

SKRIPSI

**JAMUR ENTOMOPATOGEN YANG BERSIFAT ENDOFIT
DAN NON ENDOFIT ASAL SERANGGA DARI SUMATERA
SELATAN PADA JAGUNG DAN PATOGENISITASNYA
TERHADAP LARVA *Spodoptera frugiperda***

***ENDOPHYTIC AND NON ENDOPHYTIC
ENTOMOPATHOGENIC FUNGI FROM INSECTS SOUTH
SUMATERA ON MAIZE AND THEIR PATHOGENICITY
AGAINST *Spodoptera frugiperda* LARVAE***



**Dya Anastasya Gumai
05081281823035**

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

SUMMARY

DYA ANASTASYA GUMAL, Endophytic and Non Endophytic Entomopathogenic Fungi from Insects South Sumatera On Maize and Their Pathogenicity Against *Spodoptera frugiperda* Larvae (Supervised by **SITI HERLINDA**).

Spodoptera frugiperda is an important pest of maize that can cause damage to crops and even death. The major damage of the plant causes the death of maize plants. *S. frugiperda* larvae were active in attacking almost all parts of the plant and all plant stages. Endophytic fungi control is more effective because the fungi can enter plant tissues. The purpose of this study was to determine the endophytic entomopathogenic fungi and to test the pathogenicity of endophytic entomopathogenic fungi against *S. frugiperda* larvae.

In this study, the isolats used were isolats from insects found in South Sumatra. This study was carried out with two experiments designed according to a completely randomized design (CRD) with the treatment of 11 isolats with codes JGTP240521A, JGTP240521B, JGTS240521, JGMA260521, JGTB280521A, JGTB280521B, JGSR300521, JGCJ300521A, JGCJ300521B, JGND3005211, and control JGNT3105211, respectively. three times. The methods used in this study, namely the test of fungal colonization on maize leaves and the test of potential entomopathogenic fungi that were proven to be endophytic against larvae *S. frugiperda* larvae. The variables observed in this study included conidia density, conidia viability, leaf area eaten, larval body weight, larval droppings weight, larval mortality, LT50, LT95, percentage of pupae appeared, normal and abnormal pupae, weight and length of pupae, number of imago appeared, normal and abnormal imago, body length and wing span of imago, life span of imago, number of eggs laid, number of hatching larvae, number of unhatched larvae, and the effect of entomopathogenic fungi on the growth of maize seedlings.

The results found 5 isolats of entomopathogenic fungi that have been tested for confirmation and colonization of fungi on corn leaves, namely JGTP240521A, JGTB280521B, JGSR300521, JGCJ300521A, and JGNT310521. Based on the appearance of macroscopic and microscopic structures of endophytic entomopathogenic fungi that are from the genus *Beauveria* sp. The highest percentage of endophytic fungal colonization on maize leaves was found in isolat JGNT310521, which was 73.33%. The highest mortality was found in isolat JGNT310521 with mortality reaching 30.66% and LT50 and LT95, namely 19.06 days and 38.32 days, respectively. The lowest percentage of pupae and imago that appeared was in isolat JGNT310521, namely 46.67% and 38.67%, respectively. The male and female life span of *S. frugiperda* imago was lowest found in isolat JGSR300521 with an average of 3 days. The number of *S. frugiperda* eggs lowest and imago appeared in isolat JGSR300521, namely 72.67 and 55.67.

The conclusion of this study was the discovery of 5 isolats of endophytic entomopathogenic fungi from South Sumatra, namely JGTP240521A, JGTB280521B, JGSR300521, JGCJ300521A, and JGNT310521. The highest percentage of endophytic fungal colonization on maize seed was obtained from isolat JGNT310521. The endophytic entomopathogenic fungus isolat that had the highest pathogenicity in controlling *S. frugiperda* larvae was isolat JGNT310521.

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

RINGKASAN

DYA ANASTASYA GUMAI, Jamur Entomopatogen yang Bersifat Endofit dan Non Endofit Asal Serangga dari Sumatera Selatan pada Jagung dan Patogenisitasnya Terhadap Larva *Spodoptera frugiperda* (Dibimbing oleh **SITI HERLINDA**).

Spodoptera frugiperda merupakan hama penting pada tanaman jagung yang dapat menyebabkan tanaman rusak bahkan mati. Kerusakan pada bagian pucuk tanaman menyebabkan kematian pada tanaman jagung. Larva *S. frugiperda* aktif menyerang hampir seluruh bagian tanaman jagung dengan semua stadia tanaman jagung. Pengendalian jamur yang bersifat endofit lebih efektif karena jamur mampu masuk kedalam jaringan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jamur entomopatogen yang bersifat endofit dan menguji patogenisitas jamur entomopatogen endofit terhadap larva *S. frugiperda*.

Dalam penelitian ini isolat yang digunakan merupakan isolat yang berasal dari serangga yang ditemukan di Sumatera Selatan. Penelitian ini dilaksanakan dengan dua percobaan yang dirancang menurut Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan 11 isolat dengan kode JGTP240521A, JGTP240521B, JGTS240521, JGMA260521, JGTB280521A, JGTB280521B, JGSR300521, JGCJ300521A, JGCJ300521B, JGND300521, JGNT310521 dan control (air steril) dan ulangan sebanyak tiga kali. Metode yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu 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_{50} , LT_{95} , persentase pupa muncul, pupa normal dan abnormal, berat dan panjang pupa, jumlah imago muncul, imago normal dan abnormal, panjang badan dan rentang sayap imago, umur hidup imago, jumlah telur yang diletakkan, jumlah larva menetas, jumlah larva tidak menetas, dan pengaruh jamur entomopatogen terhadap pertumbuhan bibit jagung.

Hasil penelitian ditemukan 5 isolat jamur entomopatogen yang telah diuji konfirmasi dan kolonisasi jamur pada daun jagung yakni JGTP240521A, JGTB280521B, JGSR300521, JGCJ300521A, dan JGNT310521. Berdasarkan penampakan secara makroskopis dan mikroskopis struktur jamur entomopatogen endofit yakni berasal dari genus *Beauveria* sp. Persentase kolonisasi jamur endofit pada daun jagung yang tertinggi terdapat pada isolat JGNT310521 yaitu 73.33%. Mortalitas tertinggi terdapat pada isolat JGNT310521 dengan mortalitas mencapai 30.66% dan LT_{50} dan LT_{95} yakni 19.06 hari dan 38.32 hari. Persentase pupa dan imago yang muncul terendah terdapat pada isolat JGNT310521 yakni 46.67% dan 38.67%. Jumlah telur *S. frugiperda* terendah dan imago muncul terdapat pada isolat JGSR300521 yakni 72.67 butir dan 55.67 ekor.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah ditemukannya 5 isolat jamur entomopatogen yang bersifat endofit asal serangga Sumatera Selatan yaitu JGTP240521A, JGTB280521B, JGSR300521, JGCJ300521A, dan JGNT310521. Persentase kolonisasi jamur endofit pada benih jagung tertinggi diperoleh pada isolat JGNT310521. Isolat jamur entomopatogen endofit yang memiliki

patogenesitas tertinggi dalam mengendalikan larva *S. frugiperda* yakni isolat JGNT310521.

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

SKRIPSI

**JAMUR ENTOMOPATOGEN YANG BERSIFAT ENDOFIT
DAN NON ENDOFIT ASAL SERANGGA DARI SUMATERA
SELATAN PADA JAGUNG DAN PATOGENISITASNYA
TERHADAP LARVA *Spodoptera frugiperda***

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



Dya Anastasya Gumai
05081281823035

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

LEMBAR PENGESAHAN

**JAMUR ENTOMOPATOGEN YANG BERSIFAT ENDOFIT
DAN NON ENDOFIT ASAL SERANGGA DARI SUMATERA
SELATAN PADA JAGUNG DAN PATOGENISITASNYA
TERHADAP LARVA *Spodoptera frugiperda***

SKRIPSI

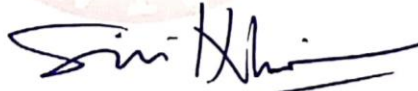
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh :

Dya Anastasya Gumai
05081281823035

Indralaya, Desember 2021

Pembimbing



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

**Mengetahui,
Dekan Fakultas
Fakultas Pertanian Unsri**




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

Skripsi dengan judul “Jamur Entomopatogen yang Bersifat Endofit dan Non Endofit Asal Serangga dari Sumatera Selatan pada Jagung dan Patogenisitasnya Terhadap Larva *Spodoptera frugiperda*” oleh Dya Anastasya Gumai telah dipertahankan dihadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 17 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. Arsi, S. P, M. Si NIPUS 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
Proteksi Tanaman


Dr. Ir. Suparman SHK
NIP 196001021985031019

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dya Anastasya Gumai

NIM : 05081281823035

Judul : Jamur Entomopatogen yang Bersifat Endofit dan Non Endofit Asal Serangga dari Sumatera Selatan pada 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



Dya Anastasya Gumai

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kayuagung, Kabupaten Ogan Komering Ilir pada tanggal 31 Agustus 2000. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis dilahirkan dari orang tua yang bernama Bapak Syamsuri dan Ibu Ida Farida.

Penulis memulai pendidikan pada tahun 2005 di TK Permata Bunda Jaya, Mesuji dan melanjutkan pendidikannya di Kota Kayuagung yakni SMP Negeri 01 Kayuagung selama tiga tahun dan SMA Negeri 02 Kayuagung selama tiga tahun. Kemudian pada tahun 2018, penulis tercatat sebagai Mahasiswi di Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya melalui jalur SBMPTN.

Selama menjadi mahasiswi di Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, penulis aktif dalam berbagai kegiatan. Dalam kegiatan keorganisasian, penulis tercatat pernah menjadi anggota Departemen Pengembangan dan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia (PPSDM) di Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPRO) pada tahun 2018-2019 dan menjadi bendahara Dana Usaha (DANUS) di Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman pada tahun 2019-2020. Selain itu, penulis juga aktif dalam bidang akademik yakni menjadi asisten praktikum pada matakuliah Entomologi dan Dasar-dasar Pelindungan Tanaman pada periode 2020-2021, Ekologi Serangga pada periode 2021-2022 dan Dasar-dasar Pelindungan Tanaman pada periode 2021-2022.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan proposal penelitian dengan judul “Jamur Entomopatogen yang Bersifat Endofit dan Non Endofit Asal Serangga dari Sumatera Selatan pada Jagung dan Patogenisitasnya Terhadap Larva *Spodoptera frugiperda*.”

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda. M.Si selaku pembimbing atas kesabaran dan perhatiannya telah memberikan arahan dan bimbingan mulai dari awal perencanaan, pelaksanaan hingga penelitian sampai akhir penyusunan dan penulisannya dalam skripsi ini. Ucapan terimakasih penulis sampaikan juga untuk kedua orangtua yang memberikan doa dan dukungannya, rekan-rekan seperjuangan lab entomologi dan teman-teman HPT 2018, laboran laboratorium, dan seluruh pihak yang membantu dalam penyelesaian penulisan skripsi ini. 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.

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

Indralaya, Desember 2021

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Hipotesis.....	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB 2.....	4
TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Taksonomi <i>Spodoptera frugiperda</i>	4
2.2. Morfologi dan Bioekologi <i>Spodoptera frugiperda</i>	4
2.3. Perilaku <i>Spodoptera frugiperda</i>	6
2.4. Tanaman Inang dan Gejala Serangan <i>Spodoptera frugiperda</i>	6
2.5. Tanaman Jagung.....	7
2.5.1. Syarat Tumbuh Tanaman Jagung	7
2.5.2. Morfologi Tanaman Jagung	7
2.6. Jamur Entomopatogen Endofit.....	9
2.7. <i>Metarhizium anisopliae</i>	10
2.7.1 Taksonomi <i>Metarhizium anisopliae</i>	10
2.7.2. Morfologi <i>Metarhizium anisopliae</i>	11
2.7.3. Mekanisme Menyerang <i>Metarhizium anisopliae</i>	11
2.7.4. Gejala Serangan <i>Metarhizium anisopliae</i>	12
2.8. <i>Beauveria bassiana</i>	13
2.8.1. Taksonomi <i>Beauveria bassiana</i>	13
2.8.2. Morfologi <i>Beauveria bassiana</i>	13
2.8.4. Gejala Serangan <i>Beauveria bassiana</i>	15
2.9. <i>Aspergillus</i> sp.	15
2.9.1. Taksonomi <i>Aspergillus</i> sp.	15
2.9.2. Morfologi <i>Aspergillus</i> sp.....	16
2.9.3. Mekanisme Serangan <i>Aspergillus</i> sp.	16
2.9.4. Gejala serangan <i>Aspergillus</i> sp.	17
2.10. Mekanisme dan Siklus hidup Jamur Entomopatogen	17
BAB 3.....	21
PELAKSANAAN PENELITIAN	21
3.1. Tempat dan Waktu	21
3.2. Alat dan Bahan.....	21

3.3. Metode Penelitian.....	21
3.4. Cara kerja	22
3.4.1 Persiapan Serangga Uji	22
3.4.2 Sterilisasi Alat dan Bahan	22
3.4.3 Pembugaran Jamur Entomopatogen Asal Serangga	23
3.4.4 Perhitungan Kerapatan Spora dan Viabilitas	26
3.4.5. Sterilisasi Permukaan.....	27
3.4.6 Persiapan Tanaman Hidroponik.....	27
3.4.7 Uji Pemacu Pertumbuhan Tanaman Jagung	28
3.4.8 Uji Patogenesitas Isolat Jamur Endofit	30
3.4.9 Uji Konfirmasi dan Identifikasi Jamur yang Mengkolonisasi Daun...	32
3.4.10. Uji Konfirmasi dan Identifikasi Jamur yang Menginfeksi Serangga	32
3.5. Analisis Data	32
BAB 4.....	34
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1. Hasil	34
4.1.1. Kolonisasi Jamur Endofit pada Bibit Jagung.....	34
4.1.2. Kerapatan Konidia dan Viabilitas	34
4.1.3. Luas daun yang dimakan (LDD).....	37
4.1.4. Berat Larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	37
4.1.5. Berat Kotoran Larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	44
4.1.6. Mortalitas LT_{50} dan LT_{95} larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	44
4.1.7. Persentase Pupa Muncul	50
4.1.8. Berat Pupa dan Panjang Pupa	50
4.1.9. Persentase Imago Muncul Normal dan Tidak Normal.....	50
4.1.10. Panjang Badan dan Rentang Sayap Imago.....	50
4.1.11. Lama Hidup Imago, Jumlah Telur yang Diletakkan, dan Jumlah Telur yang Menetas	54
4.1.12. Pengaruh Jamur Terhadap Pertumbuhan Bibit Jagung	54
4.2. Pembahasan.....	64
BAB 5.....	67
KESIMPULAN DAN SARAN.....	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN.....	78

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Morfologi <i>Spodoptera frugiperda</i>	5
Gambar 2.2. Imago betina <i>Spodoptera frugiperda</i>	5
Gambar 2.3. Gejala serangan larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	7
Gambar 2.4. Morfologi dan proses pertumbuhan bibit jagung	8
Gambar 2.5. Beberapa jenis jamur entomopatogen	10
Gambar 2.6. Mikroskopis <i>Metarhizium anisopilae</i>	11
Gambar 2.7. Perkembangan mikosis <i>Metarhizium</i> sp.	13
Gambar 2.8. Morfologi isolat <i>Beauveria bassiana</i>	14
Gambar 2.9. Siklus hidup jamur <i>Beauveria bassiana</i>	14
Gambar 2.10. Gejala serangan larva ulat sutera yang terinfeksi jamur.....	15
Gambar 2.11. Identifikasi <i>Aspergillus niger</i>	16
Gambar 2.12. Larva <i>Tenebrio molitor</i> yang terinfeksi <i>Aspergillus</i> sp.....	17
Gambar 2.13. Mekanisme serangan jamur entomopatogen	18
Gambar 2.14. Siklus hidup jamur entomopatogen.....	19

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Jumlah Daun yang Ditumbuhi Jamur Endofit Hari ke-7 (%)...	78
Lampiran 2. Jumlah Daun yang Ditumbuhi Jamur Endofit Hari ke-14(%)..	79
Lampiran 3. Kerapatan konidia jamur endofit (1×10^8 konidia/ mL)	80
Lampiran 4. Viabilitas konidia jamur endofit (%)	80
Lampiran 5. Luas daun yang dimakan oleh larva <i>Spodoptera frugiperda</i> selama 12 hari pengamatan ($\text{cm}^2/\text{hari/ekor}$)	81
Lampiran 6. Berat larva <i>Spodoptera frugiperda</i> selama 13 hari pengamatan (mg/ekor)	83
Lampiran 7. Berat kotoran larva <i>Spodoptera frugiperda</i> selama 12 hari pengamatan (mg/ekor/hari)	85
Lampiran 8. Mortalitas larva <i>Spodoptera frugiperda</i> (%)	87
Lampiran 9. Rata-rata berat pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> (mg)	89
Lampiran 10. Rata-rata panjang pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> (cm)	89
Lampiran 11. Jumlah pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> yang muncul (%)	90
Lampiran 12. Jumlah pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> yang normal(%)	90
Lampiran 13. Jumlah pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> yang abnormal (%)	91
Lampiran 14. Panjang tubuh imago jantan (cm)	91
Lampiran 15. Jumlah imago <i>Spodoptera frugiperda</i> yang muncul (%)	92
Lampiran 16. Jumlah imago <i>Spodoptera frugiperda</i> yang normal (%)	92
Lampiran 17. Jumlah imago <i>Spodoptera frugiperda</i> yang abnormal (%)	93
Lampiran 18. Panjang tubuh imago betina (cm)	93
Lampiran 19. Rentang sayap imago jantan (cm)	94
Lampiran 20. Rentang sayap imago betina (cm)	95
Lampiran 21. Lama hidup imago jantan (hari)	95
Lampiran 22. Lama hidup imago betina (hari)	96
Lampiran 23. Jumlah telur yang diletakan imago(butir/betina)	96
Lampiran 24. Jumlah telur yang menetas (butir/betina)	97
Lampiran 25. .Telur larva yang tidak menetas (butir/betina)	97
Lampiran 26. Persentase daya kecambah benih jagung 2x24 jam (%)	98
Lampiran 27. Berat basah bibit jagung (g)	98
Lampiran 28. Berat kering tajuk bibit jagung (g)	99
Lampiran 29. Berat kering akar bibit jagung (g)	99

Lampiran 30. Tinggi bibit jagung setelah 7 HST (cm)	100
Lampiran 31. Tinggi bibit jagung setelah 14 HST (cm)	100
Lampiran 32. Panjang daun bibit jagung setelah 7 HST (cm)	101
Lampiran 33. Panjang daun bibit jagung (cm) setelah 14 HST	101
Lampiran 34. Lebar daun bibit jagung setelah 7 HST (cm).....	102
Lampiran 35. Lebar daun bibit jagung setelah 14 HST (cm).....	102
Lampiran 36. Jumlah daun bibit jagung setelah 7 HST (helai)	103
Lampiran 37. Jumlah daun bibit jagung setelah 14 HST (helai)	103
Lampiran 38. Panjang akar bibit jagung setelah 14 HST (cm).....	104
Lampiran 39. Suhu larutan saat bibit jagung berumur 7 HST (°C)	104
Lampiran 40. Suhu larutan saat bibit jagung berumur 14 HST (°C)	105
Lampiran 41. . Konsentrasi larutan 7 HST (ppm).....	105
Lampiran 42. Konsentrasi larutan 14 HST (ppm).....	106
Lampiran 43. Volume air yang berkurang pada hari ke-7 (mL).....	106
Lampiran 44. Volume air yang berkurang pada hari ke-14 (mL).....	107
Lampiran 45. Jumlah oksigen terlarut pada hari ke-7 (mg/L)	107
Lampiran 46. Jumlah oksigen terlarut pada hari ke-14 (mg/L)	108
Lampiran 47. Jumlah oksigen yang dikonsumsi oleh tiap bibit jagung (mg/L).....	108
Lampiran 48. Rata-rata suhu (°C)	109
Lampiran 49. Rata-rata kelembaban (%)	111

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Spodoptera frugiperda (Lepidoptera : Noctuidae) merupakan serangga invasif (Maharani *et al.*, 2019) yang berasal dari Negara Amerika (Montezano *et al.*, 2018) dan juga sebagai hama utama pada areal tanaman jagung (*Zea mays*) di Indonesia terutama di beberapa wilayah di Sumatera dan provinsi Lampung (Lestari *et al.*, 2020). Di Sumatera Selatan, tingkat keparahan serangan larva *S. frugiperda* mencapai 11.05-65% (Herlinda, Suharjo, *et al.*, 2021). *S. frugiperda* menyerang tanaman jagung pada fase larva (Mukkun *et al.*, 2021; Supartha *et al.*, 2021). Larva *S. frugiperda* aktif menyerang hampir seluruh bagian tanaman jagung (daun, pucuk, tongkol jagung) dengan semua stadia tanaman jagung (Prasanna *et al.*, 2018). Kerusakan akibat *S. frugiperda* dapat menyebabkan penurunan hasil yang signifikan yaitu 28% pertanaman (Trisyono *et al.*, 2019) Serangan *S. frugiperda* di Afrika pada tanaman jagung menyebabkan kerugian hingga mencapai 8.3-20.6 juta ton pertahun atau berkisar US\$ 2.481-6.187 juta per tahun (Ginting *et al.*, 2020). Dilaporkan *S. frugiperda* menyebabkan kehilangan hasil sebesar 45% di Ghana dan 40% di Zambia (Day *et al.*, 2017). Di India pada tanaman jagung dan tebu sebesar 35% (Chormule *et al.*, 2019), 15-73% di Nikaragua, Di Ethiopia dan Kenya mencapai 93-97% pada tanaman jagung (Kumela *et al.*, 2018) serta berpotensi kehilangan 100% di Nepal. Jika tidak dilakukan pengendalian karena iklim sangat sesuai bagi perkembangan hama (Bhusal & Chapagain, 2020).

Tingginya kerusakan yang disebabkan oleh *S. frugiperda* mendorong untuk dilakukannya pengendalian. Pengendalian yang aman dan efektif serta tidak berdampak pada lingkungan adalah pengendalian hayati. Kematian serangga akibat sakit hingga 80% disebabkan oleh jamur (Alejandra *et al.*, 2017). Pengendalian hayati dengan memanfaatkan jamur entomopatogen potensi sebagai biocontrol terhadap hama karena relatif aman bagi serangga non target (Ngangambe & Mwatawala, 2020). Selain itu, jamur entomopatogen dapat bertindak sebagai saprofit pada bahan

organik dan dapat hidup endofit beberapa tanaman (Niu *et al.*, 2019). Spesies jamur yang telah banyak digunakan untuk mengendalikan *S. frugiperda* yaitu *Beauveria bassiana* (Mwamburi, 2021) dan *Metarhizium* spp (Herlinda *et al.*, 2020). Mekanisme jamur entomopatogen untuk masuk kedalam inang dilakukan secara kontak. Sehingga kurang efektif apabila pengendalian dengan menggunakan jamur entomopatogen karena larva *S. frugiperda* hanya keluar pada pagi hari untuk mencari pakan dan selebihnya masuk kedalam gulungan daun muda jagung (Shylesha *et al.*, 2018).

Di Indonesia, baru sedikit informasi mengenai jamur entomopatogen yang bersifat endofit. Kebaharuan dari penelitian ini memanfaatkan jamur entomopatogen yang diisolasi dari larva yang terinfeksi asal Sumatera Selatan yang bersifat endofit yang mampu memacu pertumbuhan tanaman jagung dan sebagai pengendali hayati *S. frugiperda*. Jamur entomopatogen endofit adalah jamur yang hidup di dalam jaringan tanaman tanpa menimbulkan gejala apapun pada tanamannya sekaligus menjadi parasit dan membunuh serangga (Branine *et al.*, 2019). Jamur entomopatogen yang banyak ditemukan sebagai endofit adalah jamur *B. bassiana*, *Curvularia lunata* (Herlinda, Gustianingtyas, *et al.*, 2021) dan *Metarhizium* sp (Keppanan *et al.*, 2018). Jamur entomopatogen endofit memiliki kelebihan yaitu mampu bertindak sebagai racun kontak dan racun lambung serta mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman (Gustianingtyas *et al.*, 2021).

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. apakah dari 11 isolat jamur entomopatogen yang berasal dari serangga bersifat endofit atau tidak?
2. bagaimana patogenisitas jamur entomopatogen yang terbukti endofit terhadap *S. frugiperda*?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. untuk menentukan jamur entomopatogen apa saja yang berasal dari serangga yang bersifat endofit dan tidak endofit.
2. untuk menentukan patogenisitas jamur entomopatogen yang terbukti endofit terhadap larva *S. frugiperda*.

1.4. Hipotesis

Adapun hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah :

1. diduga terdapat lima jamur entomopatogen yang berasal dari serangga bersifat endofit.
2. diduga jamur entomopatogen yang terbukti endofit berpotensi mengendalikan larva *S. frugiperda*.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi serta pengetahuan mengenai jamur entomopatogen yang bersifat endofit terhadap pertumbuhan bibit jagung dan potensinya sebagai pengendali hayati larva *S. frugiperda*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, M., Saeed, S., Wakil, W., Nawaz, A., Iqbal, N., Yasin, M., Arsar, M., Amjad, M., Ahmed, N., Riaz, H., Bilal, H., Hashem, M., & Alamri, S. (2021). Diversity and correlation of entomopathogenic and associated fungi with soil factors. *Journal of King Saud University - Science*, 33(6), 101520.
- Abrar, A., Mughal, T. A., Sarwar, S., Oneeb, M., Malik, K., Saif, S., & Abbas, M. (2020). *Aspergillus pakistanicus* : microscopic and phylogenetic analysis of a new entomopathogenic fungi isolated from the soil of the Changa Manga Forest, Pakistan. *Applied Ecology and Environmental Research*, 3(January), 1–11.
- Afandhi, A., Pertiwi, E. P., Purba, D. P., & Widjayanti, T. (2020). The diversity of entomopathogenic fungi collected from leaves and rhizospheres of rice implementing integrated pest management. *Journal Biodiversitas*, 21(6), 2690–2695.
- Afandhi, A., Rasminah, S., Syamsidi, C., Mimbar, S. M., & 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. *Journal AGRIVITA*, 34(3), 303–310.
- Akutse, K. S., Kimemia, J. W., 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). *Journal of Applied Entomology*, 143(6), 626–634.
- Alejandra, M., Mora, E., Marcelo, A., Castilho, C., & Fraga, M. E. (2017). Classification and infection mechanism of entomopathogenic fungi. *Journal Agrucultural Microbiology*, 84, 1–10.
- Altinok, H. H., Altinok, M. A., & Koca, A. S. (2019). Modes of action of entomopathogenic fungi. *Current Trends in Natural Sciences*, 8(16), 117–124.
- Amin, N. (2013). Diversity of endophytic fungi from root of maize var. Pulut (waxy corn local variety of South Sulawesi, Indonesia). *Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 2(8), 148–154.
- Babu, S. R., Kalyan, R. K., Joshi, S., Balai, C. M., & Mahla, M. K. (2019). Report of an exotic invasive pest the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) on maize in Southern Rajasthan. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7(3), 1296–1300.

- Bamisile, B. S., Senyo Akutse, K., Dash, C. K., Qasim, M., Ramos Aguila, L. C., Ashraf, H. J., Huang, W., Hussain, M., Chen, S., & Wang, L. (2020). Effects of seedling age on colonization patterns of Citrus limon plants by endophytic *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* and their influence on seedlings growth. *Journal of Fungi*, 6(1), 29.
- Bentivenha, J. P. F., Montezano, D. G., Hunt, T. E., Baldin, E. L. L., Peterson, J. A., Victor, V. S., Pannuti, L. E. R., Vélez, A. M., & Paula-Moraes, S. V. (2017). Intraguild interactions and behavior of *Spodoptera frugiperda* and *Helicoverpa* spp. on maize. *Journal Pest Management Science*, 73(11), 2244–2251.
- Bhato, M. A. (2016). Respon pertumbuhan dan hasil jagung (*Zea mays* L.) varietas pioner terhadap berbagai takaran pupuk kandang babi dan jarak tanam. *Savana Cendana*, 1(02), 85–89.
- Bhavani, B., Sekar V, C., Varma P, K., Laksmi M, B., Jamuna, P., & Swapna, B. (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.
- Bhusal, S., & Chapagain, E. (2020). Threats of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) incidence in Nepal and its intergrated management. *Journal of Agriculture and Natural Resources*, 3(1), 345–359.
- BK, V., KD, S., MG, P., & SP, S. (2019). The Influence of infection of *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill, a fungal species (Famili : Clavicipitaceae) on quality of the cocoons of spinned by the larval instars of *Bombyx mori* (L) (Race: PMx CSR2). *Journal of Bacteriology & Mycology: Open Access*, 7(1), 14–18.
- Branine, M., Bazzicalupo, A., & Id, S. B. (2019). Biology and applications of endophytic insect pathogenic fungi. *Journal PLOS Pathogens*, 15(7), 1–7.
- Chormule, A., Shejawal, N., Kalleshwaraswamy, C. M., Asokan, R., & Mahadeva Swamy, H. M. (2019). First report of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae) on sugarcane and other crops from Maharashtra, India. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7(1), 114–117.
- Day, R., Abrahams, P., Bateman, M., Beale, T., Clottey, V., Cock, M., Colmenarez, Y., Corniani, N., Early, R., Godwin, J., Gomez, J., Moreno, P. G., & Murphy, S. T. (2017). Fall armyworm : impacts and implications for Africa. *Journal of Outlooks on Pest Management*, 28(5), 196–201.
- Deole, S., & Paul, N. (2018). First report of fall armyworm ,*Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), their nature of damage and biology on maize crop at Raipur, Chhattisgarh. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(6), 219–221.

- El Husseini, M. M. M. (2019). Efficacy of The entomopathogenic fungus, *Metarhizium anisopliae* (Metsch.), against larvae of the cotton leafworm, *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lepidoptera : Noctuidae), under laboratory conditions. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 29(1), 4–6.
- Elfita, Mardiyanto, Fitriya, Larasati, J. E., Julinar, Widjajanti, H., & Muharni. (2019). Antibacterial activity of *Cordyline fruticosa* leaf extracts and its endophytic fungi extracts. *Journal Biodiversitas*, 20(12), 3804–3812.
- Fan, P. P., Li, Y. Y., Evers, J. B., Ming, B., Wang, C. X., Li, S. K., & Xie, R. Z. (2021). A New empirical equation to describe the vertical leaf distribution profile of maize. *Journal of Agricultural Science*, 14, 676–686.
- Farnia, A., & Mansouri, M. (2015). Study on morphological characteristics of maize (*Zea mays* L.) cultivars under different plant densities. *Indian Journal Of Natural Sciences*, 5(30), 976–997.
- Gabarty, A., Salem, H. M., Fouda, M. A., Abas, A. A., & Ibrahim, A. A. (2014). Pathogenicity induced by the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in agrotisipsilon (Hufn.). *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 7(1), 95–100.
- Ginting, S., Zarkani, A., Hadi Wibowo, R., & Sipriyadi. (2020). New invasive pest, *Spodoptera frugiperda* (J. E. smith) (Lepidoptera: Noctuidae) attacking corn in Bengkulu, Indonesia. *Journal Serangga*, 25(1), 105–117.
- Goergen, G., Kumar, P. L., Sankung, S. B., Togola, A., & Tamò, 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. *Journal Plos One*, 11(10), 1–9.
- 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*. *Jurnal Biodiversitas*, 22(2), 1051–1062.
- Halawa, B., Azwana, A., & Panggabean, E. L. (2019). Sensitivity of larva *Spodoptera litura* against the density of spores of fungi *Metarhizium anisopliae* on the onion plant red (*Allium cepa*) in the laboratory. *Budapest International Research in Exact Sciences (BirEx) Journal*, 1(1), 35–41.
- Hanif, K. I., Herlinda, S., Irsan, C., & Pujiastuti, Y. (2020). The impact of bioinsecticide overdoses of *Beauveria bassiana* on species diversity and abundance of not targeted arthropods in South Sumatra (Indonesia) freshwater swamp paddy. *Journal Biodiversitas*, 21(5), 2124–2136.

- Harabasappa, S., Alleshwaraswamy, C. M. K., Aruthi, M. S. M., & Avithra, H. B. P. (2018). Biology of invasive fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera : Noctuidae) on maize. *Journal of Entomology*, 80(3), 540–543.
- Haryuni, Koernia Dewi, T. S., Suprapti, E., Rahman, S. F., & Gozan, M. (2019). The effect of *Beauveria bassiana* on the effectiveness of *Nicotiana tabacum* extract as biopesticide against *Hypothenemus hampei* to *Robusta coffee*. *International Journal of Technology*, 10(1), 159–166.
- He, L. mei, Wu, Q. lin, Gao, X. wu, & Wu, K. ming. (2021). Population life tables for the invasive fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* fed on major oil crops planted in China. *Journal of Integrative Agriculture*, 20(3), 745–754.
- Herlinda, S., Gustianingtyas, M., Suwandi, S., Suharjo, R., Milinia, J., & Sari, P. (2021). Endophytic fungi confirmed as entomopathogens of the new invasive pest, the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera : Noctuidae), infesting maize in South Sumatra, Indonesia. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 31, 1–13.
- 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*. *Journal Biodiversitas*, 21(7), 2955–2965.
- Herlinda, S., Suharjo, R., Elbi, M., 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(xxxx), 1–8.
- Hochholdinger, F. (2019). Handbook of maize: its biology. In *Handbook of maize: its biology* (pp. 145–160).
- Hochholdinger, F., Marcon, C., Baldauf, J. A., Yu, P., & Frey, F. P. (2018). Proteomics of maize root development. *Journal Frontiers in Plant Science*, 9, 1–7.
- Hutasoit, R. T., Kalqutny, S. H., & Widiarta, I. N. (2020). Spatial distribution pattern, bionomic, and demographic parameters of a new invasive species of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera : noctuidae) in maize of South Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(8), 3576–3582.
- Ibrahim, R., Alahmadi, S., Binnaser, Y. S., & Shawer, D. (2019). Seasonal prevalence and histopathology of *Beauveria bassiana* infecting larvae of the leopard moth, *Zeuzera pyrina* L. (Lepidoptera: Cossidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 29(1), 1–7.

- Imoulan, A., Hussain, M., Kirk, P. M., El Meziane, A., & Yao, Y. J. (2017). Entomopathogenic fungus *Beauveria* sp.: host specificity, ecology and significance of morphomolecular characterization in accurate taxonomic classification. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 20(4), 1204–1212.
- Indriyanti, D. R., Bintari, S. H., Setiati, N., & Alfian, J. M. Z. (2021). The density and viability of *Metarhizium anisopliae* conidia on several growth media. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 13(2), 237–242.
- Jiang, W., Peng, Y., Ye, J., Wen, Y., Liu, G., & Xie, J. (2019). Effects of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* on the mortality and immune response of *Locusta migratoria*. *Journal Insects*, 11, 1–12.
- Keppanan, R., Sivaperumal, S., Ramos Aguila, L. C., Hussain, M., Bamisile, B. S., Dash, C. K., & Wang, L. (2018). Isolation and characterization of *Metarhizium anisopliae* TK29 and its mycoinsecticide effects against subterranean termite *Coptotermes formosanus*. *Microbial Pathogenesis*, 123(June 2018), 52–59.
- Khotimah, I. L. I. P. K. (2021). Life cycle *Spodoptera frugiperda* (J. E.) Smith with lettuce (*Lactuca sativa* L.) and pakcoy (*Brassica rapa* L.) in the laboratory. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropis*, 2(1), 8–13.
- Kidanu, S. (2020). Research and application of entomopathogenic fungi as pest management option: a review. *Journal of Environment and Earth Science*, 10(3), 31–39.
- Kumela, T., Simiyu, J., Sisay, B., Likhayo, P., 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*, 2(January), 1–9.
- Laura Juarez, M., Gabriela Murúa, M., Gabriela Garcia, M., Ontivero, M., Teresa Vera, M., Vilardi, J. C., Groot, A. T., Castagnaro, A. P., Gastaminza, G., & Willink, E. (2012). Host association of *Spodoptera frugiperda* (lepidoptera: noctuidae) corn and rice strains in Argentina, Brazil, and Paraguay. *Journal of Economic Entomology*, 105(2), 573–582.
- Lestari, P., Budiarti, A., Fitriana, Y., Susilo, F., Swibawa, I. G., Sudarsono, H., Suharjo, R., Hariri, A. M., Purnomo, Nuryasin, Solikhin, Wibowo, L., Jumari, & Hartaman, M. (2020). Identification and genetic diversity of *Spodoptera frugiperda* in Lampung Province, Indonesia. *Journal Biodiversitas*, 21(4), 1670–1677.

- Machado, B. B., Orue, J. P. M., Arruda, M. S., Santos, C. V., Sarath, D. S., Goncalves, W. N., Silva, G. G., Pistori, 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.
- Maharani, Y., Dewi, V. K., Puspasari, L. T., Rizkie, L., Hidayat, Y., & Dono, D. (2019). Cases of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) attack on maize in Bandung, Garut and Sumedang District, West Java. *CROPSAVER - Journal of Plant Protection*, 2(1), 38.
- Mannino, M. C., Huarte Bonnet, C., Davyt Colo, B., & Pedrini, N. (2019). Is the Insect Cuticle the only Entry Gate for Fungal Infection? Insights into Alternative Modes of Action of Entomopathogenic Fungi. *Journal of Fungi*, 5(2).
- Mantzoukas, S., & Eliopoulos, P. A. (2020). Endophytic entomopathogenic fungi : a valuable biological control tool against plant pests. *Journal Applied Sciences*, 10(1), 1–13.
- Mantzoukas, S., & Lagogiannis, I. (2019). Endophytic Colonization of Pepper (*Capsicum annum*) Controls Aphids (*Myzus persicae* Sulzer). *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(11), 1–12.
- Mascarin, G. M., Kobori, N. N., de Jesus Vital, R. C., Jackson, M. A., & Quintela, E. D. (2014). Production of microsclerotia by Brazilian strains of *Metarhizium* spp. using submerged liquid culture Fermentation. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 30(5), 1583–1590.
- Montezano, D. G., Specht, A., Sosa Gomez, D. R., Roque Specht, V. F., Sousa Silva, J. C., Paula Moraes, S. V., Peterson, J. A., & Hunt, T. E. (2018). Host plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas. *Journal African Entomology*, 26(2), 286–300.
- Mukkun, L., Kleden, Y. L., & Simamora, A. V. (2021). Detection of *Spodoptera frugiperda* (J . E . Smith) (Lepidoptera : Noctuidae) in maize field in East Flores District, East Nusa Tenggara Province, Indonesia. *Journal Tropis Drylands*, 5(1), 20–26.
- Mwamburi, L. A. (2021). Endophytic Fungi , *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* , Confer Control of the Fall Armyworm , *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera : Noctuidae), in Two Tomato varieties. *Egyptian Journal of Biological Pest Contro*, 3, 1–6.

- Ngangambe, M. H., & Mwatawala, M. W. (2020). Effects of entomopathogenic fungi (EPF) and cropping systems on parasitoids of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) on maize in Eastern Central, Tanzania. *Biocontrol Science and Technology*, 30(5), 418–430.
- Niu, X., Xie, W., Zhang, J., & Hu, Q. (2019). Biodiversity of entomopathogenic fungi in the soils of South China. *Journal Microorganisms*, 7(9), 1–14.
- Noerfitryani, N., & Hamzah, H. (2017). The existence of entomopathogenic fungi on rice plants rhizosphere. *International Journal of Biosciences and Biotechnology*, 5(1), 12.
- 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. In *Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian* (Vol. 73).
- Nugroho, B. A. (2015). Analysis of production functions and efficiency of corn at patean District Kendal Regency. *Journal of Economic and Policy*, 8(2), 160–172.
- Nunilahwati, H., Herlinda, S., Irsan, C., & Pujiastuti, Y. (2012). Eksplorasi, isolasi dan seleksi jamur entomopatogen *Plutella Xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) pada pertanaman caisin (*Brassica Chinensis*) di Sumatera Selatan. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 12(1), 1–11.
- Ortiz-urquiza, A., & Keyhani, N. O. (2013). Action on the surface: entomopathogenic fungi versus the insect cuticle. *Journal Insects*, 4, 357–374.
- Posadas, J., Elena, G., Beatriz, P., Alejandro, P., & E, L. (2011). *Metarhizium anisopliae* sorkin promotes growth and has endophytic activity in tomato plants. *Advances in Biological Research*, 5(January 2011), 22–27.
- Prasanna, B., Huesing, J. E., Eddy, R., & Peschke, V. M. (2018). *Fall armyworm in Africa : a guide for integrated pest management*. www.maize.org.
- Renuka, S., & Ramanujam, B. (2016). Fungal endophytes from maize (*Zea mays* L.) : isolation, identification and screening against maize stem borer, *Chilo partellus* (swinhoe). *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 10(1), 523–528.
- Riwandi, Handajaningsih, M., & Hasanudin. (2014). *Teknik budidaya jagung dengan sistem organik di lahan marginal* (Vol. 148).

- Robles Acosta, I. N., Chacon-Hernandez, J. C., Torres Acosta, R. I., Landeros Flores, J., Vanoye Eligio, V., & Arredondo-Valdés, R. (2019). Entomopathogenic fungi as biological control agents of *Phyllocoptruta oleivora* (Prostigmata: Eriophyidae) under greenhouse conditions. *Journal Florida Entomologist*, *102*(2), 303–308.
- Rosa, E., Ekowati, C. N., Handayani, T. T., Ikhsanudin, A., Apriliani, F., & Arifiyanto, A. (2020). Characterization of entomopathogenic fungi as a natural biological control of American cockroaches (*Periplaneta americana*). *Journal Biodiversitas*, *21*(11), 5276–5282.
- Sani, I., Ismail, S. I., Abdullah, S., Jalinas, J., Jamian, S., & Saad, N. (2020). A review of the biology and control of Whitefly, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), with special reference to biological control using entomopathogenic fungi. *Journal Insects*, *11*(9), 1–18.
- Sevarakhon, K., & Mubinakhon, F. (2021). Study Of corn biology In agriculture and the technology of its cultivation. *Journal On Orange Technologies*, *3*(3), 55–61.
- Shahrul, M., Elham, H., Pong, K. K., Ern, G., Lee, L., & Azmi, W. A. (2019). Occurrence of entomopathogenic fungus, *Metarhizium anisopliae* isolated from Island, BRIS and coastal soils of Terengganu, Malaysia. *Journal of Sustainability Science and Management*, *13*(5), 179–189.
- Shylesha, A. N., Jalali, S. K., Gupta, A., & Varshney, R. (2018). Studies on New Invasive Pest *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera : Noctuidae) and its Natural Enemies. *Journal of Biological Control* , *32*(2).
- Singh, G., & Prakash, S. (2012). Lethal effects of *Aspergillus niger* against mosquitoes vector of filaria, malaria, and dengue : a liquid mycoadulicide. *The Scientific World Journal*, *12*, 1–5. <https://doi.org/10.1100/2012/603984>
- Sumikarsih, E., Herlinda, S., & Pujiastuti, Y. (2019). Conidial density and viability of *Beauveria bassiana* isolates from Java and Sumatra. *Journal AGRIVITA*, *1*(2), 335–350.
- Supartha, I. W., Sunari, A. A. A. A. S., Krisna, I. G. P. B., Yudha, I. K. W., Mahaputra, I. G. F., & Wiradan, P. A. (2021). Invasion, population development, and attack intensity of the fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) J. E. Smith (Lepidoptera : Noctuidae) on two varieties corn in Serongga Village , Gianyar Regency , Bali Indonesia. *Journal Technology Reports of Kansai University*, *63*(February), 6945–6954.

- Trisyono, Y. A., Suputa, Aryuwandari, V. E. F., Hartaman, M., & Jumari. (2019). Occurrence of heavy infestation by the fall armyworm *Spodoptera frugiperda*, a new alien invasive pest, in corn in Lampung Indonesia. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 23(1), 156–160.
- Trizelia, Busniah, M., & Permadi, A. (2017). Pathogenicity of entomopathogenic fungus *Metarhizium* spp. against predators *Menochilus sexmaculatus* Fabricius (Coleoptera: Coccinellidae). *Asian Journal of Agriculture*, 1(01), 1–5.
- U, O., D, N., B, E., & D, B. (2019). Morphological and molecular identification of *Beauveria bassiana* from agricultural soils. *Journal Agriculture*, 27(02), 20–24.
- Um, M., Zakaria, D., Galadima, I. B., & Gambo, F. M. (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(1), 27–32.
- Valero jimenez, C. A., Debets, A. J. M., Kan, J. A. L. Van, Schoustra, S. E., Takken, W., Zwaan, B. J., & Koenraadt, C. J. M. (2014). Natural variation in virulence of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* against malaria mosquitoes. *Journal Malaria*, 13, 1–8.
- Vejar-Cota, G., Garcíá-Gutiérrez, C., Rosas-García, N. M., Escobedo-Bonilla, C. M., & González-Ocampo, H. A. (2017). Morphological and molecular characterization of entomopathogenic fungi with potential to control sugarcane borers at Sinaloa. *Journal Southwestern Entomologist*, 42(2), 395–400.
- Visalakshi, M., Varma, P. K., Sekhar, V. C., Bharathalaxmi, M., Manisha, B. L., & Upendhar, S. (2020). Studies on mycosis of *Metarhizium* (Nomuraea) *rileyi* on *Spodoptera frugiperda* infesting maize in Andhra Pradesh, India. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30(1), 1–10.
- Vs, W., Parate, S. R. L., Bramhankar, S. B., & Rakhonde, P. N. (2019). Cultural and morphological characterizations of *Beauveria bassiana*. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(6), 591–594.
- Wahyudin, A., Ruminta, R., & Nursaripah, S. A. (2016). Pertumbuhan dan hasil tanaman jagung (*Zea mays* L.) toleran herbisida akibat pemberian berbagai dosis herbisida kalium glifosat. *Jurnal Kultivasi*, 15(2), 86–91.
- Wang, R., Jiang, C., Guo, X., Chen, D., You, C., Zhang, Y., Wang, M., & Li, Q. (2020). Potential distribution of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) in China and the major factors influencing distribution. *Journal Global Ecology and Conservation*, 21, e00865.

- Widiastuti, D., Ikawati, B., & Hadi, U. K. (2018). Larvicidal effect of mixture of *Beauveria bassiana* crude metabolite and chitinase enzyme against *Aedes aegypti* larvae. *Journal National Public Health*, *12*(16), 187–193.
- Zhang, P., You, Y., Song, Y., Wang, Y., & Zhang, L. (2017). First record of *Aspergillus oryzae* (Eurotiales: Trichocomaceae) as an entomopathogenic fungus of the locust, *Locusta migratoria* (Orthoptera: Acrididae). *Journal Biocontrol Science and Technology*, *1*, 2–22.
- Zulkifli, N. A., & Zakaria, L. (2017). Morphological and molecular diversity of *Aspergillus* sp. from corn grain used as Livestock Feed. *HAYATI Journal of Biosciences*, *24*(1), 26–34.