasi dan serangan *S. frugiperda* pada lahan jagung selama satu musim tanam.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan pengetahuan mengenai potensi jamur endofit entomopatogen dan parasitoid telur sebagai agens hayati pengendali *S. frugiperda* pada tanaman jagung yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeleke, B. S., and Babalola, O. O. 2021. Biotechnological overview of agriculturally important edophytic fungi. *Horticulture Environment and Biotechnology*, 62(4), 507–520. <https://doi.org/10.1007/s13580-021-00334-1>
- Afandhi, A., Widjayanti, T., Emi, A. A. L., Tarno, H., Afiyanti, M., and Handoko, R. N. S. 2019. Endophytic fungi *Beauveria bassiana* Balsamo accelerates growth of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 6(1), 1–6. <https://doi.org/10.1186/s40538-019-0148-1>
- Afifah, L., Aena, A. C., Saputro, N. W., Kurniati, A., Maryana, R., Lestari, A., Abadi, S., and 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>
- Amadou, L., Baoua, I., Ba, M. N., and Muniappan, R. 2019. Development of an optimum diet for mass rearing of the rice moth, *Corcyra cephalonica* (Lepidoptera: Pyralidae), and production of the parasitoid, *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae), for the control of pearl millet head miner. *Journal of Insect Science*, 19(2), 1–5. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iez020>
- Arifin, S. H. A., and Abdullah, T. 2023. Morphology and life cycle of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) with soybean leaf (*Glycine max*[L.] Merr.) in the laboratory. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1230(1), 1–14. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1230/1/012108>
- Ayele, B. A., Muleta, D., Venegas, J., and 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), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s41938-020-00261-w>
- Ayudya, D. R., Herlinda, S., and Suwandi, S. 2019. Insecticidal activity of culture filtrates from liquid medium of *Beauveria bassiana* isolates from South Sumatra (Indonesia) wetland soil against larvae of *Spodoptera litura*. *Biodiversitas*, 20(8), 2101–2109. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200802>
- Canigo, A., Mexia, A., and Santos, L. 2020. First report of native parasitoids of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) in Mozambique. *Insects*, 11(9), 1–12. <https://doi.org/10.3390/insects11090615>
- Chen, W., Li, Y., Wang, M., Mao, J., and Zhang, L. 2021. Evaluating the potential

- of using *Spodoptera litura* eggs for mass-rearing *Telenomus remus*, a promising egg parasitoid of *Spodoptera frugiperda*. *Insects*, 12(5), 1–12. <https://doi.org/10.3390/insects12050384>
- Chen, Z., Wang, J., Wang, T., Song, Z., Li, Y., Huang, Y., Wang, L., and Jin, J. 2021. Automated in-field leaf-level hyperspectral imaging of corn plants using a cartesian robotic platform. *Computers and Electronics in Agriculture*, 183, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.105996>
- Chhetri, L. A. L. B., and Acharya, B. 2019. Fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*): a threat to food security for south asian country: control and management options: a review. *Farming and Management*, 4(1), 38–44. <https://doi.org/10.31830/2456-8724.2019.004>
- Dannon, H. F., Dannon, A. E., Douro-Kpindou, O. K., Zinsou, A. V., Houndete, A. T., Toffa-Mehinto, J., Elegbede, I. A. T. M., Olou, B. D., and Tamò, M. 2020. Toward the efficient use of *Beauveria bassiana* in integrated cotton insect pest management. *Journal of Cotton Research*, 3(1), 1–21.
- De Groote, H., Kimenju, S. C., Munyua, B., Palmas, S., Kassie, M., and Bruce, A. 2020. Spread and impact of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) in maize production areas of Kenya. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 292, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106804>
- De Queiroz, A. P., Favetti, B. M., Luski, P. G. G., Gonçalves, J., Neves, P. M. O. J., and De Freitas Bueno, A. 2019. *Telenomus remus* (Hymenoptera: Platygasteridae) parasitism on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs: different parasitoid and host egg ages. *Semina: Ciências Agrárias*, 40(6), 2933–2945. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n6Supl2p2933>
- Dioguardi, M., Sovereto, D., Illuzzi, G., Laneve, E., Raddato, B., Arena, C., Carlo, V., Caponio, A., Caloro, G. A., Zhurakivska, K., Troiano, G., and Muzio, L. Lo. 2020. Management of instrument sterilization workflow in endodontics: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Dentistry*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/5824369>
- Elfita, Mardiyanto, Fitrya, Eka Larasati, J., Julinar, Widjajanti, H., and Muharni. 2019. Antibacterial activity of *Cordyline fruticosa* leaf extracts and its endophytic fungi extracts. *Biodiversitas*, 20(12), 3804–3812. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d201245>
- Gustianingtyas, M., Herlinda, S., and Suwandi, S. 2021. The endophytic fungi from South Sumatra (Indonesia) and their pathogenecity against the new invasive fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Biodiversi*, 22(2), 1051–1062. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220262>
- Herlinda, S., Gustianingtyas, M., Suwandi, S., and Suharjo, R. 2022. Endophytic fungi from South Sumatra (Indonesia) in seed-treated corn suppressing *Spodoptera frugiperda* growth. *Biodiversi*, 23(11), 6013–6020.

<https://doi.org/10.13057/biodiv/d231156>

- Herlinda, S., Octariati, N., Suwandi, S., and Hasbi, H. 2020. Exploring entomopathogenic fungi from South Sumatra (Indonesia) soil and their pathogenicity against a new invasive maize pest, *Spodoptera frugiperda*. *Biodiversitas*, 21(7), 2955–2965. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210711>
- Id, F. A., Nanga, S. N., Ngatat, S., and Tindo, M. 2019. *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera : Noctuidae) in Cameroon : case study on its distribution , damage , pesticide use , genetic differentiation and host plants. *PLoS ONE*, 1–18.
- Jamil, S. Z., Saranam, M. M., Hudin, L. J. S., and Ali, W. K. A. W. 2021. First incidence of the invasive fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) attacking maize in Malaysia. *BioInvasions Records*, 10(1), 81–90. <https://doi.org/10.3391/bir.2021.10.1.10>
- Kalyan, D., Mahla, M. K., Babu, S. R., Kalyan, R. K., and 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. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.905.340>
- Kenis, M., du Plessis, H., Van den Berg, J., Ba, M. N., Goergen, G., Kwadjo, K. E., Baoua, I., Tefera, T., Buddie, A., Cafà, G., Offord, L., Rwomushana, I., and Polaszek, A. 2019. *Telenomus remus*, a candidate parasitoid for the biological control of *Spodoptera frugiperda* in Africa, is already present on the continent. *Insects*, 10(4), 1–10. <https://doi.org/10.3390/insects10040092>
- Kole, R. K., Roy, K., Panja, B. N., Sankarganesh, E., Manda, T., and Worede, R. E. 2019. Use of pesticides in agriculture and emergence of resistant pests. *Indian Journal of Animal Health*, 58(53–70), 2. <https://doi.org/10.36062/ijah.58.2spl.2019.53-70>
- Lal, B., Singh, D., and Bhadauria, N. S. 2023. Nature of damage and its management of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) on maize crop: a review. *Journal of Experimental Agriculture International*, 45(12), 1–8.
- Liu, D., Smagghe, G., and Liu, T. X. 2023. Interactions between entomopathogenic fungi and insects and prospects with glycans. *Journal of Fungi*, 9(5), 1–15. <https://doi.org/10.3390/jof9050575>
- Liu, Z., Su, H., Lyu, B., Yan, S., Lu, H., and Tang, J. 2022. Safety evaluation of chemical insecticides to *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae), a pupal parasitoid of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) using three exposure routes. *Insects*, 13(5), 1–13.
- Mahajan, R. S., and Bhamare, V. K. 2023. Egg parasitoids: biology and parasitic efficiency on *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Entomological Research*, 47(1), 860–865.

- Malo, M., and Hore, J. 2020. The emerging menace of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* JE Smith) in Maize: A Call for Attention and Action. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8(1), 455–465.
- Mantzoukas, S., and Eliopoulos, P. A. 2020. Endophytic entomopathogenic fungi: a valuable biological control tool against plant pests. *Applied Sciences*, 10(1), 1–13. <https://doi.org/10.3390/app10010360>
- Mukkun, L., Kleden, Y. L., and 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.
- 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., Caoli, B. L., Lynn, A., Barrion-Dupo, A., Flor, M., and 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, Hidrayani, and Sari, D. M. W. 2022. Several local food plants with the potential as hosts for *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Biodiversitas*, 23(3), 1693–1699. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d230361>
- Oktaviani, Maryana, N., and Pudjianto. 2022. *Telenomus remus* (Nixon) (Hymenoptera: Scelionidae) biology and life table on *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) eggs. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 950(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/950/1/012024>
- Ozdemir, I. O., Tuncer, C., Erper, I., and Kushiyevev, R. 2020. Efficacy of the entomopathogenic fungi; *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* against the cowpea weevil, *Callosobruchus Maculatus* F. (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30(1), 20–24. <https://doi.org/10.1186/s41938-020-00219-y>
- Porto, J. V. de A., Cesar Rezende, F. P., Picoli Nucci, H. H., Roel, A. R., Astolfi, G., and Pistori, H. 2023. Deep neural networks with attention mechanisms for *Spodoptera frugiperda* pupae sexing. *Smart Agricultural Technology*, 4, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2023.100200>
- Priyanka, S. L., Jeyarani, S., Sathiah, N., Mohankumar, S., and Nakkeeran, S. 2023. Influence of host egg age on parasitic potential of the entomophagous, *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) against the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) and investigations on the developmental biology . *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 33(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s41938-023-00676-1>

- Ramzan, M., Usman, M., Sajid, Z., Ghani, U., Basit, M. A., Shafee, W., and Shahid, M. R. 2020. Bio-ecology and management of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera : Noctuidae): A review. *Journal of Pure and Applied Agriculture*, 5(4), 1–9.
- Rani, L., Thapa, K., Kanojia, N., Sharma, N., Singh, S., Grewal, A. S., Srivastav, A. L., and Kaushal, J. 2021. An extensive review on the consequences of chemical pesticides on human health and environment. *Journal of Cleaner Production*, 283, 124657. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124657>
- Ratio, H., Telenomus, M., Chen, W., Weng, Q., Nie, R., Zhang, H., Jing, X., Wang, M., Li, Y., Mao, J., and Zhang, L. 2021. Optimizing photoperiod, exposure time, and host-to-parasitoid ratio for mass-rearing of *Telenomus remus*, an egg parasitoid of *Spodoptera frugiperda*, on *Spodoptera litura* eggs. *Insects*, 12(11), 1050.
- Ren, K., Mou, Y. N., Tong, S. M., Ying, S. H., and Feng, M. G. 2021. SET1/KMT2-governed histone H3K4 methylation coordinates the lifecycle in vivo and in vitro of the fungal insect pathogen *Beauveria bassiana*. *Environmental Microbiology*, 23(9), 5541–5554. <https://doi.org/10.1111/1462-2920.15701>
- Rindiani, D. E., Herlinda, S., and Suwandi, S. 2024. Population and attacks of *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) on corn inoculated with endophytic entomopathogenic fungi from South Sumatra, Indonesia. *Jurnal Lahan Suboptimal : Journal of Suboptimal Lands*, 13(1), 87–93. <https://doi.org/10.36706/jlso.13.1.1024.707>
- Russianzi, W., Anwar, R., and Triwidodo, H. 2021. Biostatistics of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* in maize plants in Bogor, West Java, Indonesia. *Biodiversitas*, 22(6), 3463–3469. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220655>
- Sagar, G. C., Aastha, B., and Laxman, K. 2020. An introduction of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) with management strategies: a review paper. *Nippon Journal of Environmental Science*, 1(4), 1–12.
- Saif, F. A., Yaseen, S. A., Alameen, A. S., Mane, S. B., and Undre, P. B. 2020. Identification of *penicillium* species of fruits using morphology and spectroscopic methods. *Journal of Physics: Conference Series*, 1644(1), 1–10. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1644/1/012019>
- Sari, J. M. P., Herlinda, S., Elfita, and Suwandi, S. 2024. The potency of fungal entomopathogens isolated from *Spodoptera frugiperda* as endophytic plant-growth promoter. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1346(1), 1–8. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1346/1/012010>
- Sharma, A., Malhotra, B., Kharkwal, H., Kulkarni, G. T., and Kaushik, N. 2020. Therapeutic agents from endophytes harbored in Asian Medicinal Plants. *In Phytochemistry Reviews* (1). Springer Netherlands.

- Suganya, Saravanan, and Manivannan. 2020. Role of zinc nutrition for increasing zinc availability, uptake, yield, and quality of maize (*Zea Mays* L.) grains: an overview. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 51(15), 2001–2021. <https://doi.org/10.1080/00103624.2020.1820030>
- Sumikarsih, E., Herlinda, S., and Pujiastuti, Y. 2019. Conidial density and viability of *Beauveria bassiana* isolates from Java and Sumatra and their virulence against *Nilaparvata lugens* at different temperatures. *Agrivita*, 41(2), 335–350. <https://doi.org/10.17503/agrivita.v41i2.2105>
- Supartha, I. W., Susila, I. W., Sunari, A. A. A. S., Mahaputra, I. G. F., Yudha, I. K. W., and Wiradana, P. A. 2021. Damage characteristics and distribution patterns of invasive pest, *Spodoptera frugiperda* (J.e smith) (Lepidoptera: Noctuidae) on maize crop in Bali, Indonesia. *Biodiversitas*, 22(6), 3378–3389. <https://doi.org/10.13057/BIODIV/D220645>
- Tay, W. T., Meagher, R. L., Czapak, C., and Groot, A. T. 2023. *Spodoptera frugiperda*: ecology, evolution, and management options of an invasive species. *Annual Review of Entomology*, 68, 299–317. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120220-102548>
- Tchamgoue, E. N., Fanche, S. A. Y., Ndjakou, B. L., Matei, F., and Nyegue, M. A. 2020. Diversity of endophytic fungi of *Psidium guajava* (Myrtaceae) and their antagonistic activity against two banana pathogens. *Journal of Advances in Microbiology*, 20(11), 86–101. h
- Tefera, T., and Vidal, S. 2009. Effect of inoculation method and plant growth medium on endophytic colonization of sorghum by the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. *BioControl*, 54(5), 663–669.
- Tendeng, E., Labou, B., Diatte, M., Djiba, S., and Diarra, K. 2019. The fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), a new pest of maize in africa: biology and first native natural enemies detected. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13(2), 1011–1026. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v13i2.35>
- Tiwari, S., and Deole, S. 2021. Studies on life cycle of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) on maize at raipur, Chhattisgarh. *The Pharma Innovation Journal*, 10(2), 643–646.
- Wargane, V., Parate, S., ... S. B.-J. of, and U. 2019. Cultural and morphological characterizations of *Beauveria bassiana*. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(6), 591–594.
- Wartapa, A., Slamet, M., Ariwibowo, K., and Hartati, S. 2020. Teknik budidaya jagung (*Zea Mays* L) untuk meningkatkan hasil. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 26(2), 1–13. <https://doi.org/10.55259/jiip.v26i2.193>
- Yan, L., Zhu, J., Zhao, X., and Shi, J. 2019. Beneficial effects of endophytic fungi

colonization on plants. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 1–14.