

SKRIPSI

**EKSPLORASI JAMUR ENDOFITIK DARI DAUN JAGUNG,
PISANG, DAN SAYURAN DARI DATARAN RENDAH DAN
TINGGI SUMATERA SELATAN DAN POTENSINYA
SEBAGAI ENTOMOPATOGEN LARVA *Spodoptera frugiperda***

***EXPLORATION OF ENDOPHYTIC FUNGI FROM MAIZE,
BANANA, AND VEGETABLE LEAVES FROM LOW AND HIGH
LANDS OF SUMATERA SELATAN AND THEIR POTENTIAL
AS ENTOMOPATOGEN OF *Spodoptera frugiperda* LARVAE***



**Jelly Milinia Puspita Sari
0508118172035**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

SUMMARY

JELLY MILINIA PUSPITA SARI, Exploration of Endophytic Fungi From Maize, Banana, and Vegetable Leaves From Low and High Lands of Sumatera Selatan and Their Potential As Entomopathogen of *Spodoptera Frugiperda* Larvae (Supervised by **SITI HERLINDA**).

Spodoptera frugiperda is a major pest of maize which can cause high losses and become a world problem. *S. frugiperda* actively attacks the growing point of the maize plant in the larval stage which causes the plant to be damaged and even die. One of the best controls is to take advantage of natural enemies. A fungus that is used to control *S. frugiperda* has been found in several countries. Information on endophytic entomopathogenic fungi in South Sumatera does not yet exist, therefore this study aims to explore and identify endophytic fungi from the leaf tissue of corn, banana and *S. frugiperda* host plants morphologically, and to test the potential of endophytic fungi isolates as entomopathogens against *S. frugiperda* larvae.

This research was conducted at the Entomology Laboratory, Department of Pests and Plants Diseases, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University from March 2020 to November 2020. This research uses isolation obtained from exploration in several districts/cities in South Sumatra by taking corn leaves, bananas, and *S. frugiperda* host plants. Furthermore, the entomopathogen test of *S. frugiperda* larvae used a completely randomized design (CRD) using 7 treatments that were repeated 3 times and put in on an incubator with a temperature of 29 °C and 93% relative institutionalization and observed for 12 days.

The results showed that 6 endophytic fungi isolates were cultured in GYA (*Glocose Yeast Agar*) with the isolates code JaTpOi, JaGiP, JaTpOi, PiCr Pga, CaTp Pga, and JaSpk Pga. There are four isolates of fungi that have been identified based on their macroscopic and microscopic appearance, namely JaTpOi and JaGiP isolates from the genus *Beauveria*, JaTpO from the genus *Penicillium*, JaSpk pga isolates from the Sporocadaceae family, while the CaTp Pga and PiCrPga isolates are knew. The lowest leaf area loss was found in isolates with JaGiP code, namely 5.432 cm² and the lowest weight of manure was in JaGiP, namely 8.72 mg tail⁻¹. JaTpOi, JaGiP, JaTpOi, PiCrPga, and CaTpPga isolates were tested against pathogenic *S.frugiperda* with a mortality of less than 20% and the highest mortality was found in JaGiP isolates with a mortality of 18.67%, L₅₀ and L₉₅ of JaGiP isolates, namely 17.35 days and 27.57 day.

The lowest percentage of pupa and imago that appeared in JaGiP isolates were 81 and 73%. The highest average of pupa and imperfect imago were in JaTpOi1 8 and 9 individuals. The weight and length of the pupae were tapered on JaTpOi2 144.67 and 1.37 cm tail⁻¹. The length of the male imago (1.35 cm tail⁻¹) and female (1.36 cm tail⁻¹) was the length of the imago. The wing spans were found on JaGiP for males (1.35 cm tail⁻¹) and females (1.29 cm tail⁻¹).

The conclusion of this study is the discovery of 5 endophytic entomopathogenic fungi isolates from the genus *Beauveria* (JaTpOi₁ and JaGiP), *Penicillium* (JaTpOi₂), and isolates of CaTpPga and PiCrPga are not yet known. Entomopathogenic endophytic fungi are able to influence the level of food preference and metabolism of *S. frugiperda*. The most pathogenic isolate was found

in JaGiP with a mortality of 19% with a killing time of 50% and 95%, namely 17 days and 28 days. JaTpOi1, JaGiP, JaTpOi2, PiCrPga, and CaTpPga isolates have the potential to be further investigated as biological controllers in controlling *S. frugiperda* in South Sumatra.

Keywords: *Spodoptera frugiperda*, Endophytic fungi, entomopathogens.

RINGKASAN

JELLY MILINIA PUSPITA SARI, Eksplorasi Jamur Endofitik Dari Daun Jagung, Pisang, dan Sayuran Dari Dataran Rendah dan Tinggi Sumatera Selatan dan Potensinya Sebagai Entomopatogen Larva *Spodoptera Frugiperda* **SITI HERLINDA**).

Spodoptera frugiperda merupakan hama utama tanaman jagung yang dapat menyebabkan kerugian cukup tinggi dan menjadi permasalahan dunia. *S. frugiperda* aktif menyerang bagian titik tumbuh tanaman jagung pada fase larva yang menyebabkan tanaman tersebut rusak bahkan mati. Salah satu pengendalian yang baik dilakukan adalah dengan memanfaatkan musuh alami. Di beberapa Negara telah ditemukan jamur entomopatogen endofit yang digunakan sebagai pengendalian *S. frugiperda*. Informasi jamur entomopatogen endofit di Sumatera Selatan belum ada oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan mengidentifikasi secara morfologi jamur endofit dari jaringan daun jagung, pisang, dan sayuran inang *S. frugiperda*, dan menguji potensi isolat-isolat jamur endofit sebagai entomopatogen terhadap larva *S. frugiperda*.

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Entomologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian. Universitas Sriwijaya dari bulan Maret 2020 hingga November 2020. Penelitian ini menggunakan isolat yang didapat dari eksplorasi di beberapa Kabupaten/Kota di Sumatera Selatan dengan mengambil daun jagung, pisang, dan sayuran inang *S. frugiperda*. Selanjutnya, uji entomopatogen terhadap larva *S. frugiperda* menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan menggunakan 7 perlakuan yang diulangi sebanyak 3 kali dan dimasukkan ke dalam inkubator dengan suhu 29 °C dan kelembaban relatif 93% dan diamati selama 12 hari.

Hasil penelitian ini ditemukan 6 isolat jamur endofit yang dibiakkan di GYA (*Glocose Yeast Agar*) dengan kode isolat JaTpOi₁, JaGiP, JaTpOi₂, PiCrPga, CaTpPga, dan JaSpkPga. Ada empat isolat jamur yang telah teridentifikasi berdasarkan penampakan secara makroskopis dan mikroskopis yaitu isolat JaTpOi₁ dan JaGiP berasal dari genus *Beauveria*, JaTpO berasal dari genus *Penicillium*, isolat JaSpkga berasal dari famili Sporocadaceae, sedangkan isolat CaTpPga dan PiCrPga belum diketahui. Luas daun yang hilang terendah terdapat pada isolat dengan kode JaGiP (5.432 cm²) dan berat kotoran terendah terdapat di JaGiP (8.72 mg ekor⁻¹). Isolat JaTpOi₁, JaGiP, JaTpOi₂, PiCrPga, dan CaTpPga diuji terhadap *S. frugiperda* bersifat patogen dengan mortalitas kurang dari 20% dan mortalitas paling tinggi terdapat pada isolat JaGiP dengan mortalitas 18.67 %, L₅₀ dan L₉₅ isolat JaGiP masing-masing 17.35 hari dan 27.57 hari.

Persentase pupa dan imago yang muncul terendah pada isolat JaGiP masing-masing 81 dan 73%. Rata-rata pupa dan imago tidak sempurna tertinggi pada JaTpOi₁ 8 dan 9 ekor⁻¹. Berat dan panjang pupa terendah pada JaTpOi₂ 144.67 dan 1.37 cm ekor⁻¹. Panjang imago terendah pada JaGiP untuk panjang imago jantan (1.35 cm ekor⁻¹) dan betina (1.36 cm ekor⁻¹). Rentang sayap yang terendah terdapat pada JaGiP untuk jantan (1.35 cm ekor⁻¹) dan betina (1.29 cm ekor⁻¹).

Kesimpulan dari penelitian ini adalah ditemukannya 5 isolat jamur entomopatogen endofit dari genus *Beauveria* (JaTpOi₁ dan JaGiP), *Penicillium* (JaTpOi₂), dan isolat CaTpPga dan PiCrPga belum diketahui. Jamur endofit

entomopatogen mampu mempengaruhi tingkat preferensi makan, perkembangan, dan metabolisme *S. frugiperda*. Isolat paling patogen terdapat pada JaGiP dengan mortalitas 19 % dengan waktu membunuh 50% dan 95% yaitu 17 hari dan 28 hari. Isolat JaTpOi₁, JaGiP, JaTpOi₂, PiCrPga, dan CaTpPga berpotensi untuk diteliti lebih lanjut sebagai pengendali hayati dalam mengendalikan *S. frugiperda* di Sumatera Selatan.

Kata Kunci : *Spodoptera frugiperda*, Jamur endofit, entomopatogen.

SKRIPSI

EKSPLORASI JAMUR ENDOFITIK DARI DAUN JAGUNG, PISANG, DAN SAYURAN DARI DATARAN RENDAH DAN TINGGI SUMATERA SELATAN DAN POTENSINYA SEBAGAI ENTOMOPATOGEN LARVA *Spodoptera frugiperda*

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



Jelly Milinia Puspita Sari
0508118172035

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

EKSPLORASI JAMUR ENDOFITIK DARI DAUN JAGUNG,
PISANG, DAN SAYURAN DARI DATARAN RENDAH DAN
TINGGI SUMATERA SELATAN DAN POTENSINYA
SEBAGAI ENTOMOPATOGEN LARVA *Spodoptera frugiperda*

SKRIPSI

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

Oleh :

Jelly Milinia Puspita Sari
0508118172035

Indralaya, Desember 2020


Pembimbing



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

Mengetahui,
Dekan Fakultas
Fakultas Pertanian Unsri




Prof. Dr. Ir. Andy Mulyana, M.Sc.
NIP 196012021986031003

Skripsi dengan Judul "Eksplorasi Jamur Endofitik dari Daun Jagung, Pisang, dan Sayuran Dari Dataran Rendah dan Tinggi Sumatera Selatan dan Potensinya Sebagai Entomopatogen Larva *Spodoptera Frugiperda*" oleh Jelly Milinia Puspita Sari telah dipertahankan di hadapan Komisi penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada 04 Desember 2020 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

1. Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si.
NIP. 196510201992032001
2. Arsi, S.P., M.Si.
NIP. 1985101720151015101
3. Dr.Ir. Suparman SHK
NIP. 196001021985031019

Ketua

Sekretaris

Anggota

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Proteksi Tanaman


Dr. Ir. Suparman SHK
NIP 196001021985031019

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Jelly Milinia Puspita Sari

NIM : 05081181722035

Judul : Eksplorasi Jamur Endofitik Dari Daun Jagung, Pisang, dan Sayuran Dari Dataran Rendah dan Tinggi Sumatera Selatan dan Potensinya Sebagai Entomopatogen Larva *Spodoptera Frugiperda*

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi 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, Maret 2020

Yang membuat pernyataan



Jelly Milinia Puspita Sari

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Tanjung Payang, Kecamatan Pagar Alam Selatan, Kota Pagar Alam pada tanggal 01 Januari 2000 merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Orang tua bernama Harsun Nopri dan Yupi Yuliani. Penulis menyelesaikan Pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 61 Pagaralam, Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 3 Pagaralam dan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 4 Unggulan Pagaralam.

Pada tahun 2017, Penulis tercatat sebagai Mahasiswa di Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) dan sebagai penerima Beasiswa Bidik Misi. Selama menjadi Mahasiswa di Program Studi Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Penulis aktif dalam berbagai kegiatan. Dalam keorganisasian, Penulis tercatat pernah menjadi anggota Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPRO) pada tahun 2017/2018 dan menjadi staf ahli medinfo di Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPRO) pada tahun 2018-2019. Selain itu Penulis juga pernah menjadi Staf khusus Dewan Perwakilan Mahasiswa Fakultas Pertanian (DPM FP) periode 2018-2019, Penulis juga merupakan badan pengurus Young Entrepreneur Sriwijaya (YES) periode 2018-2019 dan pada tahun 2019 sebagai penerima dana Proposal Mahasiswa Wirausaha (PMW) dengan usaha Madu Cerana dan pada tahun 2020 penulis juga mendapat pendanaan dari Program Kompetisi Bisnis Mahasiswa Indonesia (KBMI) dengan usaha yang sama yaitu Madu Cerana. Pada tahun 2019 Penulis juga mengemban tanggung jawab sebagai ketua pelaksana Semarak Kartini dalam rangka peringatan hari Kartini dan Dies Natalis ke-42 Program Studi Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.

Penulis juga aktif dalam bidang akademik seperti pernah menjadi asisten praktikum Entomologi dan Mikrobiologi Pertanian semester ganjil 2018/2019, Penulis juga menjadi asisten Nematologi Tumbuhan, Mikologi, dan Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman pada periode 2019/2020, serta penulis juga menjadi asisten Virologi Tumbuhan, Apiologi, dan Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman pada periode 2020/2021.

Kemudian, Penulis pernah menolehkan beberapa prestasi seperti mendapat juara 3 senam dalam rangka LUSTRUM ke sepuluh Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya 2017, dan memperoleh juara 2 lomba tari kreasi dan juara 3 lomba senam dalam rangka LUSTRUM ke sebelas Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya 2018. Juga menolehkan prestasi dalam Lomba Karya Tulis Ilmia (LKTI) mendapat juara harapan dua pada seminar nasional lahan suboptimal 2019.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim. Alhamdulillah Puji Syukur Penulis Panjatkan Ke hadirat Allah Swt Atas Segala Rahmat dan Karunia yang diberikan kepada penulis. Sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian dengan judul “Eksplorasi Jamur Entomopatogen dari Rizosfer Tanaman Hortikultura di Sumatera Selatan dan Patogenesisnya terhadap Larva *Spodoptera frugiperda*”

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda. M.Si. selaku pembimbing atas kesabaran dan perhatiannya telah memberikan arahan dan bimbingan mulai dari awal perencanaan, pelaksanaan hingga penelitian sampai akhir penyusunan dan penulisannya dalam skripsi ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan juga untuk kedua orang tua yang memberikan do'a dan dukungan semangat, Keluarga besar jurusan ilmu hama dan penyakit tumbuhan mulai dari Dosen-dosen (Arsi Oktaviansyah, S.P, M.Si.) kakak tingkat, teman-teman seperjuangan dan juga teman-teman HPT 17, adek tingkat, Pengurus laboratorium, pengurus administrasi dan pegawai-pegawai yang membantu dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Penelitian ini didanai oleh DIPA Badan Layanan Umum Universitas Sriwijaya Tahun Anggaran 2020. SP DIPA-023.17.2.677515/2020, Revisi ke 01 tanggal 16 Maret 2020. Sesuai dengan SK Rektor Nomor: 0687/UN9/SK.BUK.KP/2020 Tanggal 15 Juli 2020 yang diketuai oleh Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda. M.Si. Oleh karena itu, tidak diperkenankan menyebarkan dan mempublikasikan semua data pada skripsi ini tanpa izin tertulis dari Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda. M.Si.

Saya berharap skripsi ini dapat sebagai sumber pengembangan ilmu dan pengetahuan untuk kita semua. Penulis menyadari bahwa masih banyak kesalahan dan kekurangan dalam pembuatan skripsi ini. Untuk itu sangat diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar kedepannya lebih baik. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Indralaya, Desember 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1 1.1. Latar Belakang.....	1
1 1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Hipotesis Penelitian.....	2
1.5. Manfaat Penelitian	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1. Jamur Endofit.....	3
2.1.1. Morfologi Jamur Endofit.....	3
2.1.2. Jamur Entomopatogen Endofit.....	4
2.1.3. Mekanisme Jamur Entomopatogen.....	8
2.2. Tanaman Jagung (<i>Zea mays</i> L).....	9
2.2.1. Morfologi Tanaman Jagung	10
2.2.2. Syarat Tumbuh Tanaman Jagung.....	11
2.3. <i>Spodoptera frugiperda</i>	11
2.3.1. Morfologi <i>Spodoptera frugiperda</i>	12
2.3.2. Bioekologi <i>Spodoptera frugiperda</i>	13
2.3.4. Inang <i>Spodoptera frugiperda</i>	14
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN.....	16
3.1. Tempat dan Waktu.....	16
3.2. Alat dan Bahan.....	16
3.3. Metode Penelitian.....	16
3.3.1. Eksplorasi Jamur Entomopatogen Endofit dari Tanaman Pisang, Jagung, dan Sayuran Inang <i>Spodoptera frugiperda</i> dari Lahan Basah Suboptimal	18
3.3.2. Isolasi dan Identifikasi Jamur Entomopatogen Endofit.....	19
3.3.3 Uji Potensi Isolat Jamur Endofit sebagai Entomopatogen.....	22
3.3.4. Persiapan Serangga Uji <i>Spodoptera frugiperda</i>	22
3.3.5. Aplikasi Jamur Endofit	23
3.4. Peubah yang Diamati	23
3.5. Analisis Data	26
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1. Hasil.....	27

4.1.1. Isolasi Jamur dari Jaringan Daun Jagung, Pisang, dan Sayuran Inang <i>Spodoptera frugiperda</i>	27
4.1.2. Kerapatan Konidia dan Viabilitas	30
4.1.3. Luas Daun yang Dimakan (LDD)	32
4.1.4. Berat Larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	33
4.1.5. Berat Kotoran Larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	34
4.1.6. Mortalitas larva, LT ₅₀ , dan LT ₉₅ Larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	35
4.1.7. Persentasi larva <i>Spodoptera frugiperda</i> menjadi pupa dan imago.....	37
4.1.8. Berat pupa dan panjang pupa <i>Spodoptera frugiperda</i>	39
4.1.9. Panjang imago dan rentang sayap <i>Spodoptera frugiperda</i>	39
4.2. Pembahasan.....	40
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN.....	58

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Sentra sayuran dan tanaman pangan di Sumatera selatan.....	18
Tabel 4.1. Jamur endofit yang ditemukan dari sampel daun di beberapa lokasi survei.....	27
Tabel 4.2. Kerapatan dan viabilitas konidia isolat jamur endofit.....	31
Tabel 4.3. Rata-rata luas daun yang dimakan ($\text{cm}^2 \text{ekor}^{-1}$) larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	33
Tabel 4.4. Rata-rata luas daun yang dimakan ($\text{cm}^2 \text{ekor}^{-1}$) larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	33
Tabel 4.5. Rata-rata berat larva ($\text{mg} \text{ekor}^{-1}$) larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	34
Tabel 4.6. Rata-rata berat larva ($\text{mg} \text{ekor}^{-1}$) larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	34
Tabel 4.7. Rata-rata berat kotoran ($\text{mg} \text{ekor}^{-1}$) larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	35
Tabel 4.8. Rata-rata berat kotoran ($\text{mg} \text{ekor}^{-1}$) larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	35
Tabel 4.9. Mortalitas larva, LT_{50} , dan LT_{95} <i>Spodoptera frugiperda</i> setelah aplikasi isolat jamur endofit.....	36
Tabel 4.10. Persentase larva menjadi pupa dan larva menjadi imago setelah aplikasi.....	38
Tabel 4.11. Berat pupa dan panjang pupa <i>Spodoptera frugiperda</i>	39
Tabel 4.12. Panjang imago, dan rentang sayap <i>Spodoptera frugiperda</i> Setelah aplikasi 6 isolat jamur endofit	40

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1. Penampakan koloni jamur endofit daun; a) isolat jamur endofit isolat CKDI, b) isolat CKB2, c) isolat CKD2, d) isolat CKA1, e) isolat CKA 2, f) isolat CKT, g) isolat CKB1, h) isolat CKB 4, i) isolat CKD2, j) isolat CKA3, k) isolat CKA4 (Young, 2016)	3
Gambar 2. 2. Ciri koloni beberapa fungi endofit yang diisolasi dari jaringan H. serrata di propinsi Lam Dong (Thi Minh Le <i>et al.</i> , 2019)	4
Gambar 2. 3. Karakteristik morfologi hifa dan konidiofor dengan mikroskop cahaya (400 ×) dari beberapa Jamur endofit yang teridentifikasi dari marga: <i>Alternaria</i> (1), <i>Fusarium</i> (2), <i>Mucor</i> (3), <i>Trichoderma</i> (4), <i>Penicillium</i> (5), <i>Paecilomyces</i> (6).....	4
Gambar 2.4. <i>Beauveria</i> sp.; a) Laba-laba yang terserang jamur <i>Beauveria</i> sp., b) Koloni pada PDA setelah 14 hari pada suhu 25 °C, c) Struktur <i>Beauveria</i> sp.	6
Gambar 2.5. Siklus infeksi jamur <i>Beauveria bassiana</i> pada serangga.....	6
Gambar 2.6. Reperesentasi dari interaksi <i>Beauveria bassiana</i> dengan tanaman, arthropoda, tanah, dan mikroorganisme lainya	7
Gambar 2.7. Serangga yang terinfeksi <i>Beauveria</i> sp.; a) Ninfu kutu kebul, b) <i>Metamasium hemipterus</i> , c) Penggerek buah kopi <i>Hyphotenemus hampei</i> , c) <i>Anastrepha fraterculuc</i> , e) <i>Tetranyhus</i> , f) <i>Nezira viridula</i> , g) <i>Diaphorina citris</i> , h) <i>Thaumastocoris peregrius</i>	8
Gambar 2.8. Diagram jamur entomopatogen menginfeksi serangga: konidia jamur entomopatogen yang berukuran besar akan lengket dan menembus kutikula secara langsung sedangkan konidia jamur entomopatogen yang berukuran kecil akan membentuk apresorium (Boomsma <i>et al.</i> , 2014).....	9
Gambar 2. 9. Bentuk ujung daun jagung.....	10
Gambar 2. 10. Bunga tanaman jagung; A) bunga jantan (anther dan spikelet); B) bunga betina (silk) (Iriany <i>et al.</i> ,2011).....	10
Gambar 2. 11. Morfilogi <i>Spodoptera frugiperda</i> ; A) telur , B) larva, C) pupa, D) jantan, E) imago betian (Ganiger <i>et al.</i> , 2018).....	12
Gambar 2. 12. Metamorfosis <i>Spodoptera frugiperda</i> ; A) 100-200 butir telu, B) tahap perkembangan 1-3 setelah menetas, C) tahap perkembangan 4-6 <i>Spodoptera frugiperda</i> masuk bagian yang terlindungi (Nonci <i>et al.</i> , 2019)	13
Gambar 3. 1. Lokasi survei sampel tanaman	18
Gambar 3. 2. Suspensi 6 isolat jamur endofit dengan konsetrasi 1×10^8 , $1 \times$	

10 ⁷ , 1x 10 ⁶ konidia/ml.....	21
Gambar 3.3. Uji jamur endofit pada benih jagung umur 7 hari: (A) JaGiP, (B) JaSpkPga, (C) PiCrPga, (D) JaTpOi1, (E) JaTpOi2, (F) CaTpPga.....	21
Gambar 3. 4. Siklus hidup <i>Spodoptera frugiperda</i> ; A) Telur, B) Larva, C) Pupa, D) Imago	22
Gambar 3.5. Proses pemeliharaan <i>Spodoptera frugiperda</i> : A) pemeliharaan Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> , B) tempat pupa, C) tempat khusus imago....	23
Gambar 3. 6. kotak besar, sedang, dan kecil pada <i>Haemocytometer</i> (https://dokumen.tips/documents/enumerasi-haemocytometer.html)	24
Gambar 3. 8 Cara kerja aplikasi bioleaf, persen kehilangan daun 31.39 %.....	25
Gambar 4.1. Isolat jamur yang didapat pada bagian daun tanaman di beberapa lokasi survai: (A) JaAIP, (B) CrTpOi, (C) JaSP, (D) JaTpOi1, (E) JaMspBa, (F) JaTpOi2, (G) CmSP, (H) JaTsBa, (I) JaPsBa, (J) JaTpOi, (K) JaBaL, (L) JaTjbL, (M) JaGP, (N) JaPkL, (O) JaTpOi, (P) JaJspkPga, (Q) CaTpPga, (R) JaBrPga, (S) PiCrPga, (T) JaGiP, (U) JaTpOi, (V) CrTpPga, (W) CrSpkPga1, (X) CrSpkPga2.....	28
Gambar 4.2. Lokasi jamur endofit pada jaringan jagung umur 7 hari menggunakan lactophenol 0.1%: (A) <i>Control</i> , (B) JaGiP, (C) JaSpkPga, (D) PiCrPga, (E) JaTpOi, (F) JaTpOi, (G) CaTpPga.....	28
Gambar 4.3. Isolat jamur endofit dari jaringan daun: (A) JaGiP, (B) JaSpkPga, (C) PiCrPga, (D) JaTpOi, (E) JaTpOi, (F) CaTpPga.....	29
Gambar 4.4. Koloni, konidia, dan hifa jamur endofit: (A) PiCrPga, (B) JaJspkPga, (C) CaTpPga, (D) JaGiP, (E) JaTpOi, (F) JaTpOi	30
Gambar 4.5. Benih jagung yang direndam isolat jamur endofit berumur 7 hari: (A) <i>Control</i> , (B) JaTpOi, (C) PiCrPga, (D) JaGiP, (E) CaTpPga, (F) JaTpOi, (G) JaSpkPga.....	30
Gambar 4.6. Spora jamur endofit yang berkecamba (1x24 jam): (A) JaGiP, (B) JaTpOi, (C) JaTpOi, (D) JaJspkPga, (E) CaTpPga, (F) PiCrPga	31
Gambar 4.7. Spora jamur endofit yang berkecamba (1x48 jam): (A) JaGiP, (B) JaTpOi, (C) JaTpOi, (D) JaJspkPga, (E) CaTpPga, (F) PiCrPga	32
Gambar 4.8. Gejala kerusakan <i>Spodoptera frugiperda</i> setiap isolat; A) <i>Control</i> , (B) JaTpOi, (C) PiCrPga, (D) JaGiP, (E) CaTpPga, (F) JaTpOi, dan (G) JaSpkPga.....	32
Gambar 4.9. Mortalitas larva <i>Spodoptera frugiperda</i> 12 hari pengamatan dengan perlakuan	36
Gambar 4.10. Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> yang terinfeksi jamur entomopatogen endofit: (A) <i>Control</i> , (B) JaGiP, (C) JaTpOi, (D) PiCrPga, (E) JaTpOi, dan (F) JaSpkPga.....	37
Gambar 4.11. Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> yang terinfeksi jamur	

entomopatogen: (A) JaGiPga, (B) JaTpOi, (C) PiCrPga, (D) JaTpOi, (E) CaTpPga, (F) <i>Control</i>	37
Gambar 4.12. Perbandingan bentuk pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> : (A) Control, (B) JaGiPga, (C) JaTpOi, (D) JaJspkPga, (E) JaTpOi, (F) PiCrPga	38
Gambar 4.13. Perbandingan bentuk imago <i>Spodoptera frugiperda</i> : (A) <i>Control</i> , (B) JaTpOi, (C) PiCrPga, (D) JaGiPga, (E) JaTpOi, (F) JaJspkPga.....	39
Gambar 4.14. Rentang sayap imago <i>Spodoptera frugiperda</i> ; (A) <i>control</i> , (B) JaTpOi, (C) PiCrPga, (D) JaGiP, (E) CaTpPga, (F) JaTpOi, (G) JaSpkPga	66

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Kerapatan konidia isolate jamur endofit.....	58
Lampiran 2. Viabilitas konidia isolat jamur endofit	58
Lampiran 3. Mortalitas serangga uji	59
Lampiran 4. Berat Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> selama 12 hari pengamatan (mg ekor ⁻¹).....	60
Lampiran 5. Berat kotoran larva <i>Spodoptera frugiperda</i> selama 12 hari pengamatan (mg ekor ⁻¹)	61
Lampiran 6. Rata-rata luas daun yang dimakan (cm ² ekor ⁻¹) larva <i>Spodoptera frugiperda</i> pengamatan hari ke-1 sampai ke-12	62
Lampiran 7. Persentase larva <i>Spodoptera frugiperda</i> jadi pupa dan imago..	63
Lampiran 8. Pupa dan imago <i>Spodoptera frugiperda</i> tidak sempurna.....	63
Lampiran 9. Panjang pupa <i>Spodoptera frugiperda</i>	64
Lampiran 10. Berat pupa <i>Spodoptera frugiperda</i>	64
Lampiran 11. Panjang imago <i>Spodoptera frugiperda</i>	64
Lampiran 12. Panjang rentang sayap imago <i>Spodoptera frugiperda</i>	65
Lampiran 13. Isolat jamur endofit pada media GYA hari ke dua hingga ketujuh: JaTpOi ₂ (A), PiCrPga (B), JaGiP (C), JaTpOi ₁ (D), JaJspkPga (E).....	66
Lampiran 14. Reisolasi larva <i>Spodoptera frugiperda</i> yang mati akibat aplikasi jamur endofit : PiCrPga (A), JaTpOi ₁ (B), JaGiP (C), JaTpOi ₂ (D), JaTpOi ₁ (E).....	66

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae) merupakan hama utama tanaman jagung yang dapat menyebabkan kerugian cukup tinggi dan menjadi permasalahan dunia saat ini. *S. frugiperda* aktif menyerang bagian titik tumbuh tanaman jagung pada fase larva yang menyebabkan tanaman tersebut rusak bahkan mati (Trisyono *et al.*, 2019) serta dapat menyebabkan kerugian produksi jagung hingga 34 % (Dias *et al.*, 2016). Kehilangan hasil dari serangan *S. frugiperda* di daerah Zimbabwe mencapai 32-48% (Baudron *et al.*, 2019), Ethiopia, Kenyan, Ghana, dan Zambia juga mengalami kehilangan hasil masing-masing 32 %, 47 %, 22 %, dan 67% (Kumela *et al.*, 2018; Day *et al.*, 2017). India mengalami kehilangan hasil yang disebabkan *S. frugiperda* mencapai 35% (Chormule *et al.*, 2019). Pada musim hujan serangan *S. frugiperda* dapat meningkat hingga 33% (Balla *et al.*, 2019).

Jamur Endofit dapat digunakan sebagai salah satu alternatif pengendalian secara hayati (Karenina *et al.*, 2020). Jamur endofit sudah banyak diteliti dan dibuktikan memiliki efek negatif terhadap serangga, nematoda, dan patogen (Vega *et al.*, 2008). Jamur entomopatogen endofit yang teridentifikasi pada daun tanaman padi yaitu *Metarhizium* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., dan *Trichoderma* sp (Allita, 2020), *B. bassiana* (Bamisile *et al.*, 2020). Pada tanaman secang (*Caesalpinia sappan* L) juga ditemukan jamur entomopatogen endofit dari bagian akar, batang, ranting, dan daun tanaman dimana jamur menghasilkan senyawa antioksidan seperti tanaman inang, yang mampu digunakan sebagai pengendalian hama (Safitri *et al.*, 2018). Beberapa genus jamur entomopatogen yaitu *Acremonium*, *Beauveria*, *Cladosporium*, *Clonostachys*, dan *Paecilomyces*. Jamur entomopatogen endofit telah ditemukan di ratusan tanaman baik pada gandum, pisang, kedelai, jagung dan tomat (Vega *et al.*, 2008). Jamur endofit tersebut memiliki berbagai fungsi ekologis yang menunjukkan bahwa jamur tersebut berpotensi untuk dikembangkan sebagai biopestisida untuk meningkatkan

produksi sistem pertanian di Indonesia (Lopez and Sword, 2015; Vega *et al.*, 2008).

Di Sumatera Selatan belum ada informasi mengenai jamur entomopatogen endofit, sehingga penelitian ini perlu dilakukan untuk memperoleh jamur entomopatogen endofit yang dapat digunakan sebagai agen pengendalian hayati terutama untuk pengendalian hama *S. frugiperda*.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian adalah;

1. Jamur endofit apa saja yang ada pada jaringan daun jagung, pisang, dan sayuran dari dataran rendah dan tinggi Sumatera Selatan?
2. Apakah isolat jamur endofit patogenik terhadap larva *S. frugiperda*?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Mengidentifikasi secara morfologi jamur endofit apa saja yang ada pada jaringan daun jagung, pisang, dan sayuran inang *S. frugiperda*.
2. Menguji patogenesitas isolat-isolat jamur endofit yang ditemukan dari jaringan daun jagung, pisang, dan sayuran terhadap larva *S. frugiperda*.

1.4. Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Diduga ditemukan lebih dari satu isolat jamur endofit dari masing-masing jaringan daun.
2. Jamur entomopatogen endofit mampu memberi efek terhadap perkembangan, preferensi makan, dan metabolisme *S. frugiperda* pada tanaman jagung.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi serta pengetahuan tentang jamur endofit dari daun jagung, pisang, dan sayuran. serta potensinya Sebagai Entomopatogen Larva *S. frugiperda*.

DAFTAR PUSTAKA

- Access, O. 2015. We Are Intechopen , The World ' S Leading Publisher Of Open Access Books Built By Scientists. *1*, 114–112.
- Allita, L. D. 2020. Diversitas Endophytic Fungi Diversity in rice plant and their potential as pest control. *2*, 105–110.
- Balla, A., Bhaskar, M., Bagade, P., and Rawal, N. 2019. Yield losses in maize (*Zea mays*) due to fall armyworm infestation and potential IoT-based interventions for its control. *Entomology and Zoology Studies*, *7*(5), 920–927.
- Bamisile, B. S., Senyo Akutse, K., Dash, C. K., Qasim, M., Ramos Aguila, L. C., Ashraf, H. J., Huang, W., Hussain, M., Chen, S., and Wang, L. 2020. Effects of Seedling Age on Colonization Patterns of Citrus limon Plants by Endophytic *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* and Their Influence on Seedlings Growth. *Journal of Fungi*, *6*(1), 29.
- Baudron, F., Zaman-Allah, M. A., Chaipa, I., Chari, N., and Chinwada, P. 2019. Understanding the factors influencing fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) damage in African smallholder maize fields and quantifying its impact on yield. A case study in Eastern Zimbabwe. *Crop Protection*, *120*, 141–150.
- Boomsma, J. J., Jensen, A. B., Meyling, N. V., and Eilenberg, J. 2014. Evolutionary Interaction Networks of Insect Pathogenic Fungi. *Annual Review of Entomology*, *59*(1), 467–485.
- Chen, W. H., Han, Y. F., Liang, Z. Q., and Jin, D. C. 2017. A new araneogenous fungus in the genus *beauveria* from guizhou, China. *Phytotaxa*, *302*(1), 57–64.
- Chormule, A., Shejawal, N., Sharanabasappa, Kalleshwaraswamy, C., Asokan, R., and Swamy, H. M. 2019. First report of the fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae) on sugarcane and other crops from Maharashtra, India. *Entomology and Zoology Studies*, *7*(1), 114–117.
- da Silva, D. M., Bueno, A. de F., Andrade, K., Stecca, C. dos S., Neves, P. M. O.

- J., and de Oliveira, M. C. N. 2017. Biology and nutrition of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) fed on different food sources. *Scientia Agricola*, 74(1), 18–31.
- Density, C., and Against, T. V. 2019. Conidial Density and Viability of *Beauveria bassiana* Isolates from Java and Sumatra. *1*(2), 335–349.
- Dias, A. S., Marucci, R. C., Mendes, S. M., Moreira, S. G., Araújo, O. G., dos Santos, C. A., and Barbosa, T. A. 2016. Bioecology of *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1757) in different cover crops. *Bioscience Journal*, 32(2), 337–345.
- Ganiger, P. C., Yeshwanth, H. M., Muralimohan, K., Vinay, N., Kumar, A. R. V., and Chandrashekara, K. 2018. Occurrence of the new invasive pest, fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), in the maize fields of Karnataka, India. *Current Science*, 115(4), 621–623.
- Goldberg, A. 2017. Classification, evolution, and phylogeny of the families of Monocotyledons. *Classification, Evolution, and Phylogeny of the Families of Monocotyledons*.1
- Gustianingtyas, M., Herlinda, S., and Hamidson, H. 2020. Toxicity of entomopathogenic fungal culture filtrate of lowland and highland soil of South Sumatra (Indonesia) against *Spodoptera litura* larvae. *21*(5), 1839–1849.
- Hanif, K. I., Herlinda, S., Irsan, C., and Pujiastuti, Y. 2020. The impact of bioinsecticide overdoses of *Beauveria bassiana* on species diversity and abundance of not targeted arthropods in South Sumatra (Indonesia) freshwater swamp paddy. *21*(5), 2124–2136.
- Herlinda, S., Octariati, N., and Suwandi, S. 2020. Exploring entomopathogenic fungi from South Sumatra (Indonesia) soil and their pathogenicity against a new invasive maize pest , *Spodoptera frugiperda*. *21*(7), 2955–2965.
- Herlinda, S., Oktareni, S. S., Anggraini, E., Verawaty, M., and Lakitan, B. 2020. Effect of Application of UV Irradiated *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* on Larval Weight and Mortality of *Spodoptera litura*. 8(Iccesi 2019), 64–70.
- Ilyas, M. 2009. Biodiversity of Endophytic Fungi Associated with *Uncaria gambier* Roxb. (Rubiaceae) from West Sumatra. *Biodiversitas, Journal of Biological Diversity*, 10(1), 23–28.

- Iriany, N. R., Yasin, M. H. G., and Takdir, A. M. 2011. Asal, Sejarah, Evolusi, dan Taksonomi Tanaman Jagung. *Jagung: Teknik Produksi Dan Pengembangan*, 1–15.
- Karenina, T., Herlinda, S., Irsan, C., and Pujiastuti, Y. 2020. AGRIVITA Arboreal Entomophagous Arthropods of Rice Insect Pests Inhabiting Adaptive Vegetables and Refugia in Freshwater Swamps of South Sumatra. *42(2)*, 214–228.
- Karenina, T., Herlinda, S., Irsan, C., and Pujiastuti, Y. 2020. Community structure of arboreal and soil-dwelling arthropods in three different rice planting indexes in freshwater swamps of South Sumatra, Indonesia. *21(10)*, 4839–4849.
- Liu, F., Bonthond, G., Groenewald, J. Z., Cai, L., and Crous, P. W. 2019. Sporocadaceae, a family of coelomycetous fungi with appendage-bearing conidia. *Studies in Mycology*, *92*, 287–415.
- Lopez, DC, Sword, G. 2015. The endophytic fungal entomopathogens *Beauveria bassiana* and *Purpureocillium lilacinum* enhance the growth of cultivated cotton (*Gossypium hirsutum*) and negatively affect survival of the cotton bollworm (*Helicoverpa zea*) (pp. 89; 53–60.). *Biol. Control*.
- LR Jaber, J. E. 2016. Entomopathogenic fungi of soils of freshwater swamps, tidal lowlands, peatlands, and highlands of South Sumatra. (pp. 187–195). *Biological Control*.
- Maharani, Y., Dewi, V. K., Puspasari, L. T., Rizkie, L., Hidayat, Y., and Dono, D. 2019. Cases of Fall Army Worm *Spodoptera frugiperda* Cases of Fall Army Worm *Spodoptera frugiperda* J . E . Smith (Lepidoptera : Noctuidae) Attack on Maize in Bandung, Garut and Sumedang District, West Java. *Cropsaver*, *2(1)*, 38–46.
- Mardiyanto, Fitriya, Juwita Eka Larasati, Julinar, Hary Widjajanti, and M. 2019. Antibacterial activity of *Cordyline fruticosa* leaf extracts and its endophytic fungi extracts. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, *20(12)*, 3804–3812.
- Mascarin, G. M., and Jaronski, S. T. 2016. The production and uses of *Beauveria bassiana* as a microbial insecticide. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, *32(11)*.

- Massie, L. . 2017. Modelling and simulation of southern corn leaf blight diseases caused *Helminthosporium maydis* Nisik Myake. 185 p.
- Midega, C. A. O., Pittchar, J. O., Pickett, J. A., Hailu, G. W., and Khan, Z. R. 2018. A climate-adapted push-pull system effectively controls fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J E Smith), in maize in East Africa. *Crop Protection*, 105(August 2017), 10–15.
- Nagoshi, R. N., Fleischer, S., Meagher, R. L., Hay-Roe, M., Khan, A., Murúa, M. G., Silvie, P., Vergara, C., and Westbrook, J. 2017. Fall armyworm migration across the lesser antilles and the potential for genetic exchanges between north and south American populations. *PLoS ONE*, 12(2), 1–18.
- Nonci, N., Kalgutny, Hary, S., Mirsam, H., Muis, A., Azrai, M., and Aqil, M. 2019. Pengenalan Fall Armyworm (*spodoptera frugiperda* J.E. Smith) Hama Baru pada Tanaman Jagung di Indonesia. In *Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Balai Penelitian Tanaman Serealia* (Vol. 73).
- Ownley, B., Gwinn, KD, Vega, F. 2010. Endophytic fungal entomopathogens with activity against plant pathogens: ecology and evolution (pp. 55, 113–128.). *Biocontrol*.
- Pair, S. D., Raulston, J. R., Sparks, A. N., Westbrook, J. K., and Douce, G. K. 1986. Fall Armyworm Distribution and Population Dynamics in the Southeastern States. *Florida Entomologist*, 69(3), 468–487.
- Petrini, O., Sieber, T. N., Toti, L., and Viret, O. 1993. Ecology, metabolite production, and substrate utilization in endophytic fungi. *Natural Toxins*, 1(3), 185–196.
- Posada F, V. F. 2020. Establishment of the fungal entomopathogen *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales) as an endophyte in cocoa seedlings (*Theobroma cacao*). *Mycologia*. 97(6), 1195.
- Prabawati, G., Herlinda, S., and Pujiastuti, Y. 2019. The abundance of canopy arthropods in South Sumatra (Indonesia) freshwater swamp main and ratooned rice applied with bioinsecticides and synthetic insecticide. 20(10), 2921–2930.
- Safitri, A. Y. U., Herlinda, S., and Setiawan, A. 2018. Entomopathogenic fungi of soils of freshwater swamps, tidal lowlands, peatlands, and highlands of South

- Sumatra. *19*(6), 2365–2373.
- Sharma, L., Oliveira, I., Torres, L., and Marques, G. 2018. Entomopathogenic fungi in Portuguese vineyards soils: Suggesting a ‘Galleria-Tenebrio-bait method’ as bait-insects galleria and tenebrio significantly underestimate the respective recoveries of metarhizium (robertsii) and beauveria (bassiana). *MycKeys*, 38, 1–23.
- Singleton, P., and Sainsbury, D. 1981. Introduction to bacteria: For students in the biological sciences.
- Subiono, T. 2020. Preferences of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in several feed sources (Preferences of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in several feed sources). *Jurnal Groekoteknologi Tropika Lembab*, 2(2), 130–134.
- Suryadi, Y., Priyatno, T. P., Samudra, I. M., Susilowati, D. N., Lawati, N., and Kustaman, E. 2016. Partial Purification and Characterization of Chitinase from Entomopathogens, *Beauveria bassiana*, Isolate BB200109. *Jurnal AgroBiogen*, 9(2), 77.
- Thi Minh Le, T., Thi Hong Hoang, A., Thi Bich Le, T., Thi Bich Vo, T., Van Quyen, D., and Hoang Chu, H. 2019. Isolation of endophytic fungi and screening of Huperzine A–producing fungus from *Huperzia serrata* in Vietnam. *Scientific Reports*, 9(1), 1–13.
- Tille, P. M. 2017. Bailey and Scott’s Diagnostic Microbiology In Basic Medical Microbiology (*fourteenth, p. 45*). *St. Louis Missouri: Elsevier*. (Issue Bio 4172).
- Trisyono, Y. A., Suputa, Aryuwandari, V. E. F., Hartaman, M., and Jumari. 2019. Occurrence of Heavy Infestation by the Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda* , a New Alien Invasive Pest , in Corn in Lampung Indonesia. *Perlindungan Tanaman Indonesia*, 23(1), 156–160.
- U Norjmaa, D Nasamdulam, B Enkhjargal dan D Banzragch. 2019. Morphological and molecular identification of *Beauveria bassiana* from agricultural soils. *Mongolian Journal of Agricultural Sciences*, 27(02), 20–24.
- Valero-Jiménez, C. A., Debets, A. J. M., Van Kan, J. A. L., Schoustra, S. E., Takken, W., Zwaan, B. J., and Koenraadt, C. J. M. 2014. Natural variation in

- virulence of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* against malaria mosquitoes. *Malaria Journal*, 13(1), 1–8.
- Vega, F. E., Posada, F., Aime, M. C., and Pava-ripoll, M. 2008. *Digital Commons University of Nebraska - Lincoln Entomopathogenic fungal endophytes*.
- Vega, F. E., Posada, F., Catherine Aime, M., Pava-Ripoll, M., Infante, F., and Rehner, S. A. 2008. Entomopathogenic fungal endophytes. *Biological Control*, 46(1), 72–82.
- Young, John R. 2016. Fall armyworm control with insecticides (pp. 123–167). *Biological Control*.
- Access, O. 2015. We Are Intechopen, The World's Leading Publisher Of Open Access Books Built By Scientists. 1, 114–112.
- Allita, L. D. 2020. Diversitas Endophytic Fungi Diversity in rice plant and their potential as pest control. 2, 105–110.
- Balla, A., Bhaskar, M., Bagade, P., and Rawal, N. 2019. Yield losses in maize (*Zea mays*) due to fall armyworm infestation and potential IoT-based interventions for its control. *Entomology and Zoology Studies*, 7(5), 920–927.
- Bamisile, B. S., Senyo Akutse, K., Dash, C. K., Qasim, M., Ramos Aguila, L. C., Ashraf, H. J., Huang, W., Hussain, M., Chen, S., and Wang, L. 2020. Effects of Seedling Age on Colonization Patterns of Citrus limon Plants by Endophytic *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* and Their Influence on Seedlings Growth. *Journal of Fungi*, 6(1), 29.
- Baudron, F., Zaman-Allah, M. A., Chaipa, I., Chari, N., and Chinwada, P. 2019. Understanding the factors influencing fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) damage in African smallholder maize fields and quantifying its impact on yield. A case study in Eastern Zimbabwe. *Crop Protection*, 120, 141–150.
- Boomsma, J. J., Jensen, A. B., Meyling, N. V., and Eilenberg, J. 2014. Evolutionary Interaction Networks of Insect Pathogenic Fungi. *Annual Review of Entomology*, 59(1), 467–485.
- Chen, W. H., Han, Y. F., Liang, Z. Q., and Jin, D. C. 2017. A new araneogenous fungus in the genus *beauveria* from guizhou, China. *Phytotaxa*, 302(1), 57–64.
- Chormule, A., Shejawal, N., Sharanabasappa, Kalleshwaraswamy, C., Asokan, R.,

- and Swamy, H. M. 2019. First report of the fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae) on sugarcane and other crops from Maharashtra, India. *Entomology and Zoology Studies*, 7(1), 114–117.
- da Silva, D. M., Bueno, A. de F., Andrade, K., Stecca, C. dos S., Neves, P. M. O. J., and de Oliveira, M. C. N. 2017. Biology and nutrition of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) fed on different food sources. *Scientia Agricola*, 74(1), 18–31.
- Density, C., and Against, T. V. 2019. Conidial Density and Viability of *Beauveria bassiana* Isolates from Java and Sumatra. *I(2)*, 335–349.
- Dias, A. S., Marucci, R. C., Mendes, S. M., Moreira, S. G., Araújo, O. G., dos Santos, C. A., and Barbosa, T. A. 2016. Bioecology of *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1757) in different cover crops. *Bioscience Journal*, 32(2), 337–345.
- Ganiger, P. C., Yeshwanth, H. M., Muralimohan, K., Vinay, N., Kumar, A. R. V., and Chandrashekara, K. 2018. Occurrence of the new invasive pest, fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), in the maize fields of Karnataka, India. *Current Science*, 115(4), 621–623.
- Goldberg, A. 2017. Classification, evolution, and phylogeny of the families of Monocotyledons. *Classification, Evolution, and Phylogeny of the Families of Monocotyledons*.
- Gustianingtyas, M., Herlinda, S., and Hamidson, H. 2020. Toxicity of entomopathogenic fungal culture filtrate of lowland and highland soil of South Sumatra (Indonesia) against *Spodoptera litura* larvae. *21(5)*, 1839–1849.
- Hanif, K. I., Herlinda, S., Irsan, C., and Pujiastuti, Y. 2020. The impact of bioinsecticide overdoses of *Beauveria bassiana* on species diversity and abundance of not targeted arthropods in South Sumatra (Indonesia) *freshwater swamp paddy*. *21(5)*, 2124–2136.
- Herlinda, S., Octariati, N., and Suwandi, S. 2020. Exploring entomopathogenic fungi from South Sumatra (Indonesia) soil and their pathogenicity against a new invasive maize pest, *Spodoptera frugiperda*. *21(7)*, 2955–2965.
- Herlinda, S., Oktareni, S. S., Anggraini, E., Verawaty, M., and Lakitan, B. 2020. *Effect of Application of UV Irradiated Beauveria bassiana and Metarhizium*

- anisopliae* on Larval Weight and Mortality of *Spodoptera litura*. 8(Iccesi 2019), 64–70.
- Ilyas, M. 2009. Biodiversity of Endophytic Fungi Associated with *Uncaria gambier* Roxb. (Rubiaceae) from West Sumatra. *Biodiversitas, Journal of Biological Diversity*, 10(1), 23–28.
- Iriany, N. R., Yasin, M. H. G., and Takdir, A. M. 2011. Asal, Sejarah, Evolusi, dan Taksonomi Tanaman Jagung. *Jagung: Teknik Produksi Dan Pengembangan*, 1–15.
- Karenina, T., Herlinda, S., Irsan, C., and Pujiastuti, Y. 2020. AGRIVITA Arboreal Entomophagous Arthropods of Rice Insect Pests Inhabiting Adaptive Vegetables and Refugia in Freshwater Swamps of South Sumatra. 42(2), 214–228.
- Karenina, T., Herlinda, S., Irsan, C., and Pujiastuti, Y. 2020. Community structure of arboreal and soil-dwelling arthropods in three different rice planting indexes in freshwater swamps of South Sumatra, Indonesia. 21(10), 4839–4849.
- Liu, F., Bonthond, G., Groenewald, J. Z., Cai, L., and Crous, P. W. 2019. Sporocadaceae, a family of coelomycetous fungi with appendage-bearing conidia. *Studies in Mycology*, 92, 287–415.
- Lopez, DC, Sword, G. 2015. The endophytic fungal entomopathogens *Beauveria bassiana* and *Purpureocillium lilacinum* enhance the growth of cultivated cotton (*Gossypium hirsutum*) and negatively affect survival of the cotton bollworm (*Helicoverpa zea*) (pp. 89; 53–60.). *Biol. Control*.
- LR Jaber, J. E. 2016. Entomopathogenic fungi of soils of freshwater swamps, tidal lowlands, peatlands, and highlands of South Sumatra. (pp. 187–195). *Biological Control*.
- Maharani, Y., Dewi, V. K., Puspasari, L. T., Rizkie, L., Hidayat, Y., and Dono, D. 2019. Cases of Fall Army Worm *Spodoptera frugiperda* Cases of Fall Army Worm *Spodoptera frugiperda* J . E . Smith (Lepidoptera : Noctuidae) Attack on Maize in Bandung , Garut and Sumedang District, West Java. *Cropsaver*, 2(1), 38–46.
- Mardiyanto, Fitrya, Juwita Eka Larasati, Julinar, Hary Widjajanti, and M. 2019. Antibacterial activity of *Cordyline fruticosa* leaf extracts and its endophytic

- fungi extracts. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 20(12), 3804–3812.
- Mascarin, G. M., and Jaronski, S. T. 2016. The production and uses of *Beauveria bassiana* as a microbial insecticide. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 32(11).
- Massie, L. . 2017. Modelling and simulation of southern corn leaf blight diseases caused *Helminthosporium maydis* Nisik Myake. 185 p.
- Midega, C. A. O., Pittchar, J. O., Pickett, J. A., Hailu, G. W., and Khan, Z. R. 2018. A climate-adapted push-pull system effectively controls fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J E Smith), in maize in East Africa. *Crop Protection*, 105(August 2017), 10–15.
- Nagoshi, R. N., Fleischer, S., Meagher, R. L., Hay-Roe, M., Khan, A., Murúa, M. G., Silvie, P., Vergara, C., and Westbrook, J. 2017. Fall armyworm migration across the lesser antilles and the potential for genetic exchanges between north and south American populations. *PLoS ONE*, 12(2), 1–18.
- Nonci, N., Kalgutny, Hary, S., Mirsam, H., Muis, A., Azrai, M., and Aqil, M. 2019. Pengenalan Fall Armyworm (*spodoptera frugiperda* J.E. Smith) Hama Baru pada Tanaman Jagung di Indonesia. In *Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Balai Penelitian Tanaman Serealia* (Vol. 73).
- Ownley, B., Gwinn, KD, Vega, F. 2010. Endophytic fungal entomopathogens with activity against plant pathogens: *ecology and evolution* (pp. 55, 113–128.). Biocontrol.
- Pair, S. D., Raulston, J. R., Sparks, A. N., Westbrook, J. K., and Douce, G. K. (1986). Fall Armyworm Distribution and Population Dynamics in the Southeastern States. *Florida Entomologist*, 69(3), 468–487.
- Petrini, O., Sieber, T. N., Toti, L., and Viret, O. 1993. Ecology, metabolite production, and substrate utilization in endophytic fungi. *Natural Toxins*, 1(3), 185–196.
- Posada F, V. F. 2020. Establishment of the fungal entomopathogen *Beauveria bassiana* (Ascomycota: *Hypocreales*) as an endophyte in cocoa seedlings (*Theobroma cacao*). *Mycologia*. 97(6), 1195.
- Prabawati, G., Herlinda, S., and Pujiastuti, Y. 2019. The abundance of canopy

- arthropods in South Sumatra (Indonesia) freshwater swamp main and ratooned rice applied with bioinsecticides and synthetic insecticide. *20*(10), 2921–2930.
- Safitri, A. Y. U., Herlinda, S., and Setiawan, A. 2018. Entomopathogenic fungi of soils of freshwater swamps, tidal lowlands, peatlands, and highlands of South Sumatra. *19*(6), 2365–2373.
- Sharma, L., Oliveira, I., Torres, L., and Marques, G. 2018. Entomopathogenic fungi in Portuguese vineyards soils: Suggesting a ‘Galleria-Tenebrio-bait method’ as bait-insects galleria and tenebrio significantly underestimate the respective recoveries of metarhizium (robertsii) and beauveria (bassiana). *MycKeys*, *38*, 1–23.
- Singleton, P., and Sainsbury, D. 1981. Introduction to bacteria: *For students in the biological sciences*.
- Subiono, T. 2020. Preferences of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in several feed sources (Preferences of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in several feed sources). *Jurnal Groekoteknologi Tropika Lembab*, *2*(2), 130–134.
- Suryadi, Y., Priyatno, T. P., Samudra, I. M., Susilowati, D. N., Lawati, N., and Kustaman, E. 2016. Partial Purification and Characterization of Chitinase from Entomopathogens, *Beauveria bassiana*, Isolate BB200109. *Jurnal AgroBiogen*, *9*(2), 77.
- Thi Minh Le, T., Thi Hong Hoang, A., Thi Bich Le, T., Thi Bich Vo, T., Van Quyen, D., and Hoang Chu, H. 2019. Isolation of endophytic fungi and screening of Huperzine A–producing fungus from *Huperzia serrata* in Vietnam. *Scientific Reports*, *9*(1), 1–13.
- Tille, P. M. 2017. Bailey and Scott’s Diagnostic Microbiology In Basic Medical Microbiology (*fourteenth, p. 45*). *St. Louis Missouri: Elsevier*. (Issue Bio 4172).
- Trisyono, Y. A., Suputa, Aryuwandari, V. E. F., Hartaman, M., and Jumari. 2019. Occurrence of Heavy Infestation by the Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda* , a New Alien Invasive Pest , in Corn in Lampung Indonesia. *Perlindungan Tanaman Indonesia*, *23*(1), 156–160.

- U Norjmaa, D Nasamdulam, B Enkhjargal, Banzragch D. 2019. Morphological and molecular identification of *Beauveria bassiana* from agricultural soils. *Mongolian Journal of Agricultural Sciences*, 27(02), 20–24.
- Valero-Jiménez, C. A., Debets, A. J. M., Van Kan, J. A. L., Schoustra, S. E., Takken, W., Zwaan, B. J., and Koenraadt, C. J. M. (2014). Natural variation in virulence of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* against malaria mosquitoes. *Malaria Journal*, 13(1), 1–8.
- Vega, F. E., Posada, F., Aime, M. C., and Pava-ripoll, M. 2008. *Digital Commons University of Nebraska - Lincoln Entomopathogenic fungal endophytes*.
- Vega, F. E., Posada, F., Catherine Aime, M., Pava-Ripoll, M., Infante, F., and Rehner, S. A. 2008. Entomopathogenic fungal endophytes. *Biological Control*, 46(1), 72–82.
- Young, John R. 2016. Fall armyworm control with insecticides (pp. 123–167). *Biological Control*.