

**SKRIPSI**

**POTENSI JAMUR ENTOMOPATOGEN ASAL SERANGGA  
DARI SUMATERA SELATAN SEBAGAI JAMUR ENDOFIT  
PADA BIBIT JAGUNG DAN PATOGENISITASNYA  
TERHADAP LARVA *Spodoptera frugiperda***

***POTENTIAL OF ENTOMOPATHOGENIC FUNGI FROM  
INSECT IN SOUTH SUMATRA AS ENDOPHYTIC FUNGI IN  
MAIZE SEEDLING AND THEIR PATHOGENICITY AGAINST  
*Spodoptera frugiperda* LARVAE***



**Hafizha Mawaddah  
05081281823025**

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

## SUMMARY

**HAFIZHA MAWADDAH.** Potential of Entomopathogenic Fungi from Insect in South Sumatra as Endophytic Fungi in Maize Seedling and Their Pathogenicity Against *Spodoptera frugiperda* Larvae (Supervised by **SITI HERLINDA**).

*Spodoptera frugiperda* (FAW; Fall Armyworm J. E Smith, Lepidoptera: Noctuidae) is an important pest on maize that was first reported to be discovered in Indonesia in 2019. The emergence of this pest can pose a serious threat to Indonesia's agricultural and food sectors because *S. frugiperda* is classified as an invasive pest. The use of entomopathogenic endophytic fungi is more effective because these fungi can enter plant tissues and can stimulate plant growth. This study aimed to determine the level of pathogenicity of endophytic entomopathogenic fungi derived from infected larvae in various maize fields in South Sumatra.

This study was carried out with two experiments designed according to a Completely Randomized Design (CRD) with 11 isolates namely JGTP240521A, JGTP240521B, JGTS240521, JGMA260521, JGTB280521A, JGTB280521B, JGSR300521, JGCJ300521A, JGCJ300521B, JGND300521, JGNT310521 and a control (sterile water) treatment and repeated three times. The method 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 *S. frugiperda* larvae. The variables observed in this study included conidia density, conidia viability, leaf area eaten, larval body weight, larval manure weight, larval mortality, LT<sub>50</sub>, LT<sub>95</sub>, percentage of pupae appearing, normal and abnormal pupae, weight and length of pupae, number of adults appearing, normal and abnormal adult, body length and wing span of adult, lifespan of adult, 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 showed that 5 isolates were proven to be endophytic, namely JGTP240521A, JGTB280521B, JGSR300521, JGCJ300521A, and JGNT310521 the highest percentage of fungi colonization 66.67%. The results showed that the highest spore density, the highest percentage of viability, and the highest mortality rate were obtained from larvae treated with the JGNT310521 isolate with a mortality percentage of 34.67% and the shortest LT<sub>50</sub> and LT<sub>95</sub>, namely 13.33 days and 25.60 days.

Eggs produced and the lowest egg numbers were obtained from the JGSR300521 treatment with an average number of 75.67 eggs and 67.67 hatching larvae and the highest was in the control treatment, with an average of 138.33 eggs. As for the agronomic variables test of maize seedlings aged 10 days after planting, the seeds that were applied with fungi were proven to have better growth and were significantly different from Control, with the highest plant growth on various variables obtained from the JGTP240521A treatment, and the lowest was in maize seedlings treated with entomopathogenic fungal isolates with code JGTP240521B.

Conclusion of this study that 5 isolates were proven to be endophytic, namely JGTP240521A, JGTB280521B, JGSR300521, JGCJ300521A, and JGNT310521 the highest percentage of fungi colonization 66.67%. The highest

mortality obtained in entomopathogenic fungi that proven to be endophytic were code JGNT310521 with a mortality percentage of 34.67% and the shortest  $LT_{50}$  and  $LT_{95}$ , namely 13.33 days and 25.60 days.

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

## RINGKASAN

**HAFIZHA MAWADDAH.** Potensi Jamur Entomopatogen Asal Serangga dari Sumatera Selatan sebagai Jamur Endofit pada Bibit Jagung dan Patogenisitasnya Terhadap Larva *Spodoptera frugiperda* (Dibimbing oleh **SITI HERLINDA**).

*Spodoptera frugiperda* (FAW; *Fall Armyworm* J. E Smith, Lepidoptera: Noctuidae) merupakan hama penting pada tanaman jagung yang dilaporkan pertama kali ditemukan di Indonesia pada tahun 2019. Kemunculan hama ini dapat menjadi ancaman yang serius bagi sektor pertanian dan pangan Indonesia karena *S. frugiperda* tergolong sebagai hama invasif. Penggunaan jamur endofit entomopatogen lebih efektif karena jamur tersebut dapat masuk ke dalam jaringan tanaman serta dapat memacu pertumbuhan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat patogenesitas jamur entomopatogen endofit yang berasal dari larva yang terinfeksi di berbagai lahan jagung di Sumatera Selatan.

Penelitian ini dilakukan 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 kontrol (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 diperoleh 5 isolat yang terbukti endofit, yaitu kode JGTP240521A, JGTB280521B, JGSR300521, JGCJ300521A, dan JGNT310521 dengan persentase kolonisasi jamur endofit pada bibit jagung diperoleh dari isolat JGNT310521, yaitu 66.67%. Hasil menunjukkan kerapatan spora tertinggi, persentase viabilitas tertinggi, dan tingkat mortalitas tertinggi diperoleh dari larva yang diberi perlakuan isolat JGNT310521 dengan persentase mortalitas 34.67% dan  $LT_{50}$  dan  $LT_{95}$  tersingkat, yaitu 13.33 hari dan 25.60 hari dan terendah pada larva yang diinokulasikan isolat jamur kode JGMA260521, yaitu 1.33% dan  $LT_{50}$  serta  $LT_{95}$  terlama, yaitu 25.42 hari dan 37.69 hari.

Telur yang dihasilkan dan jumlah telur menetas terendah diperoleh dari perlakuan JGSR300521 dengan jumlah telur rata-rata 75.67 butir dan larva menetas 67.67 butir dan tertinggi pada perlakuan kontrol, yaitu dengan rata-rata 138.33 butir. Adapun pada uji peubah agronomi bibit jagung umur 10 hari setelah tanam, pada bibit yang diaplikasikan jamur yang terbukti endofit memiliki pertumbuhan yang lebih baik dan berbeda secara signifikan dengan kontrol dengan pertumbuhan bibit jagung tertinggi pada berbagai peubah agronomi diperoleh dari perlakuan JGTP240521A dan terendah pada bibit jagung yang diberi perlakuan isolat jamur entomopatogen dengan kode JGTP240521B.

Kesimpulan penelitian ini adalah jamur entomopatogen yang terbukti endofit terdiri dari 5 isolat, yaitu kode JGTP240521A, JGTB280521B, JGSR300521, JGCJ300521A, dan JGNT310521 dengan persentase kolonisasi jamur endofit pada bibit jagung diperoleh dari isolat JGNT310521, yaitu 66.67%. Mortalitas tertinggi diperoleh pada jamur entomopatogen yang terbukti endofit, yaitu isolat dengan kode JGNT310521.

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

## **SKRIPSI**

# **POTENSI JAMUR ENTOMOPATOGEN ASAL SERANGGA DARI SUMATERA SELATAN SEBAGAI JAMUR ENDOFIT PADA BIBIT JAGUNG DAN PATOGENISITASNYA TERHADAP LARVA *Spodoptera frugiperda***

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



**Hafizha Mawaddah**  
**05081281823025**

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

**LEMBAR PENGESAHAN**

**POTENSI JAMUR ENTOMOPATOGEN ASAL SERANGGA  
DARI SUMATERA SELATAN SEBAGAI JAMUR ENDOFIT  
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 :

**Hafizha Mawaddah**  
**05081281823025**

**Indralaya, Oktober 2021**

Pembimbing:



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

**Mengetahui,**  
**Dekan Fakultas**

**Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya**



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

Skripsi dengan judul "Potensi Jamur Entomopatogen Asal Serangga dari Sumatera Selatan sebagai Jamur Endofit pada Tanaman Jagung dan Patogenisitasnya Terhadap Larva *Spodoptera frugiperda*" oleh Hafizha Mawaddah 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 
  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  
Proteksi Tanaman**

  
**Dr. Ir. Suparman SHK**  
NIP 196001021985031019





## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hafizha Mawaddah

NIM : 05081281823025

Judul : Potensi Jamur Entomopatogen Asal Serangga dari Sumatera Selatan sebagai Jamur Endofit pada Bibit Jagung dan Patogenisitasnya Terhadap Larva *Spodoptera frugiperda*

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

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



Indralaya, Oktober 2021



Hafizha Mawaddah

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan pada tanggal 10 Maret 2001 di Kota Palembang dan merupakan anak pertama dari orang tua yang bernama Harwan dan Yuliana dan memiliki dua orang adik laki-laki. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 2 Muara Payang, Sekolah Menengah Pertama di Madrasah Tsanawiyah Fathul Huda Muara Payang dan menempuh jenjang Sekolah Menengah Atas di Madrasah Aliyah Negeri 3 Palembang, kemudian melanjutkan studi di Universitas Sriwijaya.

Penulis tercatat sebagai salah satu mahasiswa di Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Di semester 2 masa kuliah, penulis mendapatkan beasiswa pendidikan dari PT. Pupuk Sriwidjadja dengan masa bantuan selama 4 tahun. Selama menyandang gelar mahasiswa, penulis aktif di berbagai kegiatan dan organisasi. Penulis tercatat aktif sebagai anggota Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPRO) sejak tahun 2018 dan menjabat sebagai kepala departemen kesekretariatan pada tahun 2019. Di tahun yang sama, penulis tercatat sebagai anggota aktif Badan Otonom Komunitas Riset Mahasiswa (BO KURMA) Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya dan menjabat sebagai kepala divisi kepenulisan keilmiah pada tahun 2021. Dalam bidang akademik, penulis aktif dalam berbagai agenda, seperti menjadi asisten praktikum Entomologi pada tahun 2019/2020, dasar-dasar perlindungan tanaman pada tahun 2020/2021 dan 2021/2022, dan ekologi serangga pada tahun 2020/2021.

Penulis memiliki minat dan bakat pada bidang kepenulisan ilmiah terutama makalah ilmiah dan esai ilmiah. Penulis mendapatkan beberapa penghargaan dalam berbagai kompetisi karya tulis ilmiah yang diikuti. Beberapa diantaranya adalah juara 1 pada kompetisi esai ilmiah nasional yang diadakan oleh Himpunan Mahasiswa Sosial dan Ekonomi, Universitas Sriwijaya, juara 1 lomba esai pemuda 2020, juara 3 lomba karya tulis ilmiah yang diadakan oleh Universitas Jambi, juara 2 lomba artikel ilmiah yang diadakan oleh gabungan pengusaha kelapa sawit Indonesia Sumatera Selatan, juara 3 esai pertanian nasional, dan mendapat gelar pemuda berprestasi Sumatera Selatan tahun 2020.

## KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim. Alhamdulillah rabbil alamin. Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah subhana wata'ala yang telah memberikan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan judul “Potensi Jamur Entomopatogen Asal Serangga dari Sumatera Selatan sebagai Jamur Endofit pada Bibit Jagung dan Patogenisitasnya Terhadap Larva *Spodoptera frugiperda*” dengan lancar dan tanpa suatu hambatan yang berarti.

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

Harapan penulis, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menjadi referensi pengembangan ilmu pengetahuan untuk pembaca sebagai salah satu wujud pengabdian penulis dalam perwujudan tri dharma perguruan tinggi. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, untuk itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan agar kedepannya menjadi lebih baik. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Indralaya, Oktober 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	2
1.4. Hipotesis Penelitian .....	3
1.5. Manfaat penelitian .....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1. Taksonomi <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	4
2.2. Morfologi dan Biologi <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	4
2.3. Perilaku <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	6
2.4. Tumbuhan Inang dan Gejala Serangan <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	7
2.5. Jagung ( <i>Zea mays</i> L.) .....	8
2.5.1. Bibit Jagung .....	9
2.5.2. Morfologi Jagung .....	10
2.6. Jamur Entomopatogen .....	13
2.7. <i>Beauveria bassiana</i> .....	14
2.7.1. Taksonomi .....	14
2.7.2. Morfologi .....	14
2.7.3. Mekanisme Serangan .....	15
2.7.4. Gejala Serangan .....	15
2.8. <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	16
2.8.1. Taksonomi .....	16
2.8.2. Morfologi .....	16
2.8.3. Mekanisme Serangan .....	17
2.8.4. Gejala Serangan .....	17
2.9. Siklus Hidup dan Mekanisme Serangan .....	18
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN .....	20
3.1. Tempat dan Waktu .....	20
3.2. Alat dan Bahan .....	20
3.3. Metode Penelitian .....	20
3.4. Cara Kerja .....	21
3.4.1. Pemeliharaan Massal <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	21
3.4.2. Sterilisasi Alat dan Bahan .....	22
3.4.3. Pembugaran Jamur Entomopatogen .....	23
3.4.4. Perhitungan Kerapatan Spora dan Viabilitas .....	25
3.4.5. Sterilisasi Permukaan Benih Jagung .....	26
3.4.6. Inokulasi Jamur Entomopatogen ke Dalam Jaringan Tanaman .....	26
3.4.7. Konfirmasi dan Identifikasi Jamur yang Mengkolonisasi Daun .....	27
3.4.8. Pengujian Jamur Entomopatogen sebagai Pemacu Pertumbuhan Bibit Jagung .....	27

3.4.9. Uji Patogenesitas Jamur Entomopatogen Endofit terhadap <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	28
3.4.10. Konfirmasi dan Identifikasi Jamur yang Menginfeksi <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	31
3.5. Analisis Data .....	31
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1. Hasil .....	32
4.1.1. Kolonisasi Jamur Endofit pada Bibit Jagung.....	32
4.1.2. Kerapatan Konidia dan Viabilitas .....	34
4.1.3. Luas Daun yang Dimakan (LDD).....	35
4.1.4. Rata-rata Berat Larva .....	38
4.1.5. Rata-rata Berat Kotoran Larva.....	39
4.1.6. Mortalitas Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	41
4.1.7. Persentase Pupa Muncul .....	45
4.1.8. Berat dan Panjang Pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	47
4.1.9. Persentase Imago Muncul .....	44
4.1.10. Panjang Badan dan Rentang Sayap Imago <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	48
4.1.11. Lama Hidup Imago, Jumlah Telur yang Diletakkan, dan Jumlah Telur yang Menetas.....	48
4.1.12. Pengaruh Jamur Entomopatogen Terhadap Pertumbuhan Bibit Jagung Umur 10 HST .....	50
4.2. Pembahasan.....	52
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....	57
5.1. Kesimpulan .....	57
5.2. Saran.....	57

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Telur <i>Spodoptera frugiperda</i> (A), larva yang baru keluar dari telur (B) .....	5
Gambar 2.2. Pola Y terbalik pada caput (A) (B), pinacula (C), tiga garis kuning pada dorsal tubuh (D) .....	5
Gambar 2.3. Morfologi Pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	6
Gambar 2.4. Imago jantan <i>Spodoptera frugiperda</i> (A), imago betina (B).....	6
Gambar 2.5. Gejala serangan <i>Spodoptera frugiperda</i> pada jagung fase vegetatif (A), gejala serangan pada fase generatif (B).....	7
Gambar 2.6. Morfologi dan proses pertumbuhan bibit jagung .....	9
Gambar 2.7. Morfologi tanaman jagung: akar (A), batang (B), daun (C), bunga (D), biji (E) .....	12
Gambar 2.8. Beberapa jenis jamur entomopatogen: <i>Beauveria bassiana</i> (A), <i>Lecanicillium psalliotae</i> (B), <i>Clonostachys</i> sp. (C), <i>Metarhizium anisopliae</i> (D), <i>Metarhizium marquandii</i> (E), <i>Phialophora verrucosa</i> (F), <i>Purpureocillium lilacinum</i> (G), <i>Pochonia chlamydosporia</i> (H), <i>Scopulariopsis brumptii</i> (I) .....	13
Gambar 2.9. Karakteristik makroskopis <i>Beauveria bassiana</i> pada media agar (A); Konidia jamur <i>Beauveria bassiana</i> (B) .....	15
Gambar 2.10. Imago tonggeret normal (A), imago tonggeret terserang (B), larva Lepidoptera normal (A), gejala serangan larva terserang <i>Beauveria bassiana</i> .....	16
Gambar 2.11. Gejala <i>Spodoptera litura</i> yang terserang <i>Metarhizium anisopliae</i> (A); larva yang ditumbuhi miselium <i>Metarhizium anisopliae</i> (B) .....	18
Gambar 2.12. Siklus hidup jamur entomopatogen.....	18
Gambar 2.13. Mekanisme serangan jamur entomopatogen.....	19

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Kolonisasi jamur entomopatogen pada bibit jagung (%) .....	66
Lampiran 2. Kerapatan konidia isolat yang diaplikasikan ( $1 \times 10^8$ konidia/mL) .....	67
Lampiran 3. Viabilitas konidia isolat 1 x 24 jam dan 2 x 24 jam (%) .....	67
Lampiran 4. Luas daun yang dimakan ( $\text{cm}^2/\text{ekor}/\text{hari}$ ).....	68
Lampiran 5. Berat larva (mg/ekor) .....	70
Lampiran 6. Berat kotoran larva (mg/ekor/hari).....	72
Lampiran 7. Mortalitas larva (ekor/hari).....	74
Lampiran 8. $LT_{50}$ (hari).....	76
Lampiran 9. $LT_{95}$ (hari) .....	76
Lampiran 10. Persentase pupa muncul (%).....	77
Lampiran 11. Persentase pupa normal (%) .....	77
Lampiran 12. Persentase pupa tidak normal (%) .....	77
Lampiran 13. Panjang pupa (cm/ekor).....	78
Lampiran 14. Berat pupa (mg/ekor).....	78
Lampiran 15. Imago muncul (ekor) .....	79
Lampiran 16. Jumlah imago normal (ekor).....	79
Lampiran 17. Imago tidak normal (ekor).....	79
Lampiran 18. Rentang sayap imago jantan dan betina (cm/ekor).....	80
Lampiran 19. Panjang tubuh imago jantan dan betina (cm/ekor) .....	80
Lampiran 20. Umur hidup imago (hari/ekor).....	81
Lampiran 21. Jumlah telur yang dihasilkan (butir/betina).....	81
Lampiran 22. Larva yang keluar (ekor/betina) .....	81
Lampiran 23. Larva tidak muncul (ekor/betina) .....	82
Lampiran 24. Daya kecambah benih jagung (%).....	82
Lampiran 25. Panjang radikula bibit umur 10 hst (cm) .....	83
Lampiran 26. Panjang plumula bibit jagung umur 10 hst (cm) .....	83
Lampiran 27. Tinggi bibit jagung umur 10 hst (cm).....	83
Lampiran 28. Panjang daun bibit jagung umur 10 hst (cm).....	84
Lampiran 29. Lebar daun bibit jagung umur 10 hst (cm) .....	84
Lampiran 30. Jumlah daun bibit jagung umur 10 hst (helai) .....	85
Lampiran 31. Panjang akar bibit jagung umur 10 hst (cm).....	85
Lampiran 32. Jumlah akar bibit jagung umur 10 hst (helai) .....	86
Lampiran 33. Bobot basah bibit jagung umur 10 hst (g) .....	86
Lampiran 34. Berat kering tajuk bibit jagung umur 10 hst (g) .....	86
Lampiran 35. Berat kering akar bibit jagung umur 10 hst (g) .....	87
Lampiran 36. Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ) dan kelembaban (%) <i>relative</i> .....	87

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

*Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) merupakan serangga yang memiliki kisaran inang yang tinggi dan menjadi hama penting pada tanaman pangan dari kelompok gramineae, terutama jagung (Baudron *et al.*, 2019; Ganiger *et al.*, 2018; Harrison *et al.*, 2019). Kehilangan hasil jagung yang disebabkan *S. frugiperda* mencapai kisaran 8,3 juta hingga 20,6 juta ton per tahun dihimpun dari 12 negara penghasil jagung di dunia (Babu *et al.*, 2019; De Groote *et al.*, 2020). Di Afrika, kerugian akibat hama ini mencapai 250-360 juta dolar AS/tahun (Midega *et al.*, 2018; Nboyine *et al.*, 2020). Keberadaan *S. frugiperda* dan serangannya pada tanaman jagung pertama kali dilaporkan di Indonesia pada tahun 2019, tepatnya di Kabupaten Pasaman Barat dengan populasi larva mencapai 2-10 ekor per tanaman (Maharani *et al.*, 2019; Nonci *et al.*, 2019). Hal ini dapat menjadi ancaman yang serius bagi sektor pertanian dan pangan Indonesia karena *S. frugiperda* tergolong sebagai hama invasif (Herlinda *et al.*, 2021b; Shylesha *et al.*, 2018; Sisay *et al.*, 2018).

Tingginya kerugian yang disebabkan oleh hama ini menyebabkan perlu dilakukan pengendalian secepatnya. Pengendalian yang aman terhadap lingkungan dan diketahui belum menunjukkan resistensi dalam mengendalikan *S. frugiperda* adalah dengan memanfaatkan jamur entomopatogen (Akutse *et al.*, 2019; Gustianingtyas *et al.*, 2021; Ramos *et al.*, 2020). Tiga diantara jamur entomopatogen yang telah terbukti dapat mengendalikan *S. frugiperda* adalah *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* (Bamisile *et al.*, 2020; Gustianingtyas *et al.*, 2021; Herlinda *et al.*, 2021a), dan *M. riley* (Mantzoukas *et al.*, 2015). Selain ketiga jamur tersebut, beberapa jamur lain diketahui potensial dalam menyebabkan penyakit terhadap serangga hama yang berperan penting dalam menurunkan populasi *S. frugiperda* di lapangan. Jamur-jamur tersebut antara lain *Aspergillus* sp., *Hirsutella* sp., *Cordyceps* sp., dan *Paecilomyces* sp. (Altre dan Vandenberg, 2011; Gustianingtyas *et al.*, 2021; Zheng *et al.*, 2011). Jamur entomopatogen memiliki mekanisme kerja secara kontak melalui sentuhan



integumen serangga dan jamur (Akutse *et al.*, 2019; Ngangambe dan Mwatawala, 2020), sedangkan *S. frugiperda* memiliki perilaku hanya akan muncul ke permukaan daun pada pagi hari saat makan daun tanaman (Shylesha *et al.*, 2018). Hal ini kemudian menyebabkan pemanfaatan jamur entomopatogen sebagai musuh alami menjadi kurang efektif dalam mengendalikan *S. frugiperda* yang bersembunyi di dalam pelepah daun jagung.

Di Indonesia, informasi mengenai potensi jamur entomopatogen sebagai jamur endofit masih minim tersedia. Oleh karena itu, penelitian mengenai kemampuan jamur entomopatogen yang mampu masuk ke dalam jaringan tanaman dan efektivitasnya dalam menyebabkan kematian terhadap *S. frugiperda* penting dilakukan. Kebaharuan dari penelitian ini adalah dengan memanfaatkan jamur entomopatogen yang diisolasi dari larva yang terinfeksi asal lahan jagung yang tersebar di Sumatera Selatan sebagai jamur endofit dan pengaruhnya terhadap *S. frugiperda*. Penggunaan jamur endofit entomopatogen lebih efektif karena jamur tersebut tidak bersifat patogen terhadap tanaman, berasosiasi dengan tanaman inang, dan dapat masuk ke dalam jaringan tanaman secara sistemik (Jaber dan Enkerli, 2016). Jamur endofit memiliki keunggulan dibandingkan jamur non endofit, yaitu selain dapat bekerja sebagai racun kontak juga dapat bersifat racun lambung serta dapat merangsang pertumbuhan tanaman (Afandhi *et al.*, 2019; Greenfield *et al.*, 2016; Wei *et al.*, 2020).

## **1.2. Rumusan Masalah**

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

1. jamur entomopatogen apa saja yang bersifat endofit pada jagung (*Zea mays* L.)?
2. bagaimana patogenisitas jamur entomopatogen yang terbukti endofit pada tanaman jagung terhadap larva *S. frugiperda*?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. menentukan jamur entomopatogen yang bersifat endofit pada jagung yang diujikan.

2. menentukan tingkat patogenisitas jamur entomopatogen yang terbukti endofit pada bibit jagung terhadap mortalitas larva *S. frugiperda*.

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

Adapun hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. diduga terdapat jamur entomopatogen yang bersifat endofit dan dapat masuk ke dalam jaringan jagung.
2. diduga jamur entomopatogen yang terbukti endofit dapat berpotensi sebagai agen hayati pengendali *S. frugiperda*.

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

Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan mengenai pengendalian *S. frugiperda* menggunakan jamur entomopatogen yang bersifat endofit pada tanaman jagung dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman jagung.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afandhi, A., Widjayanti, T., Emi, A.A.L., Tarno, H., Afiyanti, M., Handoko, R.N.S., 2019. Endophytic fungi *Beauveria bassiana* Balsamo accelerates growth of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Chem. Biol. Technol. Agric. 6, 1–6.
- 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). J. Appl. Entomol. 143, 626–634.
- Altre, J.A., Vandenberg, J.D., 2011. Factors influencing the infectivity of isolates of *Paecilomyces fumosoroseus* against diamondback moth, *Plutella xylostella*. J. Invertebr. Pathol. 78, 31–36.
- Awata, L.A., Tongoona, P., Danquah, E., Ifie, B.E., Suresh, L.M., Jumbo, M.B., Marchelo-D, P.W., Sitonik, A., 2019. Understanding tropical maize (*Zea mays* L.): The major monocot in modernization and sustainability of agriculture in sub-Saharan Africa. Ijaar 7, 32–77.
- Babu, S.R., 2019. Report of an exotic invasive pest the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) on maize in Southern Rajasthan. J. Entomol. Zool. Stud. 7, 1296–1300.
- 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. J. Entomol. Zool. Stud. 7, 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. J. Fungi 6, 29.
- Baudron, F., Zaman-Allah, M.A., Chaipa, I., Chari, N., Chinwada, P., 2019. Understanding the factors influencing fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) damage in African smallholder maize fields and quantifying its impact on yield. A case study in Eastern Zimbabwe. Crop Prot. 120, 141–150.
- Biomonthly, 2014. The Biology of *Zea mays* ( L . ), Canadian Food Inspection Agency.
- Chen, W.H., Han, Y.F., Liang, J.D., Liang, Z.Q., 2019. Morphological and phylogenetic characterization of novel *Metarhizium* species in Guizhou, China. Phytotaxa 419, 189–196.

- De Groote, H., Kimenju, S.C., Munyua, B., Palmas, S., Kassie, M., Bruce, A., 2020. Spread and impact of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) in maize production areas of Kenya. *Agric. Ecosyst. Environ.* 292.
- 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. *J. Entomol. Zool. Stud.* 6, 219–221.
- Dias, A.S., Marucci, R.C., Mendes, S.M., Moreira, S.G., Araújo, O.G., Santos, C.A. dos, Barbosa, T.A., 2016. Bioecology of *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1757) in different cover crops. *Biosci. J.* 337–345.
- Elfita, Mardiyanto, Fitrya, Eka Larasati, J., Julinar, Widjajanti, H., Muharni, 2019. Antibacterial activity of cordyline fruticosa leaf extracts and its endophytic fungi extracts. *Biodiversitas* 20, 3804–3812.
- Ganiger, P.C., Yeshwanth, H.M., Muralimohan, K., Vinay, N., Kumar, A.R.V., Chandrashekara, K., 2018. Occurrence of the new invasive pest, fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), in the maize fields of Karnataka, India. *Curr. Sci.* 115, 621–623.
- Greenfield, M., Gómez-Jiménez, M.I., Ortiz, V., Vega, F.E., Kramer, M., Parsa, S., 2016. *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* endophytically colonize cassava roots following soil drench inoculation. *Biol. Control* 95, 40–48.
- 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 J. Biol. Divers.* 22, 1051–1062.
- Harrison, R.D., Thierfelder, C., Baudron, F., Chinwada, P., Midega, C., Scha, U., Berg, J. Van Den, 2019. Agro-ecological options for fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* JE Smith) management: Providing low-cost, smallholder friendly solutions to an invasive pest 243, 318–330.
- Herlinda, S., Efendi, R.A., Suharjo, R., Hasbi, Setiawan, A., Elfita, Verawaty, M., 2020a. New emerging entomopathogenic fungi isolated from soil in south Sumatra (Indonesia) and their filtrate and conidial insecticidal activity against *spodoptera litura*. *Biodiversitas* 21, 5102–5113.
- Herlinda, S., Noni, O., Suwandi, S., Hasbi, H., 2020b. Exploring entomopathogenic fungi from South Sumatra (Indonesia) soil and their pathogenicity against a new invasive maize pest, *Spodoptera frugiperda*. *Biodiversitas J. Biol. Divers.* 21, 2955–2965.
- Hochholdinger, F., 2019. Handbook of Maize: Its Biology. In: *Handbook of Maize: Its Biology.* pp. 145–160.
- Hussain, A., Tian, M.Y., He, Y.R., Ahmed, S., 2012. Entomopathogenic fungi disturbed the larval growth and feeding performance of *Ocinara varians*

- (Lepidoptera: Bombycidae) larvae. *Insect Sci.* 16, 511–517.
- Ibrahim, R., Alahmadi, S., Binnaser, Y.S., Shaver, D., 2019. Seasonal prevalence and histopathology of *Beauveria bassiana* infecting larvae of the leopard moth, *Zeuzera pyrina* L. (Lepidoptera: Cossidae). *Egypt. J. Biol. Pest Control* 29.
- Jaber, L.R., Enkerli, J., 2016. Effect of seed treatment duration on growth and colonization of *Vicia faba* by endophytic *Beauveria bassiana* and *Metarhizium brunneum*. *Biol. Control* 103, 187–195.
- Jacobs, A., Van Vuuren, A., Rong, I.H., 2018. Characterisation of the Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) from South Africa. *African Entomol.* 26, 45–49.
- Kalvnadi, E., Mirmoayedi, A., Alizadeh, M., Pourian, H.R., 2018. Sub-lethal concentrations of the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* increase fitness costs of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) offspring. *J. Invertebr. Pathol.* 158, 32–42.
- Karenina, T., Herlinda, S., Irsan, C., Pujiastuti, Y., 2020. Arboreal entomophagous arthropods of rice insect pests inhabiting adaptive vegetables and refugia in freshwater swamps of South Sumatra. *Agrivita* 42, 214–228.
- Kilic, S., Duran, R.E., Coskun, Y., 2015. Morphological and physiological responses of maize (*Zea mays* L.) seeds grown under increasing concentrations of chlorantraniliprole insecticide. *Polish J. Environ. Stud.* 24, 1069–1075.
- Kuzhuppillymyal-Prabhakarankutty, L., Tamez-Guerra, P., Gomez-Flores, R., Rodriguez-Padilla, M.C., Ek-Ramos, M.J., 2020. Endophytic *Beauveria bassiana* promotes drought tolerance and early flowering in corn. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 36, 1–10.
- 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. *Biodiversitas* 21, 1670–1677.
- Li, M., Li, S., Xu, A., Lin, H., Chen, D., Wang, H., 2014. Selection of beauveria isolates pathogenic to adults of *nilaparvata lugens*. *J. Insect Sci.* 14, 1–12.
- Long, W., Li, Q., Wan, N., Feng, D., Kong, F., Zhou, Y., Yuan, J., 2020. Root morphological and physiological characteristics in maize seedlings adapted to low iron stress. *PLoS One* 15, 1–15.
- Maharani, Y., Dewi, L., Lilian, R., Yusup, H., Danar, 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. *J. Crop.* 2, 38–46.

- Mantzoukas, S., Chondrogiannis, C., Gmatikopoulos, G., 2015. Effects of three endophytic entomopathogens on sweet sorghum and on the larvae of the stalk borer *Sesamia nonagrioides*. *Entomol. Exp. Appl.* 154, 78–87.
- 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. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 30, 1583–1590.
- Midega, C.A.O., Pittchar, J.O., Pickett, J.A., Hailu, G.W., Khan, Z.R., 2018. A climate-adapted push-pull system effectively controls fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J E Smith), in maize in East Africa. *Crop Prot.* 105, 10–15.
- Mohan, M., Selvakumar, G., 2011. Entomopathogenicity of endophytic *Serratia marcescens* strain SRM against larvae of *Helicoverpa armigera* (Noctuidae : Lepidoptera ). *World J Microbiol Biotechnol* 5, 2545–2551.
- Montezano, D.G., Specht, A., Sosa-Gómez, 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. *African Entomol.* 26, 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 5, 20–26.
- Nboyine, J.A., Kusi, F., Abudulai, M., Badii, B.K., Zakaria, M., Adu, G.B., Haruna, A., Seidu, A., Osei, V., Alhassan, S., Yahaya, A., 2020. A new pest, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), in tropical Africa: Its seasonal dynamics and damage in maize fields in northern Ghana. *Crop Prot.* 127.
- Ngangambe, M.H., Mwatawala, M.W., 2020. Effects of entomopathogenic fungi (EPFs) and cropping systems on parasitoids of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) on maize in eastern central, Tanzania. *Biocontrol Sci. Technol.* 30, 418–430.
- Niu, X., Xie, W., Zhang, J., Hu, Q., 2019. Biodiversity of entomopathogenic fungi in the soils of south china. *Microorganisms* 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, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Balai Penelitian Tanaman Serealia.
- 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. *J. Hama dan Penyakit Tumbuh. Trop.* 12, 1–11.
- Otim, M.H., Tay, W.T., Walsh, T.K., Kanyesigye, D., Adumo, S., Abongosi, J.,

- Ochen, S., Sserumaga, J., Alibu, S., Abalo, G., Asea, G., Agona, A., 2018. Detection of sister-species in invasive populations of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) from Uganda. *PLoS One* 13.
- Peña-Peña, A.J., Santillán-Galicia, M.T., Hernández-López, J., Guzmán-Franco, A.W., 2015. *Metarhizium pingshaense* applied as a seed treatment induces fungal infection in larvae of the white grub *Anomala cincta*. *J. Invertebr. Pathol.* 130, 9–12.
- Posadas, J.B., Elena, G.J., Beatriz, P.J., Alejandro, P., E, L.R., 2017. *Metarhizium anisopliae* sorkin promotes growth and has endophytic activity in tomato plants 5, 22–27.
- Qi, W.Z., Liu, H.H., Liu, P., Dong, S.T., Zhao, B.Q., So, H.B., Li, G., Liu, H. De, Zhang, J.W., Zhao, B., 2012. Morphological and physiological characteristics of corn (*Zea mays* L.) roots from cultivars with different yield potentials. *Eur. J. Agron.* 38, 54–63.
- Ramadani, F., Salbiah, D., Sutikno, A., 2016. Uji Beberapa Dosis Cendawan Entomopatogen *Cordyceps* sp. Lokal Pada Media Bekatul Padi terhadap Larva *Oryctes rhinoceros* L. di Laboratorium. *JOM Faperta* 3, 1–9.
- Ramirez-Rodriguez, D., Sánchez-Peña, S.R., 2016. Endophytic *Beauveria bassiana* in *Zea mays*: pathogenicity against larvae of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Southwest. Entomol.* 41, 875–878.
- Ramos, Y., Taibo, A.D., Jiménez, J.A., Portal, O., 2020. Endophytic establishment of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in maize plants and its effect against *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. *Egypt. J. Biol. Pest Control* 30.
- 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 J. Microbiol.* 56, 126–133.
- Riwandi, Handajningsih, M., Hasanudin, 2014. Teknik budidaya jagung dengan sistem organik di lahan marginal, Unib Press Universitas Bengkulu 2014.
- 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.
- Sanders, P.G., Pavié, A., Hamilton, H., 2015. Study on morphological characteristics of maize (*Zea mays* L.) cultivars under different plant densities. *Biodiversitas* 5, 976–997.
- Sari, D.P., S, B.W., Gusmara, H., 2017. Pertumbuhan dan hasil jagung manis (*Zea mays saccharata*) dengan pengurangan pupuk NPK yang digantikan dengan lumpur kelapa sawit (sludge) pada tanah ultisol. *Agrotrop* 15.

- Shylesha, A.N., Jalali, S.K., Gupta, A., Varshney, R., Venkatesan, T., Shetty, P., Ojha, R., Ganiger, P.C., Navik, O., Subaharan, K., Bakthavatsalam, N., Ballal, C.R., A., R., 2018. Studies on new invasive pest *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) and its natural enemies. *J. Biol. Control* 32, 145–151.
- Silva, M. da, Débora, Bueno, D.F., Andrade, A., Karine, Dos, C., Stecca, S., Oliveira, P.M., Neves, J., Oliveira, N. De, Cristina, M., 2017. *Scientia Agricola* Biology and nutrition of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) fed on different food sources. *Sci. Agric.* 74, 18–31.
- Sinay, H., Karuwal, R.L., 2018. Short communication: Genetic variability of local corn cultivars from Kisar island, Maluku, Indonesia based on morphological characters. *Biodiversitas* 19, 2302–2307.
- Sisay, B., Simiyu, J., Malusi, P., Likhayo, P., Mendesil, E., Elibariki, N., Wakgari, M., Ayalew, G., Tefera, T., 2018. First report of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), natural enemies from Africa. *J. Appl. Entomol.* 142, 800–804.
- Sisay, B., Tefera, T., Wakgari, M., Ayalew, G., Mendesil, E., 2019. The efficacy of selected synthetic insecticides and botanicals against fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, in maize. *Insects* 10.
- Souza, M.L., Sanches, M.M., Souza, D.A. de, Faria, M., Espinel-Correal, C., Sihler, W., Lopes, R.B., 2019. Within-host interactions of *Metarhizium rileyi* strains and nucleopolyhedroviruses in *Spodoptera frugiperda* and *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Invertebr. Pathol.* 162, 10–18.
- 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.
- Tandzi, L.N., Ngonkeu, E.L., Yeboah, M., Honore, T., Tandzi, L.N., Ngonkeu, E.M., Moche, K., 2015. Morphological characterization of selected maize (*Zea mays* L.) inbred lines under acid soil conditions genetics improvement of maize for acid soils tolerance View project Rice project View project morphological characterization of selected maize. *Artic. Int. J. Curr. Res.*
- Tille, P.M., 2013. *Bailey & Scott's Diagnostic Microbiology*, 13 th Edn. *Lab. Med.* 44, e138–e139.
- Wei, Q.Y., Li, Y.Y., Xu, C., Wu, Y.X., Zhang, Y.R., Liu, H., 2020. Endophytic colonization by *Beauveria bassiana* increases the resistance of tomatoes against *Bemisia tabaci*. *Arthropod. Plant. Interact.* 14, 289–300.
- Wu, Q., He, L., Shen, X., Jiang, Y., Liu, J., Hu, G., 2019. Newly-invaded Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda* in the Yangtze River Valley of China.
- Yudha, I.K.W., Ferianto, I.G., Putra, M., 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.

Zhang, Y., Li, T., Bei, S., Zhang, J., Li, X., 2018. Growth and distribution of maize roots in response to nitrogen accumulation in soil profiles after long-term fertilization management on a calcareous soil. *Sustain.* 10.

Zheng, P., Xia, Y., Xiao, G., Xiong, C., Hu, X., Zhang, S., Zheng, H., Huang, Y., Zhou, Y., Wang, S., Zhao, G.P., Liu, X., St Leger, R.J., Wang, C., 2011. Genome sequence of the insect pathogenic fungus *Cordyceps militaris*, a valued traditional chinese medicine. *Genome Biol.* 12.