

**SKRIPSI**

**ASESMEN KOLONISASI JAMUR ENTOMOPATOGEN ASAL  
SERANGGA PADA BIBIT JAGUNG DAN  
PATOGENESITASNYA TERHADAP LARVA *Spodoptera  
frugiperda***

**COLONIZATION ASSESSMENT OF ENTOMOPATHOGENIC  
FUNGI FROM INSECT INTO MAIZE SEEDLING AND ITS  
PATHOGENICITY AGAINST *Spodoptera frugiperda* LARVAE**



**Fitra Nanda Kurnia  
05081381823054**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN  
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2021**

## SUMMARY

**FITRA NANDA KURNIA**, Colonization Assessment of Entomopathogenic Fungi from Insect into Maize seedling and Its Pathogenicity against *Spodoptera frugiperda* Larvae (Supervised by SITI HERLINDA).

Maize is one of the important food crops because it is a source of food that affects the economy. The increasing demand is not matched by an increase in maize production caused by the presence of plant-disturbing organisms (OPT), one of which is *Spodoptera frugiperda*. *S. frugiperda* is a dynamic pest and is a polyphagous native to tropical and subtropical America. In South Sumatra, the severity of *S. frugiperda* reaches 100%. Endophytic fungi are fungi that live in plant tissues such as roots, stems, leaves, and growing points. The advantages of endophytic fungi for plants can help plants in the process of absorption and utilization of soil nutrients to increase plant growth. This study aims to determine the effect of suspension of entomopathogenic fungi derived from endophytic insects and the relationship between endophytic and hydroponic entomopathogenic fungi against *Spodoptera frugiperda*.

This research was conducted in two experiments designed according to a Randomized Block Design (RAK) with 10 isolates coded JGPB260521A, JGPB260521B, WTTJC260521A, WTTJC260521B, WTTJC290521A, WTTJC290521B, JGMS160621, JGST170621, WTTJC290621, and controls with three replicates. The methods used in this study included a test of fungal colonization on corn leaves and a test of the potential for entomopathogenic fungi that were proven to be endophytic against *S. frugiperda* larvae. The variables observed in this study included conidia density, conidia viability, leaf area has eaten, larval body weight, larval droppings weight, larval mortality, LT50, LT95, percentage of pupae appearing, normal and abnormal pupae, weight and length of pupae, number of imago appearing, normal and abnormal imago, body length and a wing span of imago, length of life of imago, number of eggs laid, number of hatching larvae, number of unhatched larvae, the effect of entomopathogenic fungi on maize seedling growth, dry weight, wet weight, plant height, leaf length, leaf width, number of leaves, root length, temperature, concentration, reduced volume, and oxygen consumption.

The results of the confirmation test and colonization of entomopathogenic fungi were found to be 5 endophytic isolates, namely WTTJC260521A, WTTJC260521B, WTTJC290521A, WTTJC290521B, and JGMS160621. The results showed that the highest percentage of mortality occurred in the treatment of isolate WTTJC290521A with *Beauveria bassiana* species at 37.33% with the fungus killing 50% of the tested insects 14.50 days and killing 95% of the tested insects 31.01 days. The lowest number of eggs produced by female imago occurred in the WTTJC290521A treatment as many as 78.00 eggs. The lowest hatching eggs occurred in the WTTJC260521A treatment, which was 54.33 eggs/female. The lowest number of unhatched eggs in the WTTJC260521A treatment was 40.00 eggs. In the test of agronomic variables, the effect of endophytic entomopathogenic fungi on maize growth was proven. This can be

seen from the observation on the 14th day which was carried out by looking at the variables of leaf length and plant height which showed a significant difference. The highest average leaf length in WTTJC260521B treatment was 16.46 cm, while the highest average plant height in the same treatment was 23.97 cm.

The conclusion from this study there were 5 endophytic isolates, namely WTTJC260521A, WTTJC260521B, WTTJC290521A, WTTJC290521B, and JGMS160621 with the highest percentage of endophytic fungal colonization on maize seedlings in the treatment of isolates WTTJC290521A and WTTJC290521B was 33.3%. the highest mortality in the treatment of isolate WTTJC290521A with *Beauveria bassiana* species was 37.33%. In the test of growth was proven. This can be seen from the observation on the 14th day which was carried out by looking at the variables of leaf length and plant height which showed a significant difference. agronomic variables, the effect of endophytic entomopathogenic fungi on maize

Keywords: *Spodoptera frugiperda*, entomopathogenic fungi, endophytic fungi

## RINGKASAN

**FITRA NANDA KURNIA**, Asesmen Kolonisasi Jamur Entomopatogen Asal Serangga pada Bibit Jagung dan Patogenisitasnya terhadap Larva *Spodoptera frugiperda* (Dibimbing oleh **SITI HERLINDA**).

Jagung merupakan salah satu tanaman pangan penting karena termasuk sumber pangan yang mempengaruhi perekonomian. Kebutuhan yang terus meningkat tidak diimbangi dengan adanya peningkatan produksi jagung yang disebabkan oleh adanya organisme pengganggu tanaman (OPT) salah satunya *Spodoptera frugiperda*. *S. frugiperda* merupakan hama yang dinamis dan termasuk polifag asli di daerah tropis dan subtropis Amerika. Di Sumatera Selatan keparahan yang diakibatkan *S. frugiperda* mencapai 100%. Jamur endofit adalah jamur yang berada di dalam jaringan tanaman seperti akar, batang, daun dan titik tumbuh. Keuntungan jamur endofit bagi tanaman dapat membantu tanaman dalam proses penyerapan dan pemanfaatan nutrisi tanah sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian suspensi jamur entomopatogen yang berasal dari serangga bersifat endofit dan hubungan antara jamur entomopatogen yang terbukti endofit dengan hidroponik terhadap *Spodoptera frugiperda*.

Penelitian ini dilakukan dengan dua percobaan yang dirancang menurut Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 10 isolat berkode JGPB260521A, JGPB260521B, WTTJC260521A, WTTJC260521B, WTTJC290521A, WTTJC290521B, JGMS160621, JGST170621, WTTJC290621 dan kontrol dengan ulangan tiga kali. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi uji kolonisasi jamur di daun jagung dan uji potensi jamur entomopatogen yang terbukti endofit terhadap larva *S. frugiperda*. Peubah yang diamati dalam penelitian ini meliputi kerapatan konidia, viabilitas konidia, luas daun yang dimakan, berat badan larva, berat kotoran larva, mortalitas larva, LT<sub>50</sub>, LT<sub>95</sub>, persentase pupa muncul, pupa normal dan abnormal, berat dan panjang pupa, jumlah imago muncul, imago normal dan abnormal, panjang badan dan rentang sayap imago, lama hidup imago, jumlah telur yang diletakkan, jumlah larva menetas, jumlah larva tidak menetas, pengaruh jamur entomopatogen terhadap pertumbuhan bibit jagung, berat kering, berat basah, tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun, jumlah daun, panjang akar, suhu, konsentrasi, volume berkurang, dan konsumsi oksigen.

Hasil penelitian pada uji konfirmasi dan kolonisasi jamur entomopatogen didapat 5 isolat yang bersifat endofit yaitu WTTJC260521A, WTTJC260521B, WTTJC290521A, WTTJC290521B dan JGMS160621 dengan persentase kolonisasi jamur endofit pada bibit jagung tertinggi pada perlakuan isolat WTTJC290521A dan WTTJC290521B yaitu 33.3%. Hasil menunjukkan bahwa persentase mortalitas tertinggi terjadi pada perlakuan isolat WTTJC290521A dengan spesies *Beauveria bassiana* sebesar 37.33% dengan waktu jamur membunuh 50% serangga uji 14.50 hari dan membunuh 95% serangga uji 31.01 hari. Jumlah telur yang dihasilkan imago betina terendah terjadi pada perlakuan WTTJC290521A sebanyak 78.00 butir. Telur yang menetas terendah terjadi pada perlakuan WTTJC260521A yaitu 54.33 butir/betina. Jumlah telur yang tidak menetas terendah pada perlakuan WTTJC260521A yaitu 40.00 butir. Pada uji

peubah agronomi terdapat adanya pengaruh jamur entomopatogen endofit terhadap pertumbuhan jagung terbukti. Hal ini dapat dilihat dari pengamatan hari ke-14 yang dilakukan dengan melihat peubah panjang daun dan tinggi tanaman yang menunjukkan berbeda nyata. Rata-rata panjang daun tertinggi pada perlakuan WTTJC260521B yaitu 16.46 cm sedangkan rata-rata tinggi tanaman tertinggi pada perlakuan yang sama yaitu 23.97 cm.

Kesimpulan dari penelitian ini terdapat 5 isolat yang bersifat endofit yaitu WTTJC260521A, WTTJC260521B, WTTJC290521A, WTTJC290521B dan JGMS160621 dengan persentase kolonisasi jamur endofit pada bibit jagung tertinggi pada perlakuan isolat WTTJC290521A dan WTTJC290521B yaitu 33.3%, mortalitas tertinggi pada perlakuan isolat WTTJC290521A dengan spesies *Beauveria bassiana* sebesar 37.33%. Pada uji peubah agronomi terdapat adanya pengaruh jamur entomopatogen endofit terhadap pertumbuhan jagung terbukti. Hal ini dapat dilihat dari pengamatan hari ke-14 yang dilakukan dengan melihat peubah panjang daun dan tinggi tanaman yang menunjukkan berbeda nyata.

**Kata kunci:** *Spodoptera frugiperda*, Jamur entomopatogen, Jamur endofit

**SKRIPSI**

**ASESMEN KOLONISASI JAMUR ENTOMOPATOGEN ASAL  
SERANGGA PADA BIBIT JAGUNG DAN  
PATOGENESITASNYA TERHADAP LARVA *Spodoptera  
frugiperda***

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



**Fitra Nanda Kurnia  
05081381823054**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN  
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

ASESMEN KOLONISASI JAMUR ENTOMOPATOGEN ASAL  
SERANGGA PADA BIBIT JAGUNG DAN  
PATOGENESITASNYA TERHADAP LARVA *Spodoptera*  
*frugiperda*  
SKRIPSI

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

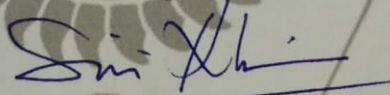
Oleh :

**FITRA NANDA KURNIA**

05081381823054

Indralaya, Desember 2021

Pembimbing:



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

ILMU ALAT PENGABDIAN

Mengetahui,  
Dekan Fakultas  
Pertanian Universitas Sriwijaya



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

Skripsi dengan judul "Asesmen Kolonisasi Jamur Entomopatogen Asal Serangga pada Bibit Jagung dan Patogenitasnya terhadap Larva *Spodoptera frugiperda*" oleh Fitra Nanda Kurnia telah dipertahankan dihadapan komisi penguji skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 14 Desember 2021 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

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

Ketua (.....)

2. Dr. Ir. Suwandi, M. Agr  
NIP. 198510172005105101


Sekretaris (.....)

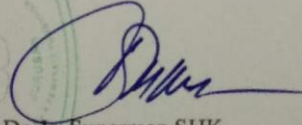
3. Dr. Ir. Suparman SHK  
NIP 196001021985031019

Anggota (.....)

Ketua Jurusan  
Hama dan Penyakit Tumbuhan

Indralaya, Desember 2021  
Koordinator Program Studi  
Proteksi Tanaman

  
Dr. Ir. Suparman SHK  
NIP. 196001021985031019

  
Dr. Ir. Suparman SHK  
NIP. 196001021985031019



## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fitra Nanda Kurnia

NIM : 05081381823054

Judul : Asesmen Kolonisasi Jamur Entomopatogen Asal Serangga pada Bibit Jagung dan Patogenesitasnya terhadap Larva *Spodoptera frugiperda*

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat dalam skripsi lapangan ini merupakan hasil penelitian saya sendiri dibawah supervise pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam laporan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.



Indralava, Desember 2021



Fitra Nanda Kurnia

## **RIWAYAT HIDUP**

Fitra Nanda Kurnia lahir di Bina Karsa, 05 Januari 2000 yang merupakan anak ke-2 dari 2 bersaudara dari bapak Marzuki dan ibu Komariah. Memulai pendidikan di TK PGRI Surya Adi (2005), Sekolah Dasar Negeri 2 Surya Adi (2006-2012), Sekolah Menengah Pertama Cinta Ilahi Islamic Boarding School Bogor (2012-2015), Madrasah Aliyah Negeri Insan Cendekia Ogan Komering Ilir (MAN IC OKI) (2015-2018) kemudian melanjutkan pendidikan Perguruan Tinggi di Universitas Sriwijaya, Fakultas Pertanian, Jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan, Program Studi Proteksi Tanaman dengan melalui jalur Ujian Saringan Mandiri (USM).

Adapun pengalaman organisasi yang pernah penulis ikuti yaitu menjadi Anggota Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPRO) pada tahun 2018-2019, anggota LDF BWPI pada tahun 2018, anggota HRD BO KURMA pada tahun 2018, Kestari Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPRO) pada tahun 2020-2021. Tahun 2019 penulis diamanahkan menjadi panitia dalam kegiatan Agriculture Scientific Writing Competition (ACUSTIC). Penulis juga aktif dalam bidang akademik seperti pernah menjadi asisten praktikum Mikologi pada periode 2019/2020, praktikum Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman pada periode 2019-2021, praktikum Ekologi Serangga pada periode 2019/2020. Selain itu, penulis pernah mengikuti cabang perlombaan seperti Juara Favorit Lomba Jambore Perlindungan Tanaman Indonesia 2019, dan Finalis Lomba Karya Tulis Ilmiah (LKTI) Pekan Ilmiah Pendidikan Ekonomi 2020 Universitas Lambung Mangkurat

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan nikmat Iman dan Islam sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan judul Asesmen Kolonisasi Jamur Entomopatogen Asal Serangga pada Bibit Jagung dan Patogenesitasnya terhadap Larva *Spodoptera frugiperda*.

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT, kemudian tak lupa penulis mengucapkan terimakasih kepada ibu Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M. Si. selaku pembimbing penulis atas segala ilmu yang diberikan, arahan, saran, kesabaran dan juga perhatiannya mulai dari awal perencanaan hingga penelitian ini dapat diselesaikan sampai akhir. Penelitian ini didanai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. Tahun Anggaran 2021 sesuai dengan kontrak skema Penelitian Dasar Nomor 150/E4.1/AK.04.PT/2021 yang diketuai oleh Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M. Si. Oleh karena itu, tidak diperkenankan menyebarkan dan mempublikasikan data pada skripsi ini tanpa izin tertulis dari Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M. Si.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Terima kasih kepada kedua orang tua yang telah memberikan dukungan dan doa selama penulis menyusun laporan skripsi.
2. Bapak Dr. Ir. Suparman SHK selaku Ketua Jurusan Proteksi Tanaman, bapak Arsi, mbak Dewi, pak Ardi selaku admin jurusan Proteksi Tanaman.
3. Teman-temanku Taruna dan Taruni Laboratorium Entomologi (Yossi, Dya, Ipa, Hopi, Chacha, Acha, Della, Bella, Nadya, Vivin, Titi, Ajeng, Lisa, Kak Winda dan Kak Detya), bang Yan, Salehan, Qonita, mbak lia, Nurul, Erel, Acong, Adit, Mustain, Icha, Sonia, Sisil dan kawan-kawan yang lain serta adek tingkat angkatan 2019 dan 2020 yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini, besar harapan penulis mendapat kritik dan saran yang membangun demi kebaikan

kedepannya. Mudah-mudahan kedepannya skripsi ini dapat memberikan manfaat untuk masyarakat khususnya mahasiswa proteksi tanaman.

Indralaya, Desember 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	2
1.4. Hipotesis Penelitian .....	2
1.5. Manfaat Penelitian .....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1. <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	4
2.1.1. Taksonomi <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	4
2.1.2. Morfologi dan Biologi <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	4
2.1.3. Perilaku dan Gejala Serangan <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	5
2.2. Tanaman Inang <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	6
2.2.1. Taksonomi Tanaman Jagung .....	7
2.2.2. Morfologi Tanaman Jagung .....	7
2.2.3. Proses Pertumbuhan Jagung .....	8
2.3. Jamur Entomopatogen Endofit .....	8
2.4. <i>Beauveria bassiana</i> .....	9
2.4.1. Taksonomi <i>Beauveria bassiana</i> .....	10
2.4.2. Morfologi <i>Beauveria bassiana</i> .....	10
2.5. <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	10
2.5.1. Taksonomi <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	11

2.5.2. Morfologi dan Biologi <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	11
2.6. <i>Fusarium solani</i> .....	12
2.6.1. Taksonomi <i>Fusarium solani</i> .....	12
2.6.2. Morfologi dan Biologi <i>Fusarium solani</i> .....	13
2.7. <i>Purpureocillium lilacium</i> .....	13
2.7.1. Taksonomi <i>Purpureocillium lilacium</i> .....	13
2.7.2. Morfologi dan Biologi <i>Purpureocillium lilacium</i> .....	14
2.8. <i>Aspergillus oryzae</i> .....	14
2.8.1. Taksonomi <i>Aspergillus oryzae</i> .....	15
2.8.2. Morfologi dan Biologi <i>Aspergillus oryzae</i> .....	15
2.9. Siklus Hidup dan Mekanisme Jamur Entomopatogen yang Menginfeksi Serangga.....	15
<b>BAB 3 PELAKSANAAN PENELITIAN</b> .....	17
3.1. Tempat dan Waktu.....	17
3.2. Alat dan Bahan.....	17
3.3. Metode Penelitian .....	17
3.4. Cara Kerja .....	18
3.4.1. Pemeliharaan Serangga Uji <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	18
3.4.2. Sterilisasi Alat dan Bahan.....	18
3.4.3. Pembedakan Jamur Entomopatogen .....	19
3.4.4. Perhitungan Kerapatan Konidia dan Viabilitas Konidia.....	21
3.4.5. Sterilisasi Permukaan pada Benih Jagung .....	23
3.4.6. Persiapan Bibit Jagung pada Media Hidroponik .....	23
3.4.7. Konfirmasi dan Identifikasi Jamur yang Mengkolonisasi Daun.....	24
3.4.8. Pengujian Jamur Entomopatogen sebagai Pemacu Pertumbuhan Bibit Jagung .....	24
3.4.9. Uji Patogenesitas Jamur Entomopatogen terhadap Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	26
3.4.10. Konfirmasi dan Identifikasi Jamur yang Menginfeksi Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	28
3.5. Analisis Data.....	28

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1. Hasil .....	29
4.1.1. Kolonisasi Jamur Endofit Bibit Jagung .....	29
4.1.2. Kerapatan Konidia dan Viabilitas .....	32
4.1.3. Berat Badan Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	34
4.1.4. Luas daun yang dimakan (LDD).....	36
4.1.5. Berat Kotoran Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	38
4.1.6. Mortalitas Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	40
4.1.7. Berat Pupa dan Panjang Pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	43
4.1.8. Rentang Sayap Imago dan Panjang Badan <i>Spodoptera frugiperda</i> ...	44
4.1.9. Persentase Muncul Pupa Normal dan Pupa Abnormal .....	45
4.1.10. Persentase Imago Muncul Normal dan Tidak Normal .....	46
4.1.11. Lama Hidup Imago, Jumlah Telur yang Diletakkan, dan Jumlah Telur yang Menetas .....	48
4.1.12. Pengaruh Jamur terhadap Pertumbuhan Bibit Jagung.....	49
4.2. Pembahasan.....	56
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	60
5.1. Kesimpulan .....	60
5.2. Saran .....	60
DAFTAR PUSTAKA .....	61
LAMPIRAN.....	71

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Metamorfosis dari <i>Spodoptera frugiperda</i> :.....	4
Gambar 2.2. Fenomena imago <i>Spodoptera frugiperda</i> :.....	5
Gambar 2.3. Gejala serangan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> :.....	6
Gambar 2.4. Morfologi tanaman jagung dengan bagian yang berbeda. ....	8
Gambar 2.5. Perkecambahan benih jagung.....	8
Gambar 2.6. Morfologi <i>Beauveria bassiana</i> ;.....	10
Gambar 2.7. Morfologi <i>Metarhizium anisopliae</i> ; .....	12
Gambar 2.8. Morfologi <i>Fusarium solani</i> ;.....	13
Gambar 2.9 Morfologi <i>Purpureocillium lilacium</i> :.....	14
Gambar 2.10 Morfologi <i>Aspergillus oryzae</i> : .....	15
Gambar 2.11 Siklus hidup jamur entomopatogen.....	16
Gambar 3.1. Isolat jamur entomopatogen .....	20
Gambar 3.2. Haemocytometer untuk menghitung kerapatan spora.....	22
Gambar 3.3. Bibit jagung pada setiap sampel perlakuan di netpot.....	26
Gambar 3.4. Sungkup kawin tempat bertelur imago betina <i>Spodoptera frugiperda</i> : .....	27
Gambar 4.1. Uji konfirmasi dan kolonisasi jamur endofit pada bibit jagung:	31
Gambar 4.2. Struktur morfologi jamur entomopatogen:.....	32
Gambar 4.3. Viabilitas konidia jamur entomopatogen 1 x 24 jam: .....	33
Gambar 4.4. Viabilitas konidia jamur entomopatogen 2 x 24 jam: .....	34
Gambar 4.5. Daun jagung sebelum diberikan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> : .....	38
Gambar 4.6. Daun jagung setelah diberikan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> : .....	38
Gambar 4.7. Mortalitas larva <i>Spodoptera frugiperda</i> (%) setelah diberi perlakuan jamur entomopatogen ( $1 \times 10^8$ konidia/mL) selama 12 hari pengamatan .....	41
Gambar 4.8. Gejala larva <i>Spodoptera frugiperda</i> pada sebelas perlakuan:.....	43
Gambar 4.9. Pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> : .....	46



Gambar 4.10. Imago <i>Spodoptera frugiperda</i> : .....	48
Gambar 4.11. Bibit jagung yang diberi perlakuan jamur entomopatogen ( $1 \times 10^8$ konidia/ml berumur 14 HST): .....	50
Gambar 4.12. Bibit jagung yang telah berumur 7 HST yang diberi perlakuan perendaman benih isolat jamur entomopatogen ( $1 \times 10^8$ konidia/mL): .....	55

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Asal jamur entomopatogen yang diperoleh dari lahan jagung dan wortel di Sumatera Selatan.....	20
Tabel 4.1. Kolonisasi jamur endofit pada bibit jagung pada hari ke-1 sampai ke-7 (%).....	29
Tabel 4.2. Kolonisasi jamur endofit pada bibit jagung pada hari ke-8 sampai ke-14 (%).....	30
Tabel 4.3. Kerapatan konidia ( $1 \times 10^8$ ) konidia dan viabilitas konidia (%)	32
Tabel 4.4. Rata-rata berat badan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> (mg/ekor) yang diberikan perlakuan jamur entomopatogen ( $1 \times 10^8$ konidia/mL) pada hari ke-0 sampai ke-6 .....	35
Tabel 4.5. Rata-rata berat badan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> (mg/ekor) yang diberikan perlakuan jamur entomopatogen ( $1 \times 10^8$ konidia/mL) pada hari ke-7 sampai ke-12 .....	35
Tabel 4.6. Rata-rata luas daun ( $\text{cm}^2/\text{ekor}/\text{hari}$ ) yang dimakan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> yang diberikan perlakuan jamur entomopatogen ( $1 \times 10^8$ konidia/mL) pada hari ke-1 sampai ke-6 .....	36
Tabel 4.7. Rata-rata luas daun ( $\text{cm}^2/\text{ekor}/\text{hari}$ ) yang dimakan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> yang diberikan perlakuan jamur entomopatogen ( $1 \times 10^8$ konidia/mL) pada hari ke-7 sampai ke-12 .....	37
Tabel 4.8. Rata-rata berat kotoran larva <i>Spodoptera frugiperda</i> (mg/ekor/hari) yang diberikan perlakuan jamur entomopatogen ( $1 \times 10^8$ konidia/mL) pada hari ke-1 sampai ke-6 .....	38

Tabel 4.9. Rata-rata berat kotoran larva <i>Spodoptera frugiperda</i> (mg/ekor/hari) yang diberikan perlakuan jamur entomopatogen ( $1 \times 10^8$ konidia/mL) pada hari ke-1 sampai ke-14 .....	39
Tabel 4.10. Rata-rata mortalitas larva <i>Spodoptera frugiperda</i> (%), $LT_{50}$ dan $LT_{95}$ setelah diberi perlakuan jamur entomopatogen ( $1 \times 10^8$ konidia/mL) .....	40
Tabel 4.11. Gejala infeksi larva <i>Spodoptera frugiperda</i> setelah diberi perlakuan jamur entomopatogen ( $1 \times 10^8$ konidia/mL) selama 12 hari .....	41
Tabel 4.12. Berat pupa dan panjang pupa betina <i>Spodoptera frugiperda</i> yang diberi perlakuan jamur entomopatogen ( $1 \times 10^8$ konidia/mL) .....	44
Tabel 4.13. Rentang sayap imago dan panjang badan imago <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	44
Tabel 4.14. Persentase pupa normal, pupa abnormal, pupa mati dan total pupa setelah diberi perlakuan jamur entomopatogen ( $1 \times 10^8$ konidia/mL) .....	45
Tabel 4.15. Persentase imago normal, imago abnormal, imago mati dan total imago setelah diberi perlakuan jamur entomopatogen ( $1 \times 10^8$ konidia/mL) .....	47
Tabel 4.16. Lama hidup imago, jumlah telur yang diletakkan imago betina, telur menetas, telur tidak menetas, dan persentase telur yang menetas .....	48
Tabel 4.17. Daya kecambah, berat basah, berat kering tajuk, berat kering akar bibit jagung yang diberikan perlakuan jamur entomopatogen ( $1 \times 10^8$ konidia/mL). .....	49
Tabel 4.18. Karakteristik morfologi bibit jagung setelah 7 HST pada media hidroponik yang telah diberikan perlakuan ( $1 \times 10^8$ konidia/mL) .....	51

Tabel 4.19. Karakteristik morfologi bibit jagung setelah 14 HST pada media hidroponik yang telah diberikan perlakuan ( $1 \times 10^8$ konidia/mL) .....	52
Tabel 4.20. Karakteristik kondisi lingkungan bibit jagung setelah 7 hari pada media hidroponik yang telah diberikan perlakuan ( $1 \times 10^8$ konidia/mL).....	53
Tabel 4.21. Karakteristik kondisi lingkungan bibit jagung setelah 14 hari pada media hidroponik yang telah diberikan perlakuan ( $1 \times 10^8$ konidia/mL).....	54

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Kolonisasi jamur entomopatogen pada bibit jagung 7 HST (%)...	71
Lampiran 2. Kolonisasi jamur entomopatogen pada bibit jagung 14 HST (%).	72
Lampiran 3. Kerapatan konidia isolat yang diaplikasikan ( $1 \times 10^8$ konidia/mL) .....	73
Lampiran 4. Viabilitas konidia isolat 1 x 24 jam dan 2 x 24 jam (%) .....	73
Lampiran 5. Berat badan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> (mg/ekor) .....	74
Lampiran 6. Luas daun yang dimakan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> (cm <sup>2</sup> /ekor/hari) .....	76
Lampiran 7. Berat kotoran larva <i>Spodoptera frugiperda</i> (mg/ekor/hari) .....	78
Lampiran 8. Mortalitas larva <i>Spodoptera frugiperda</i> (ekor/hari) .....	80
Lampiran 9. LT <sub>50</sub> (hari).....	82
Lampiran 10. LT <sub>95</sub> (hari).....	82
Lampiran 11. Berat pupa (mg/ekor).....	83
Lampiran 12. Panjang pupa (cm/ekor).....	83
Lampiran 13. Rentang sayap imago jantan dan betina (cm/ekor).....	83
Lampiran 14. Panjang tubuh imago jantan dan betina (cm/ekor).....	84
Lampiran 15. Persentase pupa muncul (%) .....	84
Lampiran 16. Persentase pupa normal (%) .....	84
Lampiran 17. Persentase pupa tidak normal (%) .....	85
Lampiran 18. Imago muncul (ekor) .....	85
Lampiran 19. Jumlah imago normal (ekor) .....	86
Lampiran 20. Imago tidak normal (ekor).....	86
Lampiran 21. Umur imago (hari/ekor).....	86
Lampiran 22. Jumlah telur yang diletakkan imago betina (butir/betina) .....	87

Lampiran 23. Larva yang keluar (ekor/betina) .....	87
Lampiran 24. Larva tidak muncul (ekor/betina) .....	88
Lampiran 25. Daya kecambah benih jagung (%).....	88
Lampiran 26. Berat kering tajuk benih jagung (g).....	88
Lampiran 27. Berat kering akar benih jagung (g).....	89
Lampiran 28. Berat basah benih jagung (g).....	89
Lampiran 29. Tinggi bibit jagung 7 HST (cm).....	90
Lampiran 30. Tinggi bibit jagung 14 HST (cm).....	90
Lampiran 31. Panjang daun bibit jagung 7 HST (cm) .....	90
Lampiran 32. Panjang daun bibit jagung 14 HST (cm) .....	91
Lampiran 33. Lebar daun bibit jagung 7 HST (cm).....	91
Lampiran 34. Lebar daun bibit jagung 14 HST (cm).....	92
Lampiran 35. Jumlah daun bibit jagung 7 HST (helai).....	92
Lampiran 36. Jumlah daun bibit jagung 14 HST (helai).....	92
Lampiran 37. Panjang akar bibit jagung 14 HST (cm).....	93

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Jagung merupakan tanaman pangan kedua setelah padi yang memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi (Massie, 2017). Kebutuhan yang terus meningkat tidak diimbangi dengan adanya peningkatan produksi jagung yang disebabkan oleh adanya organisme pengganggu tanaman (OPT) salah satunya *Spodoptera frugiperda*. *S. frugiperda* merupakan hama yang dinamis dan termasuk polifag asli di daerah tropis dan subtropis Amerika. Di Ethiopia, *S. frugiperda* menyebabkan rendahnya produktivitas jagung sejak Februari 2017 yang mencakup sekitar 642,2 ribu hektar (Assefa & Ayalew., 2019). Di pulau Jawa, *S. frugiperda* pertama kali dilaporkan menyerang jagung di Banten dan Bogor pada Juni 2019 (Russianzi *et al.*, 2021) dengan kerugian yang diakibatkan mencapai 18% dari produksi tahunan (Piovesan *et al.*, 2017). Di Sumatera Selatan keparahan yang diakibatkan *S. frugiperda* mencapai 100% (Herlinda *et al.*, 2021b).

Pengendalian hayati adalah pengendalian yang memanfaatkan agensia hayati mikroorganisme salah satunya menggunakan jamur entomopatogen. Jamur entomopatogen merupakan mikroorganisme yang berada bebas di alam yang dapat mengurangi populasi hama (Joshi *et al.*, 2019). Beberapa jenis jamur entomopatogen yang ditemukan di alam yang terbukti memiliki efek merugikan bagi serangga seperti *Acremonium*, *Beauveria*, *Cladosporium*, *Clonostachys*, dan *Paecilomyces* (Vega *et al.*, 2018), *M. pingshaense* memiliki potensi sebagai pengendali dengan tingkat infeksi sebesar 50% (Pena-Pena *et al.*, 2015). Di Argentina, juga ditemukan *Beauveria* sp. dan *Metarhizium* sp. yang berasal dari tanah perakaran (rhizosfer) pada tanaman hortikultura (Papura *et al.*, 2019). Berdasarkan laporan bahwasannya di Kenya terdapat jamur *B. bassiana* yang berasal dari tanah dapat menyebabkan kematian sebesar 98,3% larva *S. frugiperda* instar ketiga (Akutse *et al.*, 2019). Di Sumatera Selatan dengan penggunaan *B. bassiana* pada media cair telah terbukti

mampu membunuh 98% larva *S. litura* (Gustianingtyas *et al.*, 2020). Beberapa jamur entomopatogen yang berasal dari Sumatera Selatan yang dapat membunuh *S. litura* seperti *Penicillium citrinum*, *Talaromyces diversus*, *B. bassiana*, dan *M. anisopliae* (Herlinda *et al.*, 2020a). Ditambah pula sebelumnya telah ditemukan *Metarhizium* sp. yang berasal dari Sumatera Selatan yang mampu menekan *S. frugiperda* di wilayah Sumatera Selatan (Herlinda *et al.*, 2020b).

Jamur endofit adalah jamur yang berada di dalam jaringan tanaman seperti akar, batang, daun dan titik tumbuh (Russo *et al.*, 2019). Keuntungan jamur endofit bagi tanaman dapat membantu tanaman dalam proses penyerapan dan pemanfaatan nutrisi tanah sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Xia *et al.*, 2019). Mekanisme jamur endofit bisa sebagai racun kontak dan racun racun lambung (Afandhi *et al.*, 2019). Penggunaan jamur entomopatogen endofit lebih efektif karena jamur tidak menyebabkan patogen pada tanaman dan dapat berasosiasi sehingga memiliki hubungan mutualisme (Jaber and Enkerli, 2016). Jamur endofit *B. bassiana* dapat menyebabkan kematian hingga 22,67% (Herlinda *et al.*, 2021a) serta mampu menekan imago *S. frugiperda* sebesar 44% (Gustianingtyas *et al.*, 2021). Saat ini informasi mengenai jamur endofit masih sedikit. Oleh karena itu diperlukan dan adanya kemampuan jamur entomopatogen yang berada di dalam jaringan tanaman dan dapat meminimalisir kerusakan yang disebabkan oleh *S. frugiperda*.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. apakah jamur entomopatogen dapat bersifat endofit?
2. apakah jamur entomopatogen patogenik terhadap larva *S. frugiperda*?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. untuk menentukan jamur entomopatogen yang bersifat endofit.
2. untuk menguji patogenesis jamur entomopatogen terhadap larva *S. frugiperda*.



#### **1.4. Hipotesis Penelitian**

Adapun hipotesis yang diajukan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. diduga isolat jamur entomopatogen WTTJC260521A bersifat endofit.
2. diduga isolat WTTJC260521A paling patogenik terhadap patogenesis larva *S. frugiperda*.

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

Penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi dan pengetahuan mengenai pengendalian hayati berupa jamur entomopatogen endofit dalam mengendalikan *S. frugiperda* pada tanaman jagung.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afandhi, A., Widjayanti, T., Emi, A.A.L., Tarno, H., Afiyanti, M., Handoko, R.N.S., 2019. Endophytic fungi *Beauveria bassiana* balsamo accelerates growth of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Chemical and Biological Technologies in Agriculture* 6(11): 1–6. <https://doi.org/10.1186/s40538-019-0148-1>.
- Akutse, K.S., Kimemia, J.K., Ekesi, S., Khamis, F.M, Ombura, O.L., Subramanian, S., 2019. Ovicidal effects of entomopathogenic fungal isolates on the invasive fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *J Appl Entomol*: 1–9. <https://doi:10.1111/jen.12634>.
- Altinok, Hacer Handan, Mahmut Alper Altinok, and Abdurrahman Sami Koca. 2019. Modes of action of entomopathogenic fungi. *Current Trends in Natural Sciences* 8(16): 117–24.
- Assefa, Fenta, and Dereje Ayalew. 2019. Status and control measures of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) infestations in maize fields in Ethiopia. *Cogent Food & Agriculture* 5(1): 1–16. <https://doi.org/10.1080/23311932.2019.1641902>.
- Awata, L.A.O., Tongoona, P., Danquah, E., Iflie, B.E., Suresh, L.M., Jumbo, M.B., Marchelo-D'ragga. P.W., Sitonik. C., 2019. Understanding tropical maize (*Zea mays* L.): the major monocot in modernization and sustainability of agriculture in sub-saharan Africa. *International Journal of Advance Agricultural Research* 7: 32–77.
- Ayele, Birhan Aynalem, Diriba Muleta, Juan Venegas, and Fassil Assefa. 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. *Journal of Biological Pest Control* 30(59): 2–11.
- Bagariang, W., Tauruslina, E., Kulsum, U., Murniningtyas, T., Suyanto, H., Surono, Cahyana, N.A., Mahmuda, D., 2020. Efektifitas insektisida berbahan aktif Klorantraniliprol terhadap larva *Spodoptera frugiperda* (JE Smith). *Journal of Plant Protection* 4(1): 29–37.
- Barelli, Larissa, Soumya Moonjely, Scott W Behie, and Michael J Bidochka. 2016. Fungi with multifunctional lifestyles: endophytic insect pathogenic fungi. *Plant Molecular Biology*. <https://doi 10.1007/s11103-015-0413-z>.
- Bischoff, Joseph F., Stephen A. Rehner, and Richard A. Humber. 2017. A multilocus

- phylogeny of the *Metarhizium anisopliae* lineage. *Mycologia*. 101(4): 512–30.
- Boomsma, Jacobus J, Annette B Jensen, Nicolai V Meyling, and Jørgen Eilenberg. 2014. Evolutionary interaction networks of insect pathogenic fungi. *Annu. Rev. Entomol* 59: 1–32.
- Butt, T.M., Greenfield, B.P.J., Greig, C., Maffei, T.G.G., Taylor, J.W.D., Piasecka, J., Dudley, E., Abdulla, A., Dubovskiy, I.M., Jurado, I.G., Moraga, E.Q., Penny, M.W., Eastwood, D.C., 2013. *Metarhizium anisopliae* pathogenesis of mosquito larvae: a verdict of accidental death. *Plos one* 8(12): 1–12.
- Chen, Wan-Hao, Yan-Feng Han, Zong-Qi Liang, and Dao-Chao Jin. 2017. A new araneogenous fungus in the genus *Beauveria* from Guizhou, China. *Phytotaxa* 302(1): 57–64.
- Chen, X., Zhou, J., Ding, Q., Luo, Q., Liu, L., 2019. Morphology engineering of *Aspergillus oryzae* for L-malate production. *Biotechnology and Bioengineering* (1): 1–24. <http://dx.doi.org/10.1002/bit.27089>.
- Constanski, K.C., Neves, P.M.O.J., Nogueira, L.M., Santoro, P.H., Amaro, J.T., Zorzetti, J., 2011. Selection and evaluation of virulence of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. submitted to different temperature. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina* 32(875–882): 875–882 DOI: 10.5433/1679–0359.2011v32n3p875.
- Demirci, Sümeyra Nur Şanal, and Hülya Altuntaş. 2019. Entomopathogenic potential of *Purpureocillium lilacinum* against the model insect *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Environmental and Experimental Biology* (17): 71–74.
- Dias, A.S., Marucci, R.C., Mendes, S.M., Moreira, S.G., Araujo, O.G., Santos, C.A.D., Barbosa, T.A., 2016. Bioecology of *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1757) in different cover crops. *Biosci* 32(2): 337–45.
- Farida, B., Sonia, H., Hakima, M.K., Fatma, B., Fatma, H., 2018. Histological changes in the larvae of the domestic mosquito *Culex pipiens* treated with the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. *Scientific Research and Essays* 13(1): 1–10.
- Goergen, G., Kumar, P.L., Sankung, S.B., Togola, A., Tamo, M., 2016. First report of outbreaks of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J E Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), a new alien invasive pest in West and Central Africa. *Fall Armyworm in Tropical Africa* (4): 1–9.
- Goldberg, Aaron. 2014. Classification, evolution, and phylogeny of the families of monocotyledons. *International Association For Plant Taxonomy* 39(3): 466.
- González-Moreno, P, and ST Murphy. 2018. Forecasting the global extent of

- invasion of the cereal pest *Spodoptera frugiperda*, the fall armyworm. *NeoBiota* 40: 25–50.
- Greenfiel, M., Jimenez, M.I.G., Ortiz, V., Vega, F.E., Kramer, M., Parsa, S., 2016. *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* endophytically colonize cassava roots following soil drench inoculation. *Biological Control* 95: 40–48. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2016.01.002>.
- Gustianingtyas, M., Herlinda, S., Suwandi, S., Suparman., Hamidson, H., Hasbi., Setiawan, A., Verawaty, M., Elfita., Arsi., 2020. Toxicity of entomopathogenic fungal culture filtrate of lowland and highland soil of South Sumatra (Indonesia) against *Spodoptera litura* larvae. *Biodiversitas* 21(5): 1–8.
- Gustianingtyas, M., Herlinda, S., Suwandi, S., 2021. The endophytic fungi from South Sumatra (Indonesia) and their pathogenecity against the new invasive fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *BIODIVERSITAS* 22(2): 1051–62.
- Hafizi, R., B. Salleh, and Z. Latiffah. 2013. Morphological and molecular characteristization of *Fusarium solani* and *F. oxysporum* associated with crown disease of oil palm. *Brazilian Journal of Microbiology* 44(3): 959–68.
- Handayani, Novarina Irnaning. 2015. Identifikasi fungi pada unit lumpur aktif pengolah limbah cair di industri tekstil. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon* 1(5): 993–97.
- Hanudin, and Budi Marwoto. 2012. Prospek penggunaan mikroba antagonis sebagai agens pengendali hayati penyakit utama pada tanaman hias dan sayuran. *Balai Penelitian Tanaman Hias* 31(1): 8–13.
- Harrison, R.D., Thierfelder, C., Baudron, F., Chinwada, P., Midega, C., Schaffner, Urs., Berg, J.V.D., 2019a. Agro-ecological options for fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* JE Smith) management: providing low-cost, smallholder friendly solutions to an invasive pest. *Journal of Environmental Management* 243(August 2018): 318–30.
- Harrison, R.D., Thierfelder, C., Baudron, F., Chinwada, P., Midega, C., Schaffner, Urs., Berg, J.V.D., 2019b. Agro-ecological options for fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* JE Smith) management: providing low-cost, smallholder friendly solutions to an invasive pest. *Journal of Environmental Management* 243(May): 318–30.
- He, L.M., Teng-li, W., Yu-chao, C., Shi-shuai, GE., Wyckhuys, K.A.G., Kong-ming, WU., 2021. Larval diet effects development and reproduction of East Asian Strain of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Journal of Integrative Agriculture* 20(3): 736–44. [http://dx.doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62879-0](http://dx.doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62879-0).

- Herdatiarni, F., Himawan, T., Rachmawati, R., 2014. Eksplorasi cendawan entomopatogen *Beauveria* Sp. menggunakan serangga umpan pada komoditas jagung, tomat dan wortel organik di Batu, Malang. *Jurnal HPT* 1(3): 1–11.
- Herlinda, S., Efendi, R.A., Suharjo, R., Hasbi., Setiawan, A., Elfita, Verawaty, M., 2020a. New emerging entomopathogenic fungi isolated from soil in South Sumatra (Indonesia) and their filtrate and conidial insecticidal activity against *Spodoptera litura*. *Biodiversitas* 21(11): 1–33.
- Herlinda, S., Gustianingtyas, M., Suwandi, S., Suharjo, R., Sari, J.M.P., Lestari, R.P., 2021a. Endophytic fungi confirmed as entomopathogens of the new invasive pest, the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidopter: Noctuidae), infesting maize in South Sumatra, Indonesia. *Egyptian Journal of Biological Pest Control* 31: 124. <https://doi.org/10.1186/s41938-021-00470-x>.
- Herlinda, S., Suharjo, R., Sinaga, M.E., Fawwazi, F., Suwandi, S., 2021b. First report of occurrence of corn and rice strains of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* in South Sumatra, Indonesia and its damage in maize. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* (xxxx). <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2021.11.003>.
- Herlinda, S., Octariati, N., Suwandi, S., Hasbi., 2020b. Exploring entomopathogenic fungi from South Sumatra (Indonesia) soil and their pathogenicity against a new invasive maize pest, *Spodoptera frugiperda*. *BIODIVERSITAS* 21(7): 1–11.
- Herlinda, S., Oktareni, S.S., Suparman., Anggraini, E., Elfita., Setiawan, A., Verawaty, M., Hasbi., Lakitan, B., 2020c. Effect of application of UV irradiated *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* on larval weight and mortality of *Spodoptera litura*. *Advances in Biological Sciences Research* 8: 64–70.
- Hofmann, F., Plass, M.K., Kuhn, U., Otto, M., Schlechtriemen, U., Schroder, B., Vogel, R., Wosniok, W., 2016. Accumulation and variability of maize pollen deposition on leaves of European Lepidoptera host plants and relation to release rates and deposition determined by standardised technical sampling. *Environmental Sciences Europe* 28(14): 2–19.
- I Made Subrata. 2014. Aktivitas fungisida ekstrak daun sirih (*Piper bettle* L.) kultivar beleng terhadap jamur *Fusarium solani* var. *coeruleum* penyebab penyakit busuk kering pada umbi kentang (*Solanum tuberosum* L.). *Pendidikan Biologi FPMIPA IKIP PGRI Bali* 27(3): 31–39.
- Jaber, Lara R., and Juerg Enkerli. 2016. Effect of seed treatment duration on growth and colonization of *Vicia faba* by endophytic *Beauveria bassiana* and *Metarhizium brunneum*. *Biological Control* 103: 187–95. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2016.09.008>.

- Joshi, M., Gaur, N., Pandey, R., Rukesh, P.KN. 2019. Pathogenicity of local isolates of entomopathogenic fungi against *Spilarctia oblique* at Pantnagar. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 7(6): 1208–10.
- Kalqutny, S.H., Nonci, N., Muis, A., 2021. The incidence of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (FAW) (Lepidoptera: Pyralidae), a newly invasive corn pest in Indonesia. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* (911): 3.
- Kalvnadi, Elham, Alinaghi Mirmoayedi, Marzieh Alizadeh, and Hamid-reza Pourian. 2018. Sub-lethal concentrations of the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* increase fitness costs of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) offspring. *Journal of Invertebrate Pathology*: 1–30. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2018.08.012>.
- Karenina, T., Herlinda, S., Irsan, C., Pujiastuti, Y., Hasbi., Suparman, Lakitan, B., Hamidson, H., Umayah, A., 2020. Community structure of arboreal and soil-dwelling arthropods in three different rice planting indexes in freshwater swamps of South Sumatra, Indonesia. *BIODIVERSITAS* 21(10): 1–15.
- Karenina, T., Herlinda, S., Irsan, C., Pujiastuti, Y., 2020. Arboreal entomophagous arthropods of rice insect pests inhabiting adaptive vegetables and refugia in freshwater swamps of South Sumatra. *Journal of Agricultural Science* 42(2): 214–28.
- Kumela, T., Simiyu, J., Sisay, B., Likhayo, P., Mendesil, E., Gohole, L., Tefera, T., 2018. Farmers' knowledge, perceptions, and management practices of the new invasive pest, fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Ethiopia and Kenya. *International Journal of Pest Management* 874(1): 1–7. <https://doi.org/10.1080/09670874.2017.1423129>.
- Landa, B.B., Diaz, C.L., Fernandez, D.J., Borrego, M.M., Ladesma, F.J.M., Urquiza, A.O., Moraga, E.Q., 2013. In-planta detection and monitorization of endophytic colonization by a *Beauveria bassiana* strain using a new-developed nested and quantitative PCR-based assay and confocal laser scanning microscopy. *Journal of Invertebrate Pathology* 114(2): 128–38. <https://dx.doi.org/10.1016/j.jip.2013.06.007>.
- Larasati, Juwita E K A, and Hary Widjajanti. 2019. Antibacterial activity of cordyline fruticosa leaf extracts and its endophytic fungi extracts. 20(12): 3804–12.
- Latch, G C M, W F Hunt, and D R Musgrave. 2012. Endophytic fungi affect growth of perennial ryegrass. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 8233: 1–5.
- Li-mei, H., Teng-li, W., Yu-chao, C., Shi-shuai, GE., Wyckhuys, K.A.G., Kong-ming, WU., 2021. Larval diet affects development and reproduction of East

- Asian strain of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Journal of Integrative Agriculture* 20(3): 736–44. [http://dx.doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62879-0](http://dx.doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62879-0).
- Litwin, Anna, Monika Nowak, and Sylwia Rozalska. 2020. Entomopathogenic fungi: unconventional applications. *Rev Environ Sci Biotechnol* 1: 1–20.
- Lopes, R.B., Souza, D.A., Rocha, L.F.N., Montalva, C., Christian, L., Humber, R.A., Faria, M., 2017. *Metarhizium alvesii* sp . nov.: a new member of the *Metarhizium anisopliae* species complex. *Journal of Invertebrate Pathology* 151(March): 165–68. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jip.2017.12.001>.
- Lopez, D.C., Salzman, K.Z., Ek-Ramos, M.J., Sword, G.A., 2014. The entomopathogenic fungal endophytes *Purpureocillium lilacinum* (Formerly *Paecilomyces lilacinus*) and *Beauveria bassiana* negatively affect cotton aphid reproduction under both greenhouse and field conditions. *Plos one* 9(8): doi:10.1371/journal.pone.0103891.
- Luangsa-ard, J., Houbraken, J., Doom, T.V., Hong, S.B., Borman, A.M., Jones, N.L.H., Samson, R.A., 2011. *Purpureocillium*, a new genus for the medically important *Paecilomyces lilacinus*. *Research letter* 321(27): 1–12.
- Machado, B.B., Orue, J.P.M., Arruda, M.S., Santos, C.V., Sarath, D.S., Goncalves, W.N., Silva, G.G., Pistory, H., Roel, A.R., Rodrigues-Jr, J.F., 2016. BioLeaf: A professional mobile application to measure foliar damage caused by insect herbivory. *Computers and Electronics in Agriculture* 129: 44–55. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2016.09.007>.
- Maharani, Y., Dewi, V.K., Puspasari, L.T., Rizkie, L., Hidayat, Y., Dono, D., 2019a. 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.
- Maharani, Y., Dewi, V.K., Puspasari, L.T., Rizkie, L., Hidayat, Y., Dono, D., 2019b. Cases of fall army worm *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) attack on maize in Bandung, Garut and Sumedang District, West Java. *Jurnal Cropsaver* 2(1): 38–46.
- Maria, A., Baha, F., Poitevin, C.G., Araujo, E.S., Avalos, J.M.M., Zawadneak, C., Pimentel, I.C., 2020. Infection of *Beauveria bassiana* and *Cordyceps javanica* on different immature stages of *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera : Crambidae). *Journal homepage: www.elsevier.com/locate/cropro Infection* 138 ((June)): <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105347>.
- Mascarin, Gabriel Moura, and Stefan T. Jaronski. 2016. The production and uses of *Beauveria bassiana* as a microbial insecticide. *World Journal of Microbiology*

and *Biotechnology* 32: 1–26.

- Masoudi, A., Koprowski, J.I., Bhattarai, U.R., Wang, D., 2017. Elevational distribution and morphological attributes of the entomopathogenic fungi from forests of the Qinling Mountains in China. *Applied Microbiology and Biotechnology* 102(3): 1483–99.
- Massie, Lowry Brandon. 2017. Modelling and simulation of sourthen corn leaf blight diseases caused by Race T. of *Helminthosporium maydis* Nisik & Miyake. *Thesis Plant Pathology* 4: 1–24.
- Melanie., Miranti, M., Kasmara, H., Hazar, S., Martina, A., 2018. Insecticidal activities of crude extact of *Metarhizium anisopliae* and conida suspension against *Crocidolomia pavonana* fabricius. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 166(12017): 1–10.
- Midega, C.A.O., Pittchar, J.O., Pickett, J.A., Hailu, G.W., 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(November 2017): 10–15. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.11.003>.
- Montezano, Débora G, Alexandre Specht, Daniel Ricardo Sosa-gómez, and Universidade De Brasília. 2018. Host plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera : Noctuidae) in the Americas. *African Entomology* 26(2): 286–300.
- Murua, M.G., Vera, M.T., Abraham, S., Juarez, M.L., Prieto, S., Head, G.P., Willink, E., 2018. Fitness and mating compatibility of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) populations from different host plant species and regions in Argentina. *Annals of The Entomological Society of America* 101(3): 639–49.
- Nababan, Riva S. 2018. Pengujian pengaruh intensitas cahaya terhadap tanaman jagung dalam ruangan. *e-Proceeding of Engineering* 5(3): 5809–16.
- Nagoshi, R.N., Fleischer, S., Meagher, R.L., Hay-Roe, M., Khan, A., Murua, M.G., Silvie, P., Vergara, C., Westbrook, J., 2017. Fall armyworm migration across the lesser antilles and the potential for genetic exchanges between North and South American populations. *journal.pone.0171743*: 1–18.
- Noercholis, Achmad, and Erwien Tjipta Wijaya. 2015. Image processing pada citra mikroskopis eritrosit dengan hemocytometer untuk menghitung jumlah eritrosit dalam 1 mm<sup>3</sup> darah ikan. *Seminar Nasional Inovasi dalam Desain dan Teknologi*: 59–66.
- Nonci, N., Kalqutny, S.H., Mirsan, H., Muis, A., Azrai, M., Aqil, M., 2019. Pengenalan fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) hama baru pada



tanaman jagung di Indonesia. Kementerian Pertanian Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian Balai Penelitian Tanaman Serelia.

- Novianti, Vina, Didik Indradewa, Maryani, and Diah Rachmawati. 2020. Selection of local swamp rice cultivars from Kalimantan (Indonesia) tolerant to iron stress during vegetative stage. *Biodiversitas* 21(12): 5650–61.
- Novita, D., Supeno, B., Haryanto, H., 2019. Uji preferensi hama *Spodoptera frugiperda* pada tiga varietas tanaman jagung (*Zea mays* L). *Prosiding SAINTEK LPPM Universitas Mataram* 3(2019): 9–10.
- Ognakossan, K.E., Mutungi, C.M., Otieno, T.O., Affognon, H.D., Sila, D.N., Owino, W.O., 2018. Quantitative and quality losses caused by rodents in on-farm stored maize: a case study in the low land tropical zone of Kenya. *Food Security* 10: 1525–37.
- Pantanella, E., M. Cardarelli, and G. Colla. 2012. Aquaponics vs. hydroponics: production and quality of lettuce crop. *Proc. XXVIII IHC* 927: 887–94.
- Papura, Daciana, Carole Couture, Denis Thie, and Rodrigo Lo. 2019. Characterization of entomopathogenic fungi from vineyards in Argentina with potential as biological control agents against the European grapevine moth *Lobesia botrana*. *Biocontrol* (August): 1–4.
- Pattemore, J.A., Hane, J.K., Williams, A.H., Wilson, B.A., Stodart, B.J., Ash, G.J., 2014. The genome sequence of the biocontrol fungus *Metarhizium anisopliae* and comparative genomics of *Metarhizium* species. *BioMed Central* 15(660): 1–15.
- Pena-Pena, A. J., S. M. T. Galicia, H. J. Lopez, and A. W. Franco, G. 2015. *Metarhizium pingshaense* applied as a seed treatment induces fungal infection in larvae of the white grub *Anomala cincta*. *Journal of Invertebrate Pathology* 130: 9–12.
- Piovesan, M., Specht, A., Carneiro, E., Moraes, S.V.P., Casagrande, M.M., 2017. Phenological patterns of *Spodoptera* Guenée, 1852 (Lepidoptera: Noctuidae) is more affected by ENSO than seasonal factors and host plant availability in a Brazilian Savanna. *Int J Biometeorol*: 1–10.
- Qi, Wen-zeng., Liu, H.H., Liu, P., Dong, S.T., Zhao, B.Q., So, H.B., Li, G., Liu, H.D., Zhang, J.W., Zhao, B., 2012. Morphological and physiological characteristics of corn (*Zea mays* L.) roots from cultivars with different yield potentials. *European Journal of Agronomy* 38: 54–63. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2011.12.003>.
- Russianzi, Wanda, Ruly Anwar, and Hermanu Triwidodo. 2021. Biostatistics of fall

- armyworm *Spodoptera frugiperda* in maize plants in Bogor, West Java, Indonesia. *BIODIVERSITAS* 22(6): 3463–69.
- Russo, M.L., Pelizza, S.A., Vianna, M.F., Allegrucci, N., Cabello, M.N., Toledo, A.V., Mourellos, C., Scorsetti, A.C., 2019. Effect of endophytic entomopathogenic fungi on soybean *Glycine max* (L.) Merr. growth and yield. *Journal of King Saud University - Science* 31(4): 728–36. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2018.04.008>.
- Safitri, A., Herlinda, S., Setiawan, A., 2018. Entomopathogenic fungi of soils of freshwater swamps, tidal lowlands, peatlands, and highlands of South Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas* 19(6): 2365–73.
- Seye, F., Bawin, T., Boukraa, S., Zimmer, J.Y., Ndiaye, M., Delvigne, F., Francis, F., 2014. Effect of entomopathogenic *Aspergillus* strains against the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Hemiptera: Aphididae). *Applied Entomology and Zoology* 49(17): 453–58.
- Sidana, Jasmineen, Bikram Singh, and Om P. Sharma. 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): 621–23.
- Stone, Jeffrey K. 2014. Endophytic fungi. *ResearchGate* (May): 241–70.
- Subekti, Nuning Argo, Syafruddin, Roy Efendi, and Sri Sunarti. 2010. Morfologi tanaman dan fase pertumbuhan jagung. *Balai Penelitian Tanaman Serelia, Maros* 14(1): 16.
- Sumikarsih, E., Herlinda, S., and Pujiastuti Yulia. 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): 335–50.
- Tandzi, L.N., Ngonkeu, E.M., Youmbi, E., Nartey, E., Yeboah, M., Gracen, V., Ngeve, J., Mafouasson, H.A., 2015. Agronomic performance of maize hybrids under acid and control soil conditions. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research (IJAAR)* 6(4): 275–91.
- Thaochan, Narit, and Wiwat Sausa-ard. 2017. Occurrence and effectiveness of indigenous *Metarhizium anisopliae* against adults *Zeugodacus cucurbitae* (Coquillett) (Diptera : Tephritidae) in Southern Thailand. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 39(3): 325–34.
- Timmermans, Marja C P, Neil P Schultes, Julia P Jankovsky, and Timothy Nelson. 2012. Leafbladeless1 is required for dorsoventrality of lateral organs in maize.

- Development* 125(15): 2813–22.
- Vega, F.E., Posada, F., Aime, M.C., Ripoll, M.R., Infante, F., Rehner, S.A., 2018. Entomopathogenic fungal endophytes. *Biological Control*: 1–22.
- Waqas, M., Khan, A.L., Kamran, M., Hamayun, M., Kang, S.M., Kim, Y.H., Lee, I.J., 2012. Endophytic fungi produce gibberellins and indoleacetic acid and promotes host-plant growth during stress. *molecules* 17: 10754–73.
- Xia, Y., Sahib, M.R., Amma, A., Opiyo, S.O., Zhao, Z., Gao, Y.G., 2019. Culturable endophytic fungal communities associated with plants in organic and conventional farming systems and their effects on plant growth. *Scientific Reports* (December 2018): 1–10. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-018-38230-x>.
- Xin-hua, Z., Hai-qiu, Y., Xiau-guang, W., Qi, D., Jing, W., Qiao, W., 2016. Response of root morphology, physiology and endogenous hormones in maize (*Zea mays* L.) to potassium deficiency. *Journal of Integrative Agriculture* 15(4): 785–94.
- Xiong, Q., Xie, Y., Zhu, Y., Xue, J., Li, X., Fan, R., 2013. Morphological and ultrastructural characterization of *Carposina sasakii* larvae (Lepidoptera: Carposinidae) infected by *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales: Clavicipitaceae). *journal homepage: www.elsevier.com/locate/micron Morphological* 44: 303–11.
- Yan, Lu, Jing Zhu, Xixi Zhao, and Junling Shi. 2019. Beneficial effects of endophytic fungi colonization on plants. *Microbiology and Biotechnology*: 4.