

SKRIPSI

**AKTIVITAS PUPASIDA JAMUR ENDOFIT ASAL
SUMATERA SELATAN YANG DIAPLIKASIKAN SECARA
TOPIKAL PADA PUPA *Spodoptera frugiperda***

***PUPACIDAL ACTIVITY OF ENDOPHYTIC FUNGI FROM
SOUTH SUMATERA TREATED TOPICALLY ON *Spodoptera
frugiperda* PUPAE***



**Raudhatul Fatricia
05081381924059**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

SUMMARY

RAUDHATUL FATRICIA, Pupacidal Activity Of Endophytic Fungi From South Sumatera Treated Topically On *Spodoptera frugiperda* Pupae (Supervised by: **SITI HERLINDA**)

Spodoptera frugiperda (J. E. Smith) is a new pest in maize cultivation in Indonesia which is detrimental because it attacks the growing points of maize plants. Endophytic fungi have not been widely used as entomopathogenic fungi which have potential in pest control. In several countries, endophytic fungi have been found to be used as control of *S. frugiperda*. However, there is still little information on endophytic entomopathogenic fungi in South Sumatra. Therefore, this study aims to observe the negative effect of endophytic fungi from South Sumatra on pupal mortality and development of *S. frugiperda*. This research was conducted at the Entomology Laboratory, Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University on July to November 2022. This study used a Randomized Block Design (RBD) using 13 treatments and a control repeated 3 times using the temperature and relative humidity in the annex.

The results of endophytic fungal isolates that have calculated the spore density (1×10^{10} conidia mL⁻¹) were applied topically to the pupae. The results showed that endophytic fungi were capable of becoming entomopathogenic fungi because they could kill 22.67% of the pupae in JaSPKPga (2) isolates of *Beauveria bassiana* species, the highest larval mortality 5.17% was found in JaSPKPga (2) isolates of *Beauveria bassiana* species. 13 isolates of endophytic fungi have potential as entomopathogenic fungi. However, the high or low mortality rate of insects can be affected because *S. frugiperda* is not the main host of each endophytic fungus isolate, so host adjustments are needed. However, it can cause defects in pupae and imago and reduce the number of F2 generation eggs and the number of hatched eggs. This shows that the application of endophytic fungi topically can have a negative effect on the development of *S. frugiperda*.

Keywords: Endophytic fungi, pupae, *Spodoptera frugiperda*

RINGKASAN

RAUDHATUL FATRICIA, Aktivitas Pupasida Jamur Endofit Asal Sumatera Selatan yang Diaplikasikan Secara Topikal Pada Pupa *Spodoptera frugiperda* (Dibimbing oleh: **SITI HERLINDA**)

Spodoptera frugiperda (J. E. Smith) merupakan hama baru pada pertanaman jagung di Indonesia yang merugikan karena menyerang titik tumbuh tanaman jagung. Jamur endofit belum banyak digunakan sebagai jamur entomopatogen yang memiliki potensi dalam pengendalian hama. Di beberapa Negara telah ditemukan jamur endofit yang digunakan sebagai pengendalian *S. frugiperda*. Namun Informasi jamur entomopatogen endofit di Sumatera Selatan masih sedikit. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengamati pengaruh negatif jamur endofit asal Sumatera Selatan terhadap mortalitas pupa dan perkembangan *S. frugiperda*. Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Entomologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada bulan Juli hingga November 2022. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan menggunakan 13 perlakuan dan kontrol yang diulang sebanyak 3 kali menggunakan suhu dan kelembaban relatif pada lampiran.

Hasil penelitian isolat jamur endofit yang sudah dihitung kerapatan spora (1×10^{10} konidia mL^{-1}) diaplikasikan pada pupa secara topikal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jamur endofit yang mampu menjadi jamur entomopatogen karena dapat membunuh pupa 22.67% pada isolat JaSPKPga (2) spesies *Beauveria bassiana*, mortalitas larva tertinggi 5.17% terdapat pada isolat JaSPKPga (2) spesies *Beauveria bassiana*. 13 isolat jamur endofit mempunyai potensi sebagai jamur entomopatogen. Namun tinggi rendahnya tingkat mortalitas serangga bisa dipengaruhi karena *S. frugiperda* bukan inang utama dari setiap isolat jamur endofit sehingga dibutuhkan penyesuaian inang. Tetapi, mampu menyebabkan kecacatan pada pupa dan imago serta menurunkan telur generasi F2 dan jumlah telur menetas. Hal ini menunjukkan bahwa pengaplikasian jamur endofit secara topikal dapat berpengaruh negatif pada perkembangan *S. frugiperda*.

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

SKIRIPSI

**AKTIVITAS PUPASIDA JAMUR ENDOFIT ASAL
SUMATERA SELATAN YANG DIAPLIKASIKAN SECARA
TOPIKAL PADA PUPA *Spodoptera frugiperda***

***PUPACIDAL ACTIVITY OF ENDOPHYTIC FUNGI FROM
SOUTH SUMATERA TREATED TOPICALLY ON *Spodoptera
frugiperda* PUPAE***

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian
Pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya**



**Raudhatul Fatricia
05081381924059**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

**AKTIVITAS PUPASIDA JAMUR ENDOFIT ASAL
SUMATERA SELATAN YANG DIAPLIKASIKAN SECARA
TOPIKAL PADA PUPA *Spodoptera frugiperda***

SKRIPSI

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

Oleh

Raudhatul Fatricia
05081381924059

Indralaya, 02 Desember 2022
Pembimbing

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

Mengetahui,

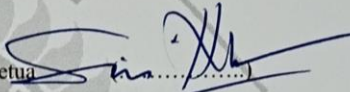
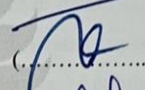
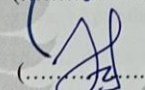
Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Ahmad Muslim, M.Agr.
NIP. 196412291992031001


Skripsi dengan judul “Aktivitas Pupasida Jamur Endofit Asal Sumatera Selatan Yang Diaplikasikan Secara Topikal Pada Pupa *Spodoptera frugiperda*” oleh Raudhatul Patricia telah dipertahankan dihadapan Komisi penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 02 Desember 2022 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. 198510172015105101 | Sekretaris |  |
| 3. Weri Herlin, S.P, M.Si., Ph.D
NIP. 19831219201222004 | Anggota |  |

Indralaya, 02 Desember 2022

Ketua Jurusan
Hama dan Penyakit Tumbuhan


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

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Raudhatul Fatricia

Nim : 05081381924059

Judul : Aktivitas Pupasida Jamur Endofit Asal Sumatera Selatan Yang Diaplikasikan Secara Topikal Pada Pupa *Spodoptera frugiperda*

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian atau pengamatan saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiaris dalam laporan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak mana pun.



Indralaya, 02 Desember 2022

Yang membuat pernyataan



Raudhatul Fatricia

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah kami panjatkan atas kehadiran Allah SWT berkat rahmat dan karunianya lah penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul: “Aktivitas Pupasida Jamur Endofit Asal Sumatera Selatan Yang Diaplikasikan Secara Topikal Pada Pupa *Spodoptera frugiperda*”. Sholawat serta salam kepada nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita dari zaman jahiliah menuju ke zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan. Skripsi ini ditulis untuk memenuhi syarat kelulusan di Prodi Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Penulisan skripsi dapat terselesaikan tepat pada waktunya karena kerja keras, usaha, dan dukungan orang – orang disekitar

Penulis berterima kasih kepada dosen pembimbing skripsi Prof. Dr.Ir Siti Herlinda, M.Si. yang telah memberikan ilmu, motivasi, dan arahan mulai dari awal perencanaan pelaksanaan penelitian sampai akhir penyusunan dan penulisan dalam skripsi ini. Penelitian ini didanai Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat (DRTPM), Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi dengan kontrak nomor: 057/E5/PG.02.00.PT/2022, 16 Maret 2022. Oleh karena itu, tidak diperkenankan menyebar dan mempublikasikan semua data pada skripsi ini tanpa izin tertulis Prof. Dr.Ir. Siti Herlinda, M.Si. Penulis sangat berterima kasih kepada kedua orang tua dan saudara yang telah memberi do’a, dukungan, dan motivasi. Terima kasih juga kepada teman – teman lainnya yang tidak bisa disebutkan satu – persatu, semoga semua bantuannya dibalas dengan kebaikan oleh Allah SWT.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Untuk itu penulis menerima kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan penulisan skripsi ini. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Indralaya, 02 Desember 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Hipotesis.....	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Penyebaran <i>Spodoptera frugiperda</i>	4
2.2. Taksonomi <i>Spodoptera frugiperda</i>	4
2.3. Morfologi dan biologi <i>Spodoptera frugiperda</i>	5
2.3.1. Telur <i>Spodoptera frugiperda</i>	5
2.3.2. Larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	6
2.3.3. Pupa <i>Spodoptera frugiperda</i>	6
2.3.4. Imago <i>Spodoptera frugiperda</i>	7
2.4. Tanaman Inang <i>Spodoptera frugiperda</i>	8
2.4.1. Tanaman Jagung (<i>Zea mays</i> L)	8
2.5. Gejala Serangan <i>Spodoptera frugiperda</i>	9
2.6. Pengendalian <i>Spodoptera frugiperda</i>	10
2.7. Jamur Endofit	11
2.8. Jamur Entomopatogen.....	11
2.9. Macam-Macam Jamur Entomopatogen	11

2.9.1. <i>Beauveria bassiana</i>	11
2.9.2. <i>Aspergillus</i> sp.....	13
2.9.3 <i>Curvularia lunata</i>	13
2.8.4 <i>Chaetomium</i> sp.....	14
2.10. Mekanisme Infeksi Jamur Entomopatogen Terhadap Serangga.....	15
BAB 3 PELAKSANAAN PENELITIAN	17
3.1. Tempat dan Waktu	17
3.2. Alat dan Bahan.....	17
3.3 Metode Penelitian.....	17
3.4.Cara Kerja	18
3.4.1. Persiapan Serangga Uji	18
3.4.2. Sterilisasi Alat dan Bahan	18
3.4.3. Asal Isolat Jamur Endofit.....	19
3.4.4. Pembuatan Media.....	19
3.4.5. Penguangan Jamur Endofit Pada Media GYA	20
3.4.6. Penguangan Jamur Endofit Pada Media GYB.....	21
3.4.7. Perhitungan Kerapatan Konidia dan Viabilitas Konidia.....	21
3.4.8. Aplikasi Jamur Endofit Pada Serangga Uji.....	23
3.5. Pengamatan Setelah Aplikasi.....	23
3.6. Uji konfirmasi Jamur Endofit Pada Pupa <i>Spodoptera frugiperda</i>	27
3.7. Analisis Data	27
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1. Hasil	28
4.1.1. Isolat Jamur Endofit	28
4.1.2. Kerapatan dan viabilitas konidia jamur endofit	30
4.1.2. Panjang dan berat pupa <i>Spodoptera frugiperda</i>	31
4.1.3. Persentase imago <i>Spodoptera frugiperda</i> yang muncul dan tidak muncul	32
4.1.5. Panjang imago dan rentang sayap imago <i>Spodoptera frugiperda</i>	34

4.1.6. Lama hidup imago, jumlah telur yang diletakkan, dan jumlah telur yang menetas	35
4.1.7. Berat Badan Larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	36
4.1.8. Luas Daun yang Dimakan (LDD)	37
4.1.9. Berat kotoran larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	40
4.10. Mortalitas Larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	42
4.1.11. Persentase pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> yang muncul dan gagal muncul	46
4.2. Pembahasan.....	48
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1. Kesimpulan	51
5.2. Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN.....	61

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Morfologi dan biologi <i>Spodoptera frugiperda</i>	5
Gambar 2.2. Telur <i>Spodoptera frugiperda</i>	6
Gambar 2.3. Larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	6
Gambar 2.4. Pupa <i>Spodoptera frugiperda</i>	7
Gambar 3.5. Imago <i>Spodoptera frugiperda</i>	7
Gambar 2.6. Bentuk genotip ujung daun jagung.....	8
Gambar 2.7. Bunga tanaman jagung jantan	9
Gambar 2.8. Gejala serangan <i>Spodoptera frugiperda</i> pada tanaman jagung...	10
Gambar 2.9. <i>Beauveria bassiana</i>	12
Gambar 2.10. <i>Aspergillus</i> sp.	13
Gambar 2.11. <i>Curvularia lunata</i>	14
Gambar 2.12. <i>Chaetomium</i> sp.....	15
Gambar 2.13. Mekanisme infeksi jamur entomopatogen terhadap serangga	16
Gambar 3.1. Persiapan serangga uji	18
Gambar 3.2. <i>Haemocytometer</i>	22
Gambar 3.3. Sungkup imago <i>Spodoptera frugiperda</i>	25
Gambar 4.1. Koloni jamur endofit pada media GYA	28
Gambar 4.2. Koloni jamur endofit pada media GYB	29
Gambar 4.3. Struktur jamur endofit	29
Gambar 4.4. Viabilitas 1×24 jam	31
Gambar 4.5. Viabilitas 1×48 jam	31
Gambar 4.6. Imago <i>Spodoptera frugiperda</i> normal dan tidak normal.....	34
Gambar 4.7. Imago <i>Spodoptera frugiperda</i>	34
Gambar 4.8. Luas daun jagung sebelum aplikasi.....	40
Gambar 4.9. Luas daun jagung setelah aplikasi	40
Gambar 4.10. Mortalitas larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	43
Gambar 4.11. Larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	45
Gambar 4.10. Pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> normal dan tidak normal.....	48
Gambar 4.12. Pupa <i>Spodoptera frugiperda</i>	48

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Isolat jamur endofit pada jaringan tanaman di daerah Sumatera Selatan	19
Tabel 4.1. Kerapatan dan viabilitas konidia isolat jamur endofit	30
Tabel 4.2. Berat pupa dan panjang pupa jamur endofit (1×10^{10} konidia mL ⁻¹) selama 8 hari pengamatan	32
Tabel 4.3. Persentase imago <i>Spodoptera frugiperda</i> yang muncul dan tidak muncul setelah diaplikasikan jamur endofit (1×10^{10} konidia mL ⁻¹).....	33
Tabel 4.4. Rentang sayap imago dan panjang badan imago <i>Spodoptera frugiperda</i> (cm/ekor ⁻¹) setelah diaplikasikan jamur endofit (1×10^{10} konidia mL ⁻¹).....	35
Tabel 4.5. Lama hidup imago, jumlah telur yang diletakkan, dan jumlah telur yang menetas setelah diberikan perlakuan jamur endofit (1×10^{10} konidia mL ⁻¹).....	36
Tabel 4.6. Berat badan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> setelah diberikan perlakuan jamur endofit (1×10^{10} konidia mL ⁻¹) pengamatan selama instar ke-1 sampai instar ke-6	37
Tabel 4.7. Rata-rata luas daun yang dimakan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> (cm ² ekor ⁻¹ hari ⁻¹) pengamatan hari ke-1 sampai ke-8 setelah diberikan perlakuan jamur endofit (1×10^{10} konidia mL ⁻¹)	38
Tabel 4.8. Rata-rata luas daun yang dimakan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> (cm ² /ekor ⁻¹ /hari ⁻¹) selama pengamatan hari ke-8 sampai ke-16 setelah diberikan perlakuan jamur endofit (1×10^{10} konidia mL ⁻¹).....	39
Tabel 4.9. Berat kotoran larva <i>Spodoptera frugiperda</i> yang diberikan perlakuan jamur endofit (1×10^{10} konidia mL ⁻¹) pengamatan hari ke-1 sampai ke-8	41

Tabel 4.10. Berat kotoran larva <i>Spodoptera frugiperda</i> yang diberikan perlakuan jamur endofit (1×10^{10} konidia mL ⁻¹) pengamatan hari ke-9 sampai ke-16	42
Tabel 4.11. Mortalitas larva <i>Spodoptera frugiperda</i> setelah diberikan perlakuan jamur endofit (1×10^{10} konidia mL ⁻¹)	43
Tabel 4.12. LT50 dan LT95 larva <i>Spodoptera frugiperda</i> yang diberikan perlakuan jamur endofit (1×10^{10} konidia mL ⁻¹)	44
Tabel 4.13. Gejala serangan pada larva <i>Spodoptera frugiperda</i> yang diberikan perlakuan jamur endofit (1×10^{10} konidia mL ⁻¹)	45
Tabel 4.13. (lanjutan)	46
Tabel 4.14. Persentase pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> yang muncul dan tidak muncul yang diberikan perlakuan jamur endofit (1×10^{10} konidia mL ⁻¹)	47

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1: Suhu ruangan	61
Lampiran 2: Kelembaban ruangan (RH).....	62
Lampiran 3: Kerapatan Konidia dan Viabilitas 1 x 24 jam dan 1 x 48 jam (%)	63
Lampiran 4: Panjang (cm) dan berat (mg) pupa <i>Spodoptera frugiperda</i>	64
Lampiran 5: Imago <i>Spodoptera frugiperda</i> muncul, normal, tidak normal, dan tidak muncul.....	65
Lampiran 6: Panjang dan rentang sayap imago <i>Spodoptera frugiperda</i> (cm)	66
Lampiran 7: Umur Imago (jantan dan betina), jumlah telur, jumlah telur menetas, jumlah telur tidak menetas <i>Spodoptera frugiperda</i> ...	67
Lampiran 8: Berat badan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> (mg).....	68
Lampiran 8: (Lanjutan)	69
Lampiran 9: Luas daun yang dimakan larva <i>Spodoptera frugiperda</i> (cm ²)...	70
Lampiran 9: (Lanjutan)	71
Lampiran 10: Berat kotoran larva <i>Spodoptera frugiperda</i> (mg).....	72
Lampiran 10: (Lanjutan)	73
Lampiran 11: Mortalitas larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	74
Lampiran 11: (Lanjutan)	75
Lampiran 12: Pupa muncul (normal dan tidak normal) dan pupa tidak muncul <i>Spodoptera frugiperda</i>	76
Lampiran 13: Uji konfirmasi pada pupa <i>Spodoptera frugiperda</i>	77

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jagung (*Zea mays*) merupakan tanaman pangan di Indonesia yang memiliki persentase produksi mencapai 55% (Wahyudin, 2017). Namun, Indonesia mengalami penurunan hasil produksi mencapai 18 ton/tahun akibat serangan organisme pengganggu tumbuhan (OPT) *Spodoptera frugiperda* (J.E Smith) (Herlinda, *et al.*, 2020). *S. frugiperda* menyebabkan kerusakan dan menghambat titik tumbuh tanaman jagung (*Z. mays*) secara langsung dengan cara menggerek bagian tanaman jagung seperti batang, daun, tongkol, bunga, dan buah (Herlinda *et al.*, 2021). *S. frugiperda* termasuk hama invasif yang memiliki kemampuan terbang lebih dari 100 km per malam pada fase imago, sehingga dapat dengan cepat menyebar ke beberapa benua di dunia (Nonci *et al.*, 2019). Hama invasif ini berasal dari benua Amerika yang ditemukan sebagai hama di beberapa tanaman seperti kentang, kedelai, kacang-kacangan dll (Chormule *et al.*, 2019). Pada tahun 2019 *S. frugiperda* ditemukan pada beberapa daerah pulau Sumatera tepatnya di Kabupaten Pasaman barat, Sumatera Barat dan Lampung dengan tingkat keparahan dan serangan insidensi mencapai 65% dan 100% (Nonci *et al.*, 2019). *S. frugiperda* telah menyebar dan menyerang tanaman jagung 47 negara di benua Afrika dan 18 negara di benua Asia pada tahun 2016, dengan kelimpahan populasi 13,7 – 33,3 larva dan memiliki tingkat serangan 94% (Pu *et al.*, 2021). Rata – rata kerugian akibat serangan *S. frugiperda* mencapai 8,3 – 20,6 juta ton/tahun atau senilai US\$ 2.481 – 6.187 juta/tahun (Wu *et al.*, 2016).

Petani di Indonesia menggunakan pestisida kimiawi untuk mengendalikan populasinya karena dianggap cepat dan praktis (Jordon, 2021). Namun penggunaan bahan kimia memiliki banyak dampak negatif pada lingkungan dan kesehatan manusia (Agboyi *et al.*, 2019). Salah satu pengendalian ramah lingkungan yaitu pengendalian hayati yang memanfaatkan jamur entomopatogen (Alejandra *et al.*, 2019). Jamur entomopatogen merupakan jamur penyebab penyakit pada serangga dan hidup dengan cara mengambil nutrisi pada inangnya (Rosmayuningsih *et al.*, 2014). Jamur entomopatogen yang terkenal yaitu

Metarhizium anisopliae dan *Beauveria bassiana* serta beberapa genus jamur lainnya seperti *Aspergillus*, *Penicillium*, dll (Ngangambe, 2020). Pemanfaatan jamur entomopatogen telah dilakukan di beberapa negara seperti USA, China, Germany, dan Denmark dengan persentase mortalitas 98.3% pada larva *S. frugiperda* (Saragih *et al.*, 2019).

Menurut (Ginting, Zarkani and Sumarni, 2020) jamur entomopatogen *B. bassiana* dan *M. anisopliae* masuk kedalam jaringan tubuh serangga dan merusak kemampuan fungsi heamolyn serangga hingga mampu membunuh *S. frugiperda* dengan cara racun kontak yang memiliki persentase kematian 98%. Pada penelitian sebelumnya jamur *Metarhizium* spp. mampu menyebabkan kematian dengan mortalitas 78.67% dan mempengaruhi siklus hidup *S. frugiperda* secara signifikan membuat larva dan pupa menjadi abnormal sehingga menekan munculnya imago hingga 81.2% setelah 12 hari aplikasi pada *S. frugiperda* (Herlinda, Octariati and Suwandi, 2020). Jamur endofit *Beauveria* sp. yang diisolasi dari akar tanaman terbukti memiliki aktivitas insektisida pada larva instar 2 dan dapat menurunkan 44% kemunculan imago *S. frugiperda* (Gustianingtyas *et al.*, 2021). Namun, belum diketahui efektifitas jamur endofit lainnya seperti, *B. bassiana*, *Curvularia lunata*, *Aspergillus* sp., dan *Chaetomium* sp. yang diaplikasikan secara topikal pada pupa *S. frugiperda*. Untuk itu, perlu dilakukannya aplikasi terhadap pupa *S. frugiperda* untuk melihat pengaruh negatif jamur endofit tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, adapun rumusan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana aktivitas pupasida jamur endofit asal Sumatera Selatan terhadap mortalitas pupa dan perkembangan *Spodoptera frugiperda*?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, adapun tujuan pada penelitian ini yaitu untuk mengamati pengaruh negatif jamur endofit asal Sumatera Selatan terhadap mortalitas pupa dan perkembangan *Spodoptera frugiperda*

1.4. Hipotesis

Berdasarkan tujuan, adapun hipotesis pada penelitian ini yaitu diduga jamur endofit *Beauveria bassiana* asal Sumatera Selatan berpengaruh negatif terhadap mortalitas pupa dan perkembangan *Spodoptera frugiperda*.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menambah ilmu pengetahuan dan pengembangan teknologi pengendalian hayati tentang jamur endofit yang dapat digunakan untuk menekan populasi *Spodoptera frugiperda* dan dapat mengurangi penggunaan pestisida sintetik.

DAFTAR PUSTAKA

- Agboyi, L. K., Goergen, G., Beseh, P., Mensah, S. A., Clottey, V. A., Glikpo, R., Buddie, A., Caf, G., Lisa, O., Day, R., Rwomushana, I., & Kenis, M. 2019. Parasitoid Complex of Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda*, in Ghana and Benin. *Journal Insects*. 11(68): 1–15.
- Alejandra, M., Mora, E., Marcelo, A., Castilho, C., & Fraga, M. E. 2019. Classification and infection mechanism of entomopathogenic fungi: 1–10.
- Anandhi, S., & Saminathan, V. R. 2021. New record of larval parasitoids and predatory spiders on fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J . E . Smith) (Noctuidae : Lepidoptera) in Tamil Nadu. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 9(4): 340–342.
- Ayudya, D. R., Herlinda, S., & Suwandi, S. 2016. Pengenalan Alat-Alat Laboratorium Mikrobiologi Untuk Mengatasi Keselamatan Kerja dan Keberhasilan Praktikum. *Jurnal Mikrobiologi*. 1(1): 1–6.
- Ayudya, D.R., Herlinda, S. and 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 journal*. 20(8): 2101–2109.
- 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.
- Bentivenha, J. P. F., Hunt, T. E., & Paula-moraes, S. L. 2017. Attack and defense movements involved in the interaction of *Spodoptera frugiperda* and *Helicoverpa zea* (Lepidoptera : Noctuidae)
- Chang, J. ying, LIU, S. sen, Shi, J., Guo, N., Zhang, H. jian, & Chen, J. 2020. A new *Curvularia lunata* variety discovered in Huanghuaihai Region in China. *Journal of Integrative Agriculture*. 19(2): 551–560.
- Chormule, Ankush, S., Naresh, Sharanabasappa, CM kalleshwaraswamy, A., R, S., & HMM. 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.
- Dassou, A. G., Idohou, R., Azandémè-Hounmalon, G. Y., Sabi-Sabi, A., Houndété, J., Silvie, P., & Dansi, A. 2021. Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) in maize cropping systems in Benin: abundance, damage, predatory ants and otential control. *International Journal of Tropical Insect Science*. 41(4): 2627–2636.
- D 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(6): 219–221.
- Djarwaningsih, T. 2005. *Capsicum* spp. (Cabai): Asal, Persebaran dan Nilai Ekonomi. *Jurnal Biodiversitas*. 6(4): 292–296.
- Dong, H., Zhu, K., Zhao, Q., Bai, X., & Zhou, J. 2021. Morphological defense of the egg mass of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera : Noctuidae) affects parasitic capacity and alters behaviors of egg parasitoid wasps. *Journal of Asia-Pacific Entomology*
- Dumas, P., Legeai, F., Lemaitre, C., & Scaon, E. 2015. *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera : Noctuidae) host-plant variants : two host strains or two distinct species . *Journal Genetica*, 19(5): 1–11.
- Gabi Vania Sally, Sandy Vitria Kurniawan, S. 2020. Analisis metode preservasi subkultur berkala dan dengan air steril untuk jamur *Aspergillus* sp. dan *Candida albicans*. *Damianus Journal of Medicine*, 19(2): 99–104.
- 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. *Journal Current Science*. 115(4): 621–623.
- Ginting S., Zarkani A., & Sumarni T. 2020. Natural incidence of entomopathogenic fungus *Nomuraea rileyi* on *Spodoptera frugiperda* infesting corn. *Jurnal HPT Tropika*. 20(2): 85–91.
- 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', *Biological Control*. 95(1): 40–48.
- Gustianingtyas, M., Herlinda, S., & Suwandi, S. 2021. The endophytic fungi from South Sumatera (Indonesia) and their pathogenecity against the new invasive fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*', *Biodiversitas journal*, 22(2): 051–1062.
- Hanif, K.I. Herlinda, Siti. Irsan, Chandra. Pujiastuti, Yulia. Prabawati, Ghanni Hasbi. Karenina, Tili. 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 journal*, 21(5): 2124–2136.
- Herlinda, S., Alesia, M., Susilawati, Irsan, C., Hasbi, Suparman, Anggraini, E., & Arsi. 2020. Exploring entomopathogenic fungi from South Sumatra (Indonesia) soil and their pathogenicity against a new invasive maize pest, *spodoptera frugiperda*. *Biodiversitas journal*. 21(7): 2955–2965.
- Herlinda, S., Efendi, R. A., Suharjo, R., Hasbi, Setiawan, A., Elfita, & Verawaty, M. 2020. Impact of mycoinsecticides and abamectin applications on species diversity and abundance of aquatic insects in rice fields of freshwater swamps of south sumatra, Indonesia. *Biodiversitas journal*. 21(7): 3076–3083.
- Herlinda, S., Fajriah, A. J., Suparman, Anggraini, E., Elfita, Setiawan, A., Verawaty, M., Hasbi, & Arsi. 2020. Insecticidal activity of filtrate of *Beauveria bassiana* cultures incubated under the temperatures of 25°C and 34°C against larvae *Spodoptera litura*. *Journal of International Conference on Natural Resources and Technology*. 468(1): 210-222.
- Herlinda, S., Gustianingtyas, M., Suwandi, S., Suharjo, R., Sari, J. M. P., & Lestari, R. P. 2020. New emerging entomopathogenic fungi isolated from soil in South Sumatra (Indonesia) and their filtrate and conidial insecticidal activity against *spodoptera litura*', *Biodiversitas journal*. 21(11): 5102–5113.
- Herlinda, S., Octariati, N., & Suwandi, S. 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): 1-11.
- H Herlinda, S., Suharjo, R., Elbi Sinaga, 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*, 21(6): 412–419.
- Herlinda, S., Suharjo, R., Elbi, M., *et al.* (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*.
- Herlinda, S., Sinaga, M. E., Ihsan, F., Fawwazi, F., Suwandi, S., Hasbi, Irsan, C., Suparman, Muslim, A., Hamidson, H., Arsi, Umayah, A., & Irmawati. 2021. Outbreaks of a new invasive pest, the fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in South Sumatra, Indonesia. *Journal of International Conference on Natural Resources and Technology*. 912(1): 0–8.
- Herlinda, S., Simbolon, I. M. P., Hasbi, Suwandi, S., & Suparman. 2022. Host Plant Species Of The New Invasive Pest, Fall Armyworm (*Spodoptera Frugiperda*) In South Sumatra. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 995(1): 0–5.
- Herlinda, S., Octariati, N. and Suwandi, S. 2020. Exploring entomopathogenic fungi from South Sumatra (Indonesia) soil and their pathogenicity against a new invasive maize pest *Spodoptera frugiperda*. *Jurnal Biodiversitas*, 21(7): 2955–2965.
- Indi, S. N., Komi, M., Id, A., Kimathi, E., Mutune, B., Fatih, E., Salifu, D., Hailu, G., Belayneh, Y. T., Felege, E., Tonnang, H. E. Z., Ekesi, S., & Subramanian, S. 2021. Bioecology of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J . E . Smith) its management and potential patterns of seasonal spread in Africa. *Journal Plos oNE*, 17(7): 1–24.
- Irna Masyitah, Suzanna Fitriany Sitepu, I. S. 2017. Potensi Jamur Entomopatogen

- untuk Mengendalikan Ulat Grayak *Spodoptera litura* F. pada Tanaman Tembakau In Vivo. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*. 5(2337): 484–493.
- J 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*. *Biological Control*. 103(9): 187–195.
- Jamil, S. Z., Saranam, M. M., Jumaiyah, L., Hudin, S., Khairul, W., & Wan, A. 2021. First incidence of the invasive fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) attacking maize in Malaysia. *Journal BioInvasions Records*. 10(1): 81–90.
- Jordon, M.W. and Lewis, O.T. 2021. Effects of distance from semi-natural habitat on fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*, J. E. Smith) and its potential natural enemies in Ghana 93(8): 110-121.
- Kartinah Wiryoendjojo, Nony Puspawati, D.S. 2019. Isolasi dan Identifikasi Jamur Xerofilik pada Kopi Instant. *Jurnal Biomedika*. 12(1): 112–120.
- Kedves, O., Kocsubé, S., Bata, T., Andersson, M. A., Salo, J. M., Mikkola, R., Salonen, H., Szűcs, A., Kedves, A., Kónya, Z., Vágvölgyi, C., Magyar, D., & Kredics, L. 2021. *Chaetomium* and chaetomium species from european indoor environments include *dichotomopilus finlandicus* sp. *Journal Pathogens*. 10(9): 210-231.
- Kenis, M., Plessis, H., Berg, J. Van Den, Ba, M. N., Caf, G., Offord, L., Rwomushana, I., & Polaszek, A. 2019. *Telenomus remus* a Candidate Parasitoid for the Biological Control of *Spodoptera frugiperda* in Africa, is already Present on the Continent. *Journal Insects*. 10(92): 1–10.
- Khan, R., Ghazali, F. M., Mahyudin, N. A., & Samsudin, N.I.P. 2020. Morphological characterization and determination of aflatoxigenic and non-aflatoxigenic *Aspergillus flavus* isolated from sweet corn kernels and soil in malaysia. *Journal Agriculture (Switzerland)*. 10(10): 1–13.
- 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 Journal of Microbiology and Biotechnology*. 36(3): 1–10.
- Maharani, Y., Dewi, V. K., Puspasari, L. T., 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. *Cropsaver- Journal of Plant Protection*, 2(1): 38.
- Mendes. 2016. Bioecology Of *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1757) In Different Cover CropS. *Journal Biosci.* 32(2): 337–345.
- Montezano, D. G., Specht, A., Sosa-gómez, D. R., & Brasília, U. De. 2018. Host Plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera : Noctuidae) in the Americas. *Journal African Entomology.* 26(2): 286–300.
- Nelly, N., Hamid, H. and Lina. 2021. Distribution and genetic diversity of *Spodoptera frugiperda* J . E . Smith (Noctuidae : Lepidoptera) on maize in West Sumatra , Indonesia. *Journal Biodiversitas.* 22(5). 2504–2510.
- 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 Science and Technology.*1(1): 1–13.
- Nishi, O., Sushida, H., Higashi, Y., & Iida, Y. 2021. Epiphytic and endophytic colonisation of tomato plants by the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* strain GHA. *Mycology.* 12(1): 39–47.
- Nonci, Ogunfunmilayo, A. O., Adewale, S., Id, K., Adedibu, B., Oloyede-kamiyo, Q. O., Nwogwugwu, J. O., Akinbode, O. A., Indi, S. S., Offord, L. C., Buddie, G., & Ofuya, T.I. 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. 56(7): 110-121.
- Nonci, Nurnina Kalgutny, Hary Septian, Mirsam, Hishar, Muis, Amran, Azrai, Muhammad, Aqil, & Muhammad. 2019. Pengenalan Fall Armyworm (*Spodoptera Frugiperda* J.E. Smith) Hama Baru Pada Tanaman Jagung Di Indonesia. In *Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Balai Penelitian Tanaman Serealia.* 73 (2):150–158
- Perez-zubiri, A. J. R., Cerna-chavez, E., Aguirre-uribe, L. A., Landeros-flores, J., & Harris, M. K. 2019. Population Variability of *Spodoptera frugiperda*

- (Lepidoptera : Noctuidae) in Maize (Poales : Poaceae) Associated with the Use of Chemical Insecticides Population variability of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera : Noctuidae) in maize (Poales : Poac. *Bioone complete*. 10(2):160–178.
- Pu, Y. M. S. W., & Mutiara, C. 2021. Komunikasi singkat Serangan hama invasif *Spodoptera frugiperda* (J . E . Smith) (Lepidoptera : Noctuidae) pada tanaman jagung di Kabupaten Ende Flores , Indonesia Attacks of invasive pest *Spodoptera frugiperda* (J . E . Smith) (Lepidoptera). 18(2):153–158.
- 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. *Journal of Biological Pest Control*. 30(30): 1–6.
- Rizali, A., Putri, S. D. P. S., & Doananda, M. 2021. Invasion of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* , a new invasive pest , alters native herbivore attack intensity and natural enemy diversity’, *Journal Biodiversitas*. 22(8): 3482–3488.
- Rizkie, L. Lilian. Herlinda, Siti. Suwandi. Chandra Irsan. Susilawati. Lakitan, & Benyamin. 2017. Kerapatan dan viabilitas konidia beauveria bassiana dan metarhizium anisopliae pada media in vitro ph rendah. *Jurnal HPT Tropika*. 17(2): 119–127.
- Rosmayuningsih, Ayu, bambang Tri Rahardjo, R.R. 2014. Patogenitas Jamur *Metarhizium anisopliae* Terhadap Hama Kepinding tanah (*Stibaropus molginus*) (Hemiptera: Cynidae) Dari Beberapa Formulasi. *Jurnal HPT*. 2(2): 29–37.
- Saragih, M., Trizelia, Nurbailis, & Yusniwati. 2019. Uji potensi cendawan endofit *Beauveria bassiana* terhadap perkecambahan dan pertumbuhan bibit tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.). *Seminar Nasional Pembangunan Pertanian dan Pedesaan*. 1(1): 151–159.
- Sartiarni. 2020. First record of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Indonesia and its occurrence in three provinces First record of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Indonesia and its occurrence in three provinces.

Jurnal IOP Publishing.7(4): 1–8.

- Shylesha, A. N., Jalali, S. K., Gupta, A., Varshney, R., Venkatesan, T., Shetty, Pr., Ojha, R., Ganiger, prabhu c., Navik, O., Subaharan, K., Bakthavatsalam, N., Ballal, chandish r., & A., R. 2018. Studies on new invasive pest *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) and its natural enemies. *Journal of Biological Control*. 32(3): 145–151.
- 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. *Journal of Applied Entomology*.17(5): 1–5.
- Sumikarsih, E., & Siti Herlinda and Yulia Pujiastuti. 2019. Conidial Density and Viability of *Beauveria bassiana* Isolates from Java and Sumatra', *Journal of Agricultural Science*, 1(2): 335–349.
- Suwandi, S., Irsan, C., Muslim, A., & Herlinda, S. 2020. Protection of chili pepper from mosaic virus disease and *Aphis gossypii* by a fermented water extract of compost. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 468(1): 1110-1121.
- Unbehend, M., Hänniger, S., Vásquez, G. M., Juárez, M. L., Reisig, D., McNeil, J. N., Meagher, R. L., Jenkins, D. A., Heckel, D. G., & Groot, A. T. Geographic variation in sexual attraction of *Spodoptera frugiperda* corn- and rice-strain males to pheromone lures. *PLoS ONE*. 9(2): 44–47.
- Uresh. 2019. Entomological Society of India (ESI) Member ' s copy , Not for commercial Sale entosocindia . org Entomological Society of India (ESI) Member 's copy Not for commercial Sale entosocindia . org Division of Entomology. *Indian Journal of Entomology*. 81(4): 779–782.
- Wahyudin, A., Ruminta, R., & Nursaripah, S. A. 2017. Pertumbuhan dan hasil tanaman jagung (*Zea mays* L.) toleran herbisida akibat pemberian berbagai dosis herbisida kalium glifosat. *Kultivasi*. 15(2): 86–91.
- Wan, J., Cong, H., Chang-You, L., Zhou Hong-Xu , Ren Yong-Lin, L. Z., Long-, X., Sheng, , Zhang Bin, Q., Liu Cong-Hui , Xi Yu , Liu Wan-Xue, W. W., Qian, & Wan-Qiang , Simon Mckirdy1, W. F. 2021. Biology invasion and management of the agricultural invader: Fall. *Journal of Integrative*

- Agriculture*. 20(3): 646–663.
- 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(6):57–63.
- Wartono, Cyntia Nirmalasari, dan Y. S. 2016. Seleksi jamur patogen serangga *beauveria* spp. serta uji patogenisitasnya pada serangga inang-walang (*Leptocorisa acuta*). *Journal Berita Biologi*. 15(2): 175–184.
- Wu, X., Zhang, L., Yang, C., Zong, M., Huang, Q., & Tao, L. 2016. Detection on emamectin benzoate-induced apoptosis and DNA damage in *Spodoptera frugiperda*. 126: 6–12.
- Yudha, I.K.W. and Wiradana, P.A. 2021. Damage characteristics and distribution patterns of invasive pest, *Spodoptera frugiperda* (J . E Smith) (Lepidoptera : Noctuidae) on maize crop in Bali, Indonesia. *Jurnal Biodiversitas*. 22(6):3378–3387.
- Zhai, X., Luo, D., Li, X., Han, T., Jia, M., Kong, Z., Ji, J., Rahman, K., Qin, L., & Zheng, C. 2018. Endophyte *Chaetomium globosum* D38 promotes bioactive constituents accumulation and root production in *Salvia miltiorrhiza*. *Frontiers in Microbiology Journal*. 8(1): 1–13.

