

**SKRIPSI**

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

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



**Ipa Sariani  
05081181823008**

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

## SUMMARY

**IPA SARIANI.** Colonization Assessment of Entomopathogenic Fungi from Insect and Soil Origin into Maize Seedling and Its Pathogenicity Against *Spodoptera frugiperda* Larvae (Supervised by **SITI HERLINDA**).

*Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) is a major pest of maize that come from America, spreaded into another countries and caused high amount of loss. One of the method to control *S. frugiperda* was by using entomopathogenic fungi. Entomopathogenic fungi are biological controlling agent to decrease pest's populations by causing the disease in insects through direct contact. The purpose of this study was to determine which entomopathogenic fungi from insects and soil were endophytic in the tested maize plants, To determine the effect of entomopathogenic fungi which were proven to be endophytic on maize growth and to determine the level of pathogenicity to the mortality of *S. frugiperda* larvae.

In this study, the isolates used were isolates previously obtained from infected insects and plant root rhizosphere from South Sumatra. This study used 11 isolates with name, LtTpOI, TaTsOI, TaAIPA, TaSkPA, TaBrPGA, TaCjPGA, LtApPGA, LtKrlH, TaTtLH, TaLmMe, TaPsBA and added control with 3 replications and designed using a completely randomized design. The methods used included testing of endophytic fungi inoculation on maize seedlings and pathogenicity testing of *S. frugiperda* larvae. The variables observed in this study consisted of conidia density and conidia viability, leaf area eaten, larval body weight, excrement weight, larvae mortality, LT50 and LT95 larvae, percentage of pupae appearing, normal pupae, abnormal pupae, pupa weight, pupa length, Number of adults, normal and abnormal adults, body length of adults, the wingspan of adults, length of life of male and female adults, number of eggs laid and larvae released, germination, length of a radicle, plumule, wet weight and dry weight of maize seed, seedling height, length leaves, leaf width, root length, and number of leaves of corn seeds.

The results obtained from 11 isolates of *Beauveria* sp. which was inoculated into the seeds was that 6 isolates contained endophytic entomopathogenic fungi, namely LtTpOI, TaTsOI, TaAIPA, TaBrPGA, LtApPGA, TaTtLH isolates. The highest percentage of endophytic fungal colonization on corn seedlings was found in TaTtLH isolates which reached (63.33%). The highest mortality (29.33%) was found in TaTtLH isolates with LT50 of 24.46 days and an LT95 of 58.60 days. The lowest mortality was found in TaLmME isolates (2.67%) with LT50 of 44.36 days and LT95 of 76.58 days.

Corn seeds that was given endophytic entomopathogenic fungi on average had better growth than the controls and other isolates that were not endophytic. On average corn seedlings treated with endophytic fungi had better growth than the control and other isolates that were not endophytic. The highest seedling growth in all agronomic variables was found in TaTtLH isolates and the lowest was found in TaLmME isolates.

The conclusion of this study was that from 11 entomopathogenic fungi derived by insects and soil, there were 6 endophytic fungi, LtTpOI, TaTsOI, TaAIPA, TaBrPGA, LtApPGA, and TaTtLH. The highest endophytic colonization

was found in TaTtLH isolates. The pathogenicity of entomopathogenic fungi was proven to be endophytic on larva's mortality with different levels of pathogenicity. The most pathogenic endophytic fungi were found in TaTtLH isolate.

**Keywords:** *Spodoptera frugiperda*, Entomopathogenic Fungi, Endophytic Fungi

## RINGKASAN

**IPA SARIANI.** Asesmen Kolonisasi Jamur Entomopatogen Asal Serangga dan Tanah pada Bibit Jagung dan Patogenisitasnya Terhadap Larva *Spodoptera frugiperda* (Dibimbing oleh **SITI HERLINDA**).

*Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) merupakan hama utama tanaman jagung yang berasal dari Amerika dan menyebar ke negara lainnya dan menyebabkan kehilangan hasil yang tinggi. Salah satu pengendalian yang digunakan untuk mengendalikan *S. frugiperda* adalah menggunakan jamur entomopatogen. Jamur entomopatogen merupakan agen pengendali biologis untuk mengendalikan populasi hama dengan menyebabkan sakit pada serangga melalui kontak langsung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jamur entomopatogen asal serangga dan tanah apa saja yang bersifat endofit pada tanaman jagung yang diujikan, mengetahui pengaruh jamur entomopatogen yang terbukti endofit terhadap pertumbuhan jagung dan mengetahui tingkat patogenisitasnya terhadap mortalitas larva *S. frugiperda*.

Dalam penelitian ini isolat yang digunakan merupakan isolat yang sebelumnya didapatkan dari serangga yang terinfeksi dan rhizosfer perakaran tanaman Asal Sumatera Selatan. Penelitian ini menggunakan 11 isolat yaitu LtTpOI, TaTsOI, TaAIPA, TaSkPA, TaBrPGA, TaCjPGA, LtApPGA, LtKrLH, TaTtLH, TaLmMe, TaPsBA dan ditambah Control dengan 3 kali ulangan serta dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap. Metode yang digunakan meliputi pengujian inokulasi jamur endofit pada bibit tanaman jagung dan uji patogenisitas terhadap larva *S. frugiperda*. Adapun peubah yang diamati dalam penelitian ini terdiri dari kerapatan dan viabilitas konidia, luas daun yang dimakan, berat badan larva, berat kotoran, mortalitas larva, LT<sub>50</sub> dan LT<sub>95</sub> larva, Persentase pupa muncul, pupa normal, pupa abnormal, berat pupa, panjang pupa, Jumlah imago, imago normal dan abnormal, panjang tubuh imago, rentang sayap imago, Lama hidup imago jantan dan betina, jumlah telur dan larva yang keluar, Daya kecambah, panjang radikula, plumula, berat basah dan berat kering bibit jagung, Tinggi bibit, panjang daun, lebar daun, panjang akar, dan jumlah daun bibit jagung.

Hasil penelitian yang didapatkan dari 11 isolat *Beauveria* sp. yang diinokulasikan ke benih didapatkan 6 isolat jamur entomopatogen yang bersifat endofit yaitu isolat LtTpOI, TaTsOI, TaAIPA, TaBrPGA, LtApPGA, TaTtLH. Persentase kolonisasi jamur endofit pada bibit jagung tertinggi terdapat pada isolat TaTtLH yaitu mencapai (63.33%). Mortalitas tertinggi mencapai (29.33%) terdapat pada isolat TaTtLH dengan LT<sub>50</sub> yaitu 24.46 hari dan LT<sub>95</sub> 58.60 hari. Mortalitas terendah terdapat pada isolat TaLmME yaitu (2.67%) dengan LT<sub>50</sub> yaitu 44.36 hari dan LT<sub>95</sub> 76.58 hari.

Perlakuan jamur entomopatogen endofit juga berpengaruh terhadap pertumbuhan bibit jagung yang diberikan perlakuan jamur entomopatogen endofit. Rata-rata bibit jagung yang diberi perlakuan jamur endofit memiliki pertumbuhan yang lebih bagus dibandingkan dengan Control dan isolat lain yang tidak bersifat endofit. Pertumbuhan bibit paling tinggi pada semua peubah

agronomi terdapat pada isolat TaTtLH dan terendah terdapat pada isolat TaLmME.

Kesimpulan dari penelitian ini dari 11 jamur entomopatogen yang berasal dari serangga dan tanah terdapat 6 jamur yang bersifat endofit, yaitu LtTpOI, TaTsOI, TaAIPA, TaBrPGA, LtApPGA, dan TaTtLH. Kolonisasi endofit tertinggi terdapat pada isolat TaTtLH. Patogenisitas jamur entomopatogen terbukti endofit terhadap mortalitas larva memiliki tingkat patogenik yang berbeda-beda. Jamur endofit yang paling patogenik pertama terdapat pada isolat TaTtLH dan pertumbuhan bibit tertinggi terdapat pada isolat TaTtLH.

Kata kunci: *Spodoptera frugiperda*, Jamur Entomopatogen, Jamur Endofit

**SKRIPSI**

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

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



**Ipa Sariani**  
**05081181823008**

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

**LEMBAR PENGESAHAN**

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

**SKRIPSI**

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

Oleh :

**Ipa Sariani  
05081181823008**

**Indralaya, Desember 2021**

Pembimbing



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

Mengetahui,  
Dekan Fakultas  
Pertanian Unsri



**M. Muslim, M.Agr.  
NIP. 196412291990011001**


Skripsi dengan judul “Asesmen Kolonisasi Jamur Entomopatogen Asal Serangga dan Tanah pada Bibit Jagung dan Patogenisitasnya Terhadap Larva *Spodoptera frugiperda*” oleh Ipa Sariani telah dipertahankan dihadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 25 Oktober 2021 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

1. Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M. Si NIP. 196510201992032001	Ketua (.....)
2. Arsi, S. P., M. Si NIP. 198510172005105101	Sekretaris (.....)
3. Dr. Ir. Suwandi, M. Agr NIP 196801111993021001	Anggota (.....)



Ketua Jurusan  
Hama dan Penyakit Tumbuhan

  
Dr. Ir. Suparman SHK  
NIP 196001021985031019

Indralaya, Desember 2021  
Koordinator Program Studi  
Próteksi Tanaman

  
Dr. Ir. Suparman SHK  
NIP 196001021985031019



## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ipa Sariani

NIM : 05081181823008

Judul : Asesmen Kolonisasi Jamur Entomopatogen Asal Serangga dan Tanah pada Bibit Jagung dan Patogenisitasnya terhadap 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 dikemudian 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, Desember 2021

Yang membuat pernyataan



Ipa Sariani

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis lahir pada tanggal 03 Februari 2001 di Desa Bedegung, Kecamatan Panang Enim Kabupaten Muara Enim. Penulis merupakan anak kedua dari pasangan Bapak Supli dan Ibu Nusia (Almh). Penulis memiliki dua saudara perempuan yaitu kakak perempuan yang bernama Novi Agustian dan adik perempuan yang bernama Witaria Handayani.

Di dunia pendidikan penulis pertama kali bersekolah di Desa Indramayu yaitu SDN 13 Tanjung Agung selama 6 tahun dan selanjutnya masuk ke jenjang Sekolah Menengah Pertama di SMPN 2 Tanjung Agung selama 3 tahun. Pada tahun 2015, penulis mulai belajar di SMA N 1 Tanjung Agung selama 3 tahun dan pada tahun 2018 penulis tercatat sebagai mahasiswi di Universitas Sriwijaya dengan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Prodi Proteksi Tanaman.

Dibangku perkuliahan penulis juga ikut serta dalam kegiatan jurusan dan ikut serta dalam beberapa lomba, seperti lomba senam, tari, lomba karya ilmiah, dan lomba fotografi yang dilaksanakan oleh universitas lain. Penulis pernah memenangkan juara Fotografi sebagai juara favorit yang diselenggarakan oleh HIMAPROTEKTAN Lambung Mangkurat dan juara 1 lomba fotografi yang dilaksanakan oleh Fakultas Pertanian USK. Selain itu, penulis juga pernah menjadi asisten dosen dalam mata kuliah Entomologi tahun 2019/2020, Ekoser pada tahun 2020/2021 dan Dasar – Dasar Perlindungan Tanaman pada tahun 2020/2021 dan 2021/2022.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala nikmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan judul Asesmen Kolonisasi Jamur Entomopatogen Asal Serangga dan Tanah pada Bibit Jagung dan Patogenesitasnya terhadap Larva *Spodoptera frugiperda*.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si. sebagai dosen pembimbing atas segala kesabaran, bimbingan, arahan, kritik dan saran yang telah diberikan kepada penulis dari awal pelaksanaan hingga akhir penyusunan dan penulisan skripsi. Penelitian ini di danai oleh Anggaran DIPA Badan Layanan Umum Universitas Sriwijaya Tahun Anggaran 2021. Nomor SP DIPA-023.17.2.677515/2021, Tanggal 23 November 2020. Sesuai dengan SK Rektor 0014/UN9/SK.LP2M.PT/2021 Tanggal 25 Mei 2021 yang diketuai oleh Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si. Oleh karena itu, tidak diperkenankan menyebarkan dan mempublikasikan data di skripsi ini tanpa izin tertulis dari Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua penulis, Bapak Supli dan Ibu Nusia (Almh) serta kakak dan adik penulis, Novi Agustian dan Witaria Handayani yang selalu memberikan Doa, dukungan dan nasehat kepada penulis. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada teman-teman Tim Jamur, Taruna - Taruni Lab. Entomologi, Ciwi Squad serta seluruh angkatan HPT 2018 yang selalu siap membantu selama proses penelitian ini.

Saya berharap skripsi ini dapat sebagai sumber pengembangan ilmu dan pengetahuan untuk kita semua. Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun sebagai evaluasi bagi penulis. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Indralaya, Desember 2021

Ipa Sariani

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Hipotesis Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1. Taksonomi <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	4
2.1.1. Biologi dan Morfologi <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	4
2.1.2. Perilaku <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	5
2.1.3. Gejala Kerusakan <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	6
2.2. Tumbuhan Inang <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	7
2.3. Tanaman Jagung ( <i>Zea mays</i> L.) .....	7
2.3.1. Morfologi Tanaman Jagung.....	7
2.3.2. Syarat Tumbuh Tanaman Jagung .....	9
2.4. Jamur Endofit .....	10
2.5. Jamur Entomopatogen Endofit.....	11
2.6. <i>Beauveria bassiana</i> .....	11
2.6.1. Taksonomi <i>Beauveria bassiana</i> .....	12
2.6.2. Morfologi Jamur <i>Beauveria bassiana</i> .....	12
2.6.3. Biologi dan Mekanisme <i>Beauveria bassiana</i> Menginfeksi Inang.....	12
2.7. <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	14
2.7.1. Taksonomi <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	14
2.7.2. Morfologi <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	14

2.7.3. Biologi dan Siklus Hidup <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	16
2.7.4. Mekanisme <i>Metarhizium anisopliae</i> Menginfeksi Inang .....	17
2.8. <i>Hirsutella citriformis</i> .....	18
2.8.1. Taksonomi <i>Hirsutella citriformis</i> .....	18
2.8.2. Morfologi <i>Hirsutella citriformis</i> .....	18
2.8.3. Biologi dan Siklus Hidup <i>Hirsutella citriformis</i> .....	19
2.8.4. Mekanisme Jamur <i>Hirsutella citriformis</i> Menginfeksi Inang .	19
2.9. <i>Aspergillus oryzae</i> .....	20
2.9.1. Taksonomi <i>Aspergillus oryzae</i> .....	20
2.9.2. Morfologi <i>Aspergillus oryzae</i> .....	20
2.9.3. Biologi dan Siklus Hidup <i>Aspergillus oryzae</i> .....	21
2.9.4. Mekanisme Jamur <i>Aspergillus oryzae</i> Menginfeksi Inang.....	21
2.10. <i>Cordyceps militaris</i> .....	21
2.10.1. Taksonomi <i>Cordyceps militaris</i> .....	22
2.10.2. Morfologi <i>Cordyceps militaris</i> .....	22
2.10.3. Biologi dan Siklus Hidup <i>Cordyceps militaris</i> .....	23
2.10.4. Mekanisme Jamur <i>Cordyceps militaris</i> Menginfeksi Inang..	23
2.11. Mekanisme Jamur Entomopatogen Menyerang Inang.....	24
BAB 3 PELAKSANAAN PENELITIAN.....	26
3.1. Tempat dan Waktu .....	26
3.2. Alat dan Bahan.....	26
3.3. Metode Penelitian.....	26
3.4. Cara Kerja .....	26
3.4.1. Perbanyak Serangga Uji.....	26
3.4.2. Sterilisasi Alat dan Bahan.....	27
3.4.3. Pembersihan Jamur Entomopatogen .....	29
3.4.5. Inokulasi Jamur Entomopatogen Kedalam Benih Jagung .....	31
3.4.6. Penanaman Benih Jagung .....	32
3.4.7. Konfirmasi dan Identifikasi Jamur Mengkolonisasi Daun .....	33
3.4.8. Pengujian Jamur Entomopatogen sebagai Pemacu Pertumbuhan Bibit Jagung .....	34
3.4.9. Uji Patogeneisitas Jamur Entomopatogen terhadap Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	35

3.4.10. Konfirmasi dan Identifikasi Jamur yang Menginfeksi Larva	36
3.5. Analisis Data .....	37
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	38
4.1. Hasil .....	38
4.1.1. Kolonisasi Jamur Endofit pada Bibit Jagung.....	38
4.1.2. Kerapatan dan Viabilitas Konidia.....	40
4.1.3. Luas Daun yang Dimakan (LDD) .....	42
4.1.4. Berat Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	44
4.1.5. Berat Kotoran Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	45
4.1.6. Mortalitas, LT50 DAN LT95 Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> ...	47
4.1.7. Persentase Pupa Muncul, Pupa Normal dan Abnormal.....	49
4.1.8. Berat dan Panjang Pupa .....	51
4.1.9. Jumlah Imago Muncul, Imago Normal dan Abnormal.....	51
4.1.10. Panjang Tubuh dan Rentang Sayap Imago.....	53
4.1.11. Lama Hidup Imago Jantan dan Betina, Jumlah Telur dan Larva yang Keluar .....	53
4.1.12. Pengaruh Jamur Endofit terhadap Pertumbuhan Bibit Jagung .....	54
4.2. Pembahasan.....	57
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	61
5.1. Kesimpulan .....	61
5.2. Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA .....	62
LAMPIRAN.....	70

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Morfologi <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	5
Gambar 2.2. Siklus hidup <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	5
Gambar 2.3. Gejala serangan <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	6
Gambar 2.4. Morfologi tanaman jagung .....	8
Gambar 2.5. Morfologi pertumbuhan bibit jagung .....	9
Gambar 2.6. Fase vegetatif dan reproduktif jagung.....	10
Gambar 2.7. Penampakan koloni jamur endofit yang diisolasi dari jaringan daun dan batang <i>Mangifera indica</i> L. ....	11
Gambar 2.8. Morfologi cendawan <i>Beauveria bassiana</i> .....	13
Gambar 2.9. Mekanisme infeksi jamur <i>Beauveria bassiana</i> .....	14
Gambar 2.10. Serangga yang terserang <i>Beauveria bassiana</i> .....	14
Gambar 2.11. Morfologi jamur <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	16
Gambar 2.12. Mekanisme infeksi jamur <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	16
Gambar 2.13. Morfologi jamur <i>Hirsutella citriformis:Oliarus dimidiatus</i> yang terserang .....	18
Gambar 2. 14. Morfologi jamur <i>Aspergillus oryzae</i> .....	20
Gambar 2. 15. Proses infeksi jamur <i>Aspergillus oryzae</i> pada serangga.....	21
Gambar 2. 16. Morfologi jamur <i>Cordyceps militaris</i> .....	22
Gambar 2. 17. Siklus infeksi jamur <i>Cordyceps militaris</i> .....	24
Gambar 2. 18. Cara jamur patogen menginfeksi inang.....	24
Gambar 2.19. Interaksi antara jamur entomopatogen dengan tanaman, serangga, tanah dan mikroorganisme lainnya .....	25

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Jumlah Daun yang Ditumbuhi Jamur Endofit (%) .....	70
Lampiran 2. Kerapatan konidia <i>Beauveria sp.</i> .....	71
Lampiran 3. Viabilitas konidia <i>Beauveria sp.</i> .....	71
Lampiran 4. Luas daun yang dimakan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> selama 12 hari pengamatan (cm <sup>2</sup> /hari).....	72
Lampiran 5. Berat badan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> selama 13 hari pengamatan (mg/ekor).....	74
Lampiran 6. Berat kotoran <i>Spodoptera frugiperda</i> selama 12 hari pengamatan (mg/ekor).....	76
Lampiran 7. Mortalitas larva <i>Spodoptera frugiperda</i> selama 12 hari pengamatan .....	78
Lampiran 8. Jumlah pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> yang muncul (ekor).....	80
Lampiran 9. Pupa normal (ekor) .....	80
Lampiran 10. Pupa tidak normal (ekor) .....	81
Lampiran 11. Berat pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> (mg/ekor) .....	81
Lampiran 12. Panjang pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> (mg/ekor) .....	82
Lampiran 13. Imago yang muncul (ekor) .....	82
Lampiran 14. Imago normal (ekor).....	83
Lampiran 15. Imago Abnormal (ekor).....	83
Lampiran 16. Panjang tubuh imago betina (cm).....	84
Lampiran 17. Panjang tubuh imago jantan (cm).....	84
Lampiran 18. Rentang sayap imago betina (cm) .....	85
Lampiran 19. Rentang sayap imago jantan (cm) .....	85
Lampiran 20. Umur imago betina (hari) .....	86
Lampiran 21. Umur imago jantan (hari) .....	86
Lampiran 22. Jumlah telur yang diletakkan imago (butir).....	87
Lampiran 23. Jumlah larva yang muncul (ekor) .....	87
Lampiran 24. Jumlah larva yang tidak muncul (ekor) .....	88
Lampiran 25. Persentase daya kecambah benih (%).....	88
Lampiran 26. Panjang radikula bibit jagung (cm) .....	89
Lampiran 27. Panjang plumula bibit jagung (cm) .....	89



Lampiran 28. Tinggi tanaman bibit jagung (cm) .....	90
Lampiran 29. Panjang daun bibit jagung (cm).....	90
Lampiran 30. Lebar daun bibit jagung bibit jagung (cm) .....	91
Lampiran 31. Panjang akar bibit jagung (cm).....	91
Lampiran 32. Jumlah daun bibit jagung (cm) .....	92
Lampiran 33. Berat basah bibit jagung (g).....	92
Lampiran 34. Berat kering tajuk bibit jagung (g) .....	93
Lampiran 35. Berat kering akar bibit jagung (g).....	93
Lampiran 36. Pengamatan suhu laboratorium (°C).....	94
Lampiran 37. Pengamatan kelembapan laboratorium (%).....	95

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Jagung merupakan salah satu tanaman pangan keluarga serealia terbesar di dunia setelah tanaman gandum dan padi (Ali *et al.* 2013). Salah satu hama utama jagung adalah *Spodoptera frugiperda* (Akutse *et al.* 2019). *S. frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) merupakan hama utama jagung yang berasal dari Amerika dan menyebar ke negara lainnya (Jing *et al.* 2020). Pada 2016, serangan *S. frugiperda* terdeteksi di daerah afrika dan menyebabkan kerugian 797,2 kg/ha jagung, dengan tingkat kerusakan pada lahan jagung sebesar 78,9% hingga 93,9% (Houngbo *et al.* 2020), tahun 2017 kerusakan lahan jagung di Ethiopia mencapai 33% - 100%, Tanzania 93% - 100% dengan penurunan hasil antara 0,8 hingga 1 ton/ha (Sisay *et al.* 2019). Pada awal 2019, serangan *S. frugiperda* mulai terdeteksi di Indonesia tepatnya di wilayah Pasaman Barat Provinsi Sumatera Barat (Nonci *et al.* 2019). Di Sumatera Selatan wabah *S. frugiperda* pada dataran rendah dan dataran tinggi memiliki tingkat Insiden dan keparahan masing-masing mencapai 100% dan 65% (Herlinda, Suharjo, *et al.* 2021). Kerusakan yang diakibatkan oleh serangan hama *S. frugiperda* dimulai dari larva instar muda yang mulai memakan jaringan daun terluar (Bhavani *et al.* 2019).

Salah satu pengendalian yang tidak berdampak terhadap lingkungan adalah menggunakan jamur entomopatogen (Rajula *et al.* 2020). Jamur entomopatogen merupakan agen pengendali biologis yang dapat menyebabkan sakit pada serangga melalui kontak langsung (Mondal *et al.* 2016). Penggunaan jamur entomopatogen sudah banyak terbukti aman dan efektif untuk digunakan serta dapat mengelola populasi hama secara berkelanjutan (Sinha *et al.* 2016). Sebagian besar negara seperti Amerika, Eropa, Asia dan Afrika banyak mengembangkan jamur *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* untuk mengendalikan hama tanaman (Maina *et al.* 2018). Di India *M. rileyi* ditemukan dirhizosfer tanaman jagung mampu menyebabkan kematian lebih dari 50% larva instar 1-6 *S. frugiperda* (Firake and Behere 2020). Jamur *B. bassiana* dan *M. Anisopliae* mampu menyebabkan kematian larva *S. frugiperda* hingga 78.67% -81,2%

(Safitri *et al.* 2018) dan kematian larva *S. frugiperda* instar 2 sebesar 30% hingga 87.0% (Acutse *et al.* 2019). Dilihat dari perilakunya, larva *S. frugiperda* hanya akan keluar pada saat makan, sisanya bersembunyi di dalam batang jagung, sehingga untuk dikendalikan secara kontak sulit dilakukan (Gustianingtyas *et al.* 2021). Sehingga diperlukan jamur entomopatogen bersifat endofit yang mampu masuk ke dalam jaringan tanaman.

Secara alami maupun buatan jamur entomopatogen memiliki kemampuan berkoloni dan bersimbiosis dengan tanaman sebagai endofit (Mahmood *et al.* 2019). Selain itu, jamur entomopatogen yang bersifat endofit memiliki kemampuan untuk melindungi tanaman dari serangan hama (Silva *et al.* 2020). Jamur endofit juga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, baik dari pertumbuhan, akar, batang maupun daun (Gustianingtyas *et al.* 2021). Di Sumatera Selatan terdapat beberapa jamur entomopatogen bersifat endofit yang berpotensi dalam mengendalikan *S. frugiperda*, yaitu *B. bassiana*, *Curvularia lunata*, dan *M. anisopliae* (Herlinda, Gustianingtyas, *et al.* 2021). Dengan adanya kolonisasi jamur endofit di dalam jaringan tanaman mampu menjadi kontak secara tidak langsung antara jamur dan hama yang menyerang bagian tanaman (Allegrucci *et al.* 2017). Maka dari itu perlu dilakukan pengembangan lagi dari penelitian sebelumnya untuk mendapatkan cara dalam mengendalikan hama *S. frugiperda* dengan melakukan inokulasi jamur endofit pada jaringan tanaman jagung dan diujikan kepada larva *S. frugiperda*.

## 1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. apakah jamur entomopatogen asal serangga dan tanah yang digunakan merupakan jamur endofit pada tanaman jagung?
2. bagaimana patogenesis jamur entomopatogen asal serangga dan tanah yang terbukti endofit terhadap mortalitas larva *S. frugiperda*?

## 1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. untuk menguji jamur entomopatogen asal serangga dan tanah apa saja yang bersifat endofit pada bibit jagung yang diujikan
2. untuk menentukan tingkat patogenesis jamur entomopatogen yang terbukti bersifat endofit pada bibit jagung terhadap mortalitas larva *S. frugiperda*.

## 1.4. Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesis dari penelitian ini adalah:

1. diduga terdapat isolat jamur entomopatogen asal serangga dan tanah yang digunakan dapat masuk ke dalam jaringan tanaman jagung.
2. diduga isolat jamur entomopatogen yang terbukti endofit pada bibit jagung memiliki potensi untuk mengendalikan *S. frugiperda*.

## 1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan bagi pembaca mengenai teknologi terbaru tentang jamur entomopatogen endofit dalam mengendalikan hama *S. frugiperda*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afandhi A, Chailani SR, Mimbar SM, Wiroatmodjo B (2012) Isolation and Phenotypic Characterization of Morphology in Fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin Colony Naturally From Leaf Surface, Soil, and Insect as Host in Tomato Plantation. *Agrivita* 34, 303–310. doi:10.17503/agrivita-2012-34-3-p303-310.
- Akutse KS, Kimemia JW, Ekesi S, KhaMis FM, Ombura OL, Subramanian S (2019) Ovicidal Effects Of Entomopathogenic Fungal Isolates On The Invasive Fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera : Noctuidae). *Journal of Applied Entomology* 10, 1–9. doi:10.1111/jen.12634.
- Ali Q, Ahsan M, Ali F, Aslam M, Khan NH, Munzoor M, Saad H, Mustafa BH, Muhammad S (2013) Heritability, Heterosis and Heterobeltiosis Studies For Morphological Traits of Maize (*Zea mays* L.) Seedlings. *Advancements in Life Sciences* 1, 52–63.
- Allegrucci N, Velazquez MS, Russo ML, Perez E, Scorsetti AC (2017) Endophytic Colonisation of Tomato by the Entomopathogenic Fungus *Beauveria bassiana*: The Use of Different Inoculation Techniques and Their Effects on the Tomato Leafminer Tuta Absoluta (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Plant Protection Research* 57, 205–211. doi:10.1515/jppr-2017-0045.
- Aw KMS, Hue SM (2017) Mode of Infection of *Metarhizium* spp. Fungus and Their Potential as Biological Control Agents. *Journal of Fungi* 3, 1–20. doi:10.3390/jof3020030.
- Ayele BA, Muleta D, Venegas J, Assefa F (2020) Morphological, Molecular, and Pathogenicity Characteristics of the Native Isolates of *Metarhizium anisopliae* Against the Tomato Leafminer, Tuta Absoluta (Meyrick 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Ethiopia. *Egyptian Journal of Biological Pest Control* 30, 1–11. doi:10.1186/s41938-020-00261-w.
- Ayudya DWIR, Herlinda S, Suwandi S (2019) Insecticidal Activity Of Culture Filtrates From Liquid Medium of *Beauveria bassiana* Isolates From South Sumatra (Indonesia) Wetland Soil Against Larvae of *Spodoptera litura*. *Biodiversitas* 20, 2101–2109. doi:10.13057/biodiv/d200802.
- Barelli L, Moonjely S, Behie SW, Bidochka MJ (2015) Fungi With Multifunctional Lifestyles: Endophytic Insect Pathogenic Fungi. *Plant Molecular Biology* 10, 1–8. doi:10.1007/s11103-015-0413-z.
- Bhavani, V CS, P Kishore Varma, M BL, P J, B S (2019) Morphological and Molecular Identification of an Invasive Insect Pest, Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* Occurring on Sugarcane in Andhra Pradesh, India. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 7, 12–18.

- Boomsma JJ, Jensen AB, Meyling N V., Eilenberg J (2013) Evolutionary Interaction Networks of Insect Pathogenic Fungi. *Annual Review of Entomology* 13–59. doi:10.1146/annurev-ento-011613-162054.
- Chimungu JG, Loades KW, Lynch JP (2015) Root Anatomical Phenotypes Predict Root Penetration Ability and Biomechanical Properties in Maize (*Zea mays*). *Journal of Experimental Botany* 66, 3151–3162. doi:10.1093/jxb/erv121.
- Dashyal MS, Sangeetha CG, Appanna V, Halesh GK, Devappa V (2019) Isolation and Morphological Characterization of Endophytic Fungi Isolated from Ten Different Varieties of Mango. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 8, 717–726.
- Deole S, Paul N (2018) First Report of Fall Army Worm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), Their Nature of Damage and Biology on Maize Crop at Raipur, Chhattisgarh. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 6, 219–221.
- Dias AS, Marucci RC, Mendes SM, Moreira SG, Araujo OG, Santos CA, Barbosa TA (2016) Bioecology Of *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1757) In Different Cover Crops. *Journal Biosci* 32, 337–345.
- Doolotkeldieva T, Bobusheva S, Kulmanbetova A, Zholdosbekova S, Amanbek Kyzy A (2019) Characterization of *Beauveria bassiana* Isolates from Kyrgyzstan. *Journal of Invertebrate Pathology* 167, 1–11. doi:10.1016/j.jip.2019.107243.
- Dumas P, Legeai F, Lemaitre C, Scaon E, Orsucci M, Labaide K (2015) *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera : Noctuidae) Host-Plant Variants : Two Host Strains or Two Distinct Species? *Genetica* 10, 1–11. doi:10.1007/s10709-015-9829-2.
- El-Ghany TMA (2015) ‘Entomopathogenic Fungi And Their Role In Biological Control.’ (TM Abdel Ghany, Ed.). (OMICS International) doi:10.4172/978-1-63278-065-2-66.
- Eriti DM, Loekas S, Otto E, Susi W (2017) Studi of Entomopathogenic Fungus to Control Vector Insect of *Citrus tristeza* Virus on Citrus. *Biotika* 4, 61–71.
- Firake DM, Behere GT (2020) Natural Mortality Of Invasive Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in maize agroecosystems of northeast India. *Biological Control* 148, 1–11. doi:10.1016/j.biocontrol.2020.104303.
- Freed S, Jin FL, Ren SX (2011) Determination of Genetic Variability Among the Isolates of *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* from Different Geographical Origins. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 27, 359–370. doi:10.1007/s11274-010-0466-8.

- Gedminas A, Lynikienė J, Povilaitienė A (2015) Entomopathogenic Fungus *Cordyceps militaris*: Distribution in South Lithuania, 'in vitro' Cultivation and Pathogenicity Tests. *Baltic Forestry* 21, 359–368.
- Gürlek S, Sevim A, Sezgin FM, Sevim E (2018) Isolation and Characterization of *Beauveria* and *Metarhizium spp.* From Walnut Fields and Their Pathogenicity Against the Codling Moth, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control* 28, 50. doi:10.1186/s41938-018-0055-y.
- Gustianingtyas M, Herlinda S, Suwandi S (2021) The Endophytic Fungi From South Sumatra (Indonesia) and Their Pathogenicity Against the New Invasive Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Biodiversitas* 22, 1051–1062. doi:10.13057/biodiv/d220262.
- Hall GS (2013) Bailey & Scott's Diagnostic Microbiology, 13 th Edn . *Laboratory Medicine* 44, e138–e139. doi:10.1309/lm5jc0ph0oggszz.
- Hall DG, Hentz MG, Meyer JM, Kriss AB, Gottwald TR, Boucias DG (2012) Observations On the Entomopathogenic Fungus *Hirsutella citriformis* Attacking Adult *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in a Managed Citrus grove. *BioControl* 57, 663–675. doi:10.1007/s10526-012-9448-0.
- Hanif KI, Herlinda S, Irsan C, Pujiastuti Y, Prabawati G, Karenina T (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. *Biodiversitas* 21, 2124–2136. doi:10.13057/biodiv/d210541.
- Herlinda S, Gustianingtyas M, Suwandi S, Suharjo R, Sari JMP, Lestari RP (2021) Endophytic Fungi Confirmed as Entomopathogens of the New Invasive Pest, the Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), Infesting Maize in South Sumatra, Indonesia. *Egyptian Journal of Biological Pest Control* 31, 1–13. doi:10.1186/s41938-021-00470-x.
- Herlinda S, Octariati N, Suwandi S, Hasbi (2020) Exploring Entomopathogenic Fungi from South Sumatra (Indonesia) Soil and Their Pathogenicity Against a New Invasive Maize Pest, *Spodoptera frugiperda*. *Biodiversitas* 21, 2955–2965. doi:10.13057/biodiv/d210711.
- Herlinda S, Suharjo R, Sinaga ME, Fawwazi F, Suwandi S (2021) 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* xxx, 1–8. doi:10.1016/j.jssas.2021.11.003.
- Hirsch PR, Mauchline TH (2012) Who's Who in the Plant Root Microbiome? *Nature Biotechnology* 30, 961–962. doi:10.1038/nbt.2387.

- Hochholdinger F (2019) The Maize Root System: Morphology, Anatomy, and Genetics. 'Handb. Maize Its Biol.' pp. 145–160 doi:10.1007/978-0-387-79418-1.
- Houngbo S, Zannou A, Aoudji A, Sossou HC, Sinzogan A, Sikirou R, Vodounon HST, Adomou A, Ahanch A (2020) Farmers' Knowledge and Management Practices of Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) in Benin, West Africa. *Agriculture* 10, 1–15.
- Hubbard M, Germida JJ, Vujanovic V (2013) Fungal Endophytes Enhance Wheat Heat and Drought Tolerance in Terms of Grain Yield and Second-Generation Seed Viability. *Journal of Applied Microbiology* 116, 109–122. doi:10.1111/jam.12311.
- Jing D, Guo J, Jiang Y, Zhao J, Sethi A, He K, Wang Z (2020) Initial Detections and Spread of Invasive *Spodoptera frugiperda* in China and Comparisons with Other Noctuid Larvae in Cornfields Using Molecular Techniques. *Insect Science* 27, 780–790. doi:10.1111/1744-7917.12700.
- Kaszak DB (2014) Cordyceps Fungi as Natural Killers, New Hopes for Medicine and Biological Control Factors. *Annals of parasitology* 60, 151–158.
- Kaul S, Gupta S, Ahmed M, Dhar MK (2012) Endophytic Fungi From Medicinal Plants: a Treasure Hunt For Bioactive Metabolites. *Phytochemistry Reviews* 11, 487–505. doi:10.1007/s11101-012-9260-6.
- Keppanan R, Sivaperumal S, Ramos Aguila LC, Hussain M, Bamisile BS, Dash CK, Wang L (2018) Isolation and Characterization of *Metarhizium anisopliae* TK29 and its Mycoinsecticide Effects Against Subterranean Termite *Coptotermes formosanus*. *Microbial Pathogenesis* 123, 52–59. doi:10.1016/j.micpath.2018.06.040.
- Machado BB, Orue JPM, Arruda MS, Santos C V, Sarath DS, Goncalves WN, Silva GG, Pistori H, Railda A, Rodrigues-jr JF (2016) BioLeaf: A Professional Mobile Application to Measure Foliar Damage Caused by Insect Herbivory. *Computers and Electronics in Agriculture* 129, 44–55. doi:10.1016/j.compag.2016.09.007.
- Maharani Y, Dewi KV, Puspasari LT, Rizkie L, Hidayat Y, Dono D (2019) 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, 38–46.
- Mahmood Z, Steenberg T, Mahmood K, Labouriau R, Kristensen M (2019) Endophytic *Beauveria bassiana* in Maize Affects Survival and Fecundity of The Aphid *Sitobion Avenae*. *Biological Control* 137, 1–7. doi:10.1016/j.biocontrol.2019.104017.
- Maina, Zakaria D, Galadima IB, Gambo FM (2018) A Review On The Use Of



Entomopathogenic Fungi In The Management Of Insect Pests Of Field Crops. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 6, 27–32.

Marheni S, Oemry S (2015) Uji Efektivitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* Terhadap Kepik Hijau (*Nezara viridula* L) (Hemiptera ; Pentatomidae) pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) di Rumah Kaca. *Jurnal Online Agroekoteknologi* 3, 320–327.

Mascarin GM, Jaronski ST (2016) The Production and Uses of *Beauveria bassiana* as a Microbial Insecticide. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 32, 1–26. doi:10.1007/s11274-016-2131-3.

Mondal S, Baksi S, Koris A, Vatai G (2016) Journey of Enzymes in Entomopathogenic Fungi. *Pacific Science Review A: Natural Science and Engineering* 18, 85–99. doi:10.1016/j.pusra.2016.10.001.

Montezano DG, Specht A, Sosa-gómez DR, Brasília U De, Roque V, Sausa JC (2018) Host Plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera : Noctuidae) In the Americas. *African Entomology* 26, 287–300.

Moosavi SG (2012) The Effect of Water Deficit Stress and Nitrogen Fertilizer Levels on Morphology Traits, Yield and Leaf Area Index in Maize. *Pak J Bot* 44, 1351–1355.

Nisa AC (2020) Patogenesitas Isolat Jamur Entomopatogen Asal Sumatera Selatan yang Dibiakan di Media Cair Terhadap Larva *Spodoptera frugiperda*. *Skripsi Program St.*

Nisa H, Kamili AN, Nawchoo IA, Bhat MS (2018) Isolation and Identification of Endophytic Fungi from *Artemisia scoparia* (Asteraceae). *International Journal of Theoretical & Applied Sciences* 10, 83–88.

Nleya T, Kleinjan J (2019) Corn Growth and Development. *I Grow Corn* Chapter 5, 6–7.

Nonci N, Kalgutny, Hary S, Mirsam H, Muis A, Azrai M, Aqil M (2019) ‘Pengenalan Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) Hama Baru Pada Tanaman Jagung Di Indonesia.’

Norjmaa U, D N, B E, D B (2019) Morphological and Molecular Identification of *Beauveria bassiana* From Agricultural Soils. *Mongolian Journal of Agricultural Sciences* 27, 20–24. doi:10.5564/mjas.v27i02.1280.

Orquídea P-G, Raúl R-G, López-Arroyo JI, Sandoval-Coronado CF, Maldonado-Blanco MG (2016) Effect of Mexican *Hirsutella citriformis* (Hypocreales: Ophiocordycipitaceae) Strains on *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) and the Predators *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae) and *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae). *Florida Entomologist* 99, 509–515. doi:10.1653/024.099.0325.

- Ortiz-Urquiza A, Luo Z, Keyhani NO (2014) Improving Mycoinsecticides for Insect Biological Control. *Applied Microbiology and Biotechnology* 9, 1–13. doi:10.1007/s00253-014-6270-x.
- Overton K, Maino JL, Day R, Umina PA, Bett B, Carnovale D, Ekesi S, Meagher R, Reynolds OL (2021) Global Crop Impacts, Yield Losses and Action Thresholds for Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda*): A review. *Crop Protection* 145, 1–15. doi:10.1016/j.cropro.2021.105641.
- Pathania P, Joshi M, Sagar A (2015) Morphological, Physiological and Molecular studies on wildy collected *Cordyceps militaris* from North West Himalayas, India. *European Journal of Biotechnology and Bioscience* 3, 53–62.
- Pedrini N, Ortiz-Urquiza A, Huarte-Bonnet C, Zhang S, Keyhani NO (2013) Targeting of Insect Epicuticular Lipids by The Entomopathogenic Fungus *Beauveria bassiana*: Hydrocarbon Oxidation Within the Context of a Host-Pathogen Interaction. *Frontiers in Microbiology* 4, 1–18. doi:10.3389/fmicb.2013.00024.
- Rajula J, Rahman A, Krutmuang P (2020) Entomopathogenic Fungi in Southeast Asia and Africa and Their Possible Adoption in Biological Control. *Biological Control* 151, 1–8. doi:10.1016/j.biocontrol.2020.104399.
- Renuka S, Ramanujam B, Poornesha B (2016) Endophytic Ability of Different Isolates of Entomopathogenic Fungi *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin in Stem and Leaf Tissues of Maize (*Zea mays* L.). *Indian Journal of Microbiology*. doi:10.1007/s12088-016-0574-8.
- Romero - Resquín G, Jurado-Garrido I, Delso C, Ríos-moreno A, Quesada-moraga E (2016) Transient Endophytic Colonizations of Plants Improve the Outcome of Foliar Applications of Mycoinsecticides Against Chewing Insects. *Journal of Invertebrate Pathology* 136, 23–31. doi:10.1016/j.jip.2016.03.003.
- 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, 2365–2373. doi:10.13057/biodiv/d190647.
- Sahayaraj K, Borgio JAF, Kumar SM (2012) First Record of *Aspergillus flavus* as a Fungal Pathogen of the Predator *Rhynocoris marginatus* (Hemiptera: Reduviidae). *EntomoBrasilis* 5, 80–81.
- Salazar-Mendoza P, Rodriguez-Saona C, Aparecido Fernandes O (2020) Release Density, Dispersal capacity, and Optimal Rearing Conditions for *Telenomus remus*, An Egg Parasitoid of *Spodoptera frugiperda*, in Maize. *Biocontrol Science and Technology* 30, 1040–1059. doi:10.1080/09583157.2020.1776841.

- Scott MP, Emery M (2016) 'Maize: Overview.' (Elsevier Ltd.) doi:10.1016/B978-0-12-394437-5.00022-X.
- Seye F, Bawin T, Boukraa S, Zimmer JY, 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, 453–458. doi:10.1007/s13355-014-0273-z.
- Shi shuai G, HE L mei, HE W, YAN R, , WU K ming (2021) Laboratory-based Flight Performance of The Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Journal of Integrative Agriculture* 20, 707–714. doi:10.1016/S2095-3119(20)63166-5.
- Shylesha AN, Jalali SK, Gupta A, Varshney R, Venkatesan T, Shetty P, Ojha R, Ganicer PC, Navik O, Suharbani K, Bakthvatsalah, Ballal C (2018) Studies on New Invasive Pest *Spodoptera frugiperda* (J . E . Smith) (Lepidoptera : Noctuidae) and Its Natural Enemies. *Jurnal of Biological Control* 32, 1–6. doi:10.18311/jbc/2018/21707.
- Da Silva MD, Bueno ADF, Andrade K, Stecca S, Oliveira PM (2017) Biology and Nutrition of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera : Noctuidae) Fed on Different Food Sources. *Scientia Agricola* 74, 18–31.
- Silva CAL, Silva GA, Henrique P, Abib N, Carolino AT, Samuels RI (2020) Endophytic Colonization of Tomato Plants by The Entomopathogenic Fungus *Beauveria bassiana* For Controlling The South American Tomato Pinworm, *Tuta Absoluta*. *CABI Agriculture and Bioscience* 1, 1–9. doi:10.1186/s43170-020-00002-x.
- Simmons DR, Kepler RM, Rehner SA, Groden E (2015) Phylogeny of *Hirsutella* sp. (Ophiocordycipitaceae) from the USA: Remediating the Paucity of *Hirsutella* sequence data. *IMA Fungus* 6, 345–356. doi:10.5598/imafungus.2015.06.02.06.
- Sinha KK, Choudhary AK, Kumari P (2016) 'Entomopathogenic Fungi.' doi:10.1016/B978-0-12-803265-7.00015-4.
- Sisay B, Simiyu J, Mendesil E, Likhayo P, Ayalew G, Mohamed S, Subramanian S, Tefera T (2019) Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* infestations in East Africa: Assessment of damage and parasitism. *Insects* 10, 1–10. doi:10.3390/insects10070195.
- Suleman R, Kandownagko NY, Abdul A (2019) Karakterisasi Morfologi dan Analisis Proksimat Jagung (*Zea mays*, L.) Varietas Momola Gorontalo. *Jombura Edu Biosfer Journla* 1, 72–81.
- Sumikarsih E, Herlinda S, Pujiastuti Y (2019) Conidial Density and Viability of *Beauveria bassiana* Isolates From Java and Sumatra and Their Virulence Against *Nilaparvata lugens* at Different Temperatures. *Agrivita* 41, 335–350.

doi:10.17503/agrivita.v41i2.2105.

- Sun B-T, Akutse KS, Xia X-F, Chen J-H, Ai X, Tang Y, Wang Q, Feng B-W, Goettel MS, You M-S (2018) Endophytic Effects of *Aspergillus oryzae* On Radish (*Raphanus sativus*) and Its Herbivore, *Plutella xylostella*. *Planta* 248, 705–714. doi:10.1007/s00425-018-2928-4.
- Toledo A V., Simurro ME, Balatti PA (2013) Morphological and Molecular Characterization of a Fungus, *Hirsutella* sp., Isolated from Planthoppers and Psocids in Argentina. *Journal of Insect Science* 13, 1–11. doi:10.1673/031.013.1801.
- Wang C, Huang Y, Zhao J, Ma Y, Xu X, Wan Q, Li H, Yu H, Pan B (2019) First Record of *Aspergillus oryzae* as An Entomopathogenic Fungus Against the Poultry Red Mite *Dermanyssus gallinae*. *Veterinary Parasitology* 271, 57–63. doi:10.1016/j.vetpar.2019.06.011.
- Wei QY, Li Y-Y, Xu C, Xia Y, Ya W, Zhang R, Liu H (2020) Endophytic Colonization by *Beauveria bassiana* Increases the Resistance of Tomatoes Against *Bemisia tabaci*. *Arthropod-Plant Interactions* 14, 289–300. doi:10.1007/s11829-020-09746-9.
- Yosri M, Abdel-Aziz MM, Sayed RM (2018) Larvicidal Potential of Irradiated Myco-insecticide from *Metarhizium anisopliae* and Larvicidal Synergistic Effect with Its Mycosynthesized Titanium Nanoparticles (TiNPs). *Journal of Radiation Research and Applied Sciences* 11, 1–7. doi:10.1016/j.jrras.2018.06.001.
- Zekeya N, Mtambo M, Ramasamy S, Chacha M, Ndakidemi PA, Mbega ER (2019) First Record of An Entomopathogenic Fungus of Tomato Leafminer, *Tuta Absoluta* (Meyrick) in Tanzania. *Biocontrol Science and Technology* 29, 626–637. doi:10.1080/09583157.2019.1573972.
- Zhang P, You Y, Song Y, Wang Y, Zhang L (2015) First Record of *Aspergillus oryzae* (Eurotiales: Trichocomaceae) as An Entomopathogenic Fungus of the Locust, *Locusta migratoria* (Orthoptera: Acrididae). *Biocontrol Science and Technology* 25, 1285–1298. doi:10.1080/09583157.2015.1049977.