

SKRIPSI

**PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN
Spodoptera frugiperda YANG DIBERI PAKAN DAUN JAGUNG
YANG DIINOKULASI JAMUR ENDOFIT DARI
SUMATRA SELATAN**

***GROWTH AND DEVELOPMENT OF *Spodoptera frugiperda* FED
IN MAIZE LEAVES INOCULATED WITH ENDOPHYTIC
FUNGI FROM SOUTH SUMATRA***



**Rhani Arrwais
05081282025082**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN
JURUSAN ILMU HAMA PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

SUMMARY

RHANI ARRWAIS Growth and Development of *Spodoptera frugiperda* Fed in Maize Leaves Inoculated with Endophytic Fungi from South Sumatra (Supervised by **Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si.**)

Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) is a major pest of maize in Indonesia that causes a reduction in production of up to 18 tons/year. This pest damages the growing point of corn plants directly by chewing the stems, leaves, cobs, flowers, and fruits. This pest also has a high tolerance level to the use of pesticides. Therefore, this study aims to determine the growth and development of *S. frugiperda* fed with corn leaves inoculated with endophytic fungi. This study used seed treatment to see the effect of endophytic entomopathogenic fungi on the growth and development of the first generation of *S. frugiperda*, which was designed according to a completely randomized design (CRD) with 21 treatments and 3 replicates. The results of this study found that of the twenty isolates of endophytic fungi from South Sumatra inoculated on corn plants were able to inhibit the growth and development of *S. frugiperda*, the form of resistance to the growth and development of *S. frugiperda* such as reduced larval body length, larval body weight, larval feces weight and the formation of abnormal pupae and normal imago and reduced egg production. Twenty isolates of this endophytic fungus were able to kill *S. frugiperda* larvae except for CMTJP (*Curvularia lunata*).

Key words: *Spodoptera frugiperda*, endophytes, and seed treatment.

RINGKASAN

RHANI ARRWAIS Pertumbuhan dan Perkembangan *Spodoptera frugiperda* yang diberi Pakan Daun Jagung yang diinokulasi dengan Jamur Endofit dari Sumatra Selatan (Pembimbing oleh **Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si.**)

Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) merupakan hama utama jagung di Indonesia yang menyebabkan penurunan hasil produksi mencapai 18 ton/tahun. Hama ini merusak titik tumbuh tanaman jagung secara langsung dengan cara menggerak bagian batang, daun, tongkol, bunga, dan buah. Hama ini juga memiliki tingkat toleransi yang tinggi terhadap penggunaan pestisida. Oleh sebab itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan dan perkembangan *S. frugiperda* yang diberi pakan daun jagung yang diinokulasi jamur endofit. Penelitian ini menggunakan *seed treatment* untuk melihat pengaruh jamur entomopatogen endofit terhadap pertumbuhan dan perkembangan generasi satu *S. frugiperda*, yang dirancang menurut Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 21 perlakuan dan 3 ulangan. Hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa dari dua puluh isolat jamur endofit asal Sumatra Selatan yang diinokulasikan pada tanaman jagung mampu menghambat pertumbuhan dan perkembangan *S. frugiperda*, Adapun bentuk hambatan terhadap pertumbuhan dan perkembangan *S. frugiperda* seperti berkurangnya panjang badan larva, berat badan larva, berat kotoran larva dan terbentuknya pupa abnormal dan imago normal serta berkurangnya produksi butir telur. Dua puluh isolat jamur endofit ini mampu membunuh larva *S. frugiperda* kecuali isloat CMTJP (*Curvularia lunata*).

Kata kunci: *Spodoptra frugiperda*, endofit, dan *seed treatment*

SKRIPSI

**PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN
Spodoptera frugiperda YANG DIBERI PAKAN DAUN JAGUNG
YANG DIINOKULASI JAMUR ENDOFIT DARI
SUMATRA SELATAN**

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



**Rhani Arrwais
05081282025082**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN
JURUSAN ILMU HAMA PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN
Spodoptera frugiperda YANG DIBERI PAKAN DAUN JAGUNG
YANG DIINOKULASI JAMUR ENDOFIT DARI
SUMATRA SELATAN**

SKRIPSI

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

Oleh

Rhani Arrwais
05081282025082

Indralaya, November 2023

Rembimbing

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

Mengetahui.
Dekan Fakultas
Pertanian Universitas Sriwijaya



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

Skripsi dengan Judul "Pertumbuhan dan Perkembangan *Spodoptera frugiperda* yang diberi pakan pada daun Jagung yang diinokulasi Jamur Endofit dari Sumatera Selatan" oleh Rhani Arrwais telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian universitas Sriwijaya pada 03 November 2023 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

1. Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M. Si Ketua Panitia (.....)
NIP 196510201992032001
2. Dr. Rahmat Pratama, S.Si Sekretaris Penguji (.....)
NIP. 199211262023211018
3. Prof. Dr. Ir. Suwandi, M.Agr Ketua Penguji (.....)
NIP 196801111993021001

Indralaya, 03 November 2023

Ketua Jurusan
Hama dan Penyakit Tumbuhan



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

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rhani Arrwais

NIM : 05081282025082

Judul : Pertumbuhan dan Perkembangan *Spodoptera frugiperda* yang diberi
Pakan Daun Jagung yang diinokulasi Jamur Endofit dari Sumatra Selatan

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuai 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, ...

Yang membuat pernyataan



Rhani
Rhani Arrwais

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir pada tanggal 26 September 2002 di Rangkasbitung-Banten. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Orang tua bernama Dheni Ramdhani dan Aisyah. Penulis memulai pendidikannya di TK PGRI 2 pada tahun 2007 dan dilanjutkan ke Sekolah Dasar di SD Negeri 1 Rangkasbitung. Setelah itu melanjutkan Sekolah Menengah Pertama di Mts Negeri 2 Oku Selatan dan Sekolah Menengah Atas di MA Negeri 2 Oku Selatan. Pada tahun 2020, Penulis tercatat sebagai Mahasiswa di Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) dan sebagai penerima beasiswa Bidikmisi. Selama menjadi Mahasiswa di Program Studi Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Penulis aktif dalam berbagai kegiatan. Dalam keorganisasian, Penulis tercatat pernah menjadi anggota Agen 7 BO Kurma dan BWPI Rabbani FP. Penulis juga aktif dalam bidang akademik seperti pernah menjadi asisten praktikum Entomologi dan Ekologi serangga 2021-2023, asisten praktikum DDPT (Dasar-dasar Perlindungan Tanaman) 2021-2022. Disamping itu, penulis mengikuti program merdeka belajar APSITA (Asosiasi Proteksi Tanaman) di Universitas Syiah Kuala, Universitas Haluoleo dan Universitas Lampung tahun 2022.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah *Subhanahu wa ta'ala*. karena berkat rahmat, hidayah dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pertumbuhan dan Perkembangan *Spodoptera frugiperda* yang diberi pakan daun Jagung yang diinokulasi Jamur Endofit dari Sumatra Selatan”

Penulis mengucapkan terimakasih kepada **Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda. M.Si.** selaku pembimbing skripsi, mulai dari perencanaan, pelaksanaan hingga akhir penelitian dan penyusunan serta penulisan skripsi ini. Penelitian ini didanai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Riset dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia, Tahun Anggaran 2023, sesuai dengan kontrak Penelitian Pasca Sarjana-Penelitian Disertasi Doktor no.: 164/E5/PG.02.00.PL/2023, 19 Juni 2023 yang diketuai oleh Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si. Oleh karena itu, tidak diperkenankan menyebarkan atau mempublikasikan data yang ada skripsi ini tanpa izin tertulis dari Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada

1. Kedua orang tua dan seluruh keluarga atas dukungan serta doa.
2. Bapak Dekan FP, Ibu Kepala Jurusan HPT Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si., Bapak Dr. Rahmat Pratama, S.Si., Kak Jelly Milinia Puspita Sari, S.P., M.Si., dan Kak Dellania Eka Rindi, S.P., selaku mentor penelitian, Mba Dewi Nini Marlina, S.P., selaku Kepala Laboratorium Entomologi & Nematologi, dan pengurus administrasi.
3. Keluarga besar Laboratorium Entomologi dan teman-teman seperjuangan angkatan 2020 yang membantu memberikan dukungan dan semangat.

Penulis berharap skripsi ini dapat sebagai sumber pembelajaran, pengembangan ilmu pengetahuan untuk kita semua. Penulis juga mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar kedepannya menjadi lebih baik. Sekian terimakasih.

Indralaya, 03 November 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Hipotesis Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Taksonomi dan Morfologi <i>Spodoptera frugiperda</i>	4
2.2. Siklus Hidup dan Biologi Perkembangan <i>Spodoptera frugiperda</i> ...	7
2.3. Tumbuhan Inang dan Gejala Serangan <i>Spodoptera frugiperda</i>	10
2.4. Jagung (<i>Zea mays</i> L)	11
2.4.1. Morfologi Tanaman Jagung (<i>Zea mays</i> L).....	11
2.5. Jamur Endofit	14
2.5.1. Mekanisme Jamur Endofit Entomopatogen	15
2.6. Jamur Endofit dari Sumatra Selatan.....	16
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN.....	18
3.1. Tempat dan Waktu	18
3.2. Alat dan Bahan	18
3.3. Metode Penelitian	19
3.4. Cara Kerja	19
3.4.1. Pembuatan <i>Artificial Diet</i>	19
3.4.2. Persiapan Serangga Uji	20
3.4.3. Pemeliharaan Larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	21
3.4.4. Pemeliharaan Pupa dan Imago <i>Spodoptera frugiperda</i>	21
3.4.5. Sterilisasi Alat dan Bahan	21
3.4.6. Pembedakan Isolat Jamur Endofit	22

3.4.7.	Pembugaran Jamur Entomopatogen Endofit pada Media GYA	25
3.4.8.	Pembugaran Jamur Entomopatogen Endofit pada Media GYB	26
3.4.9.	Kerapatan dan Viabilitas Konidia	26
3.4.10.	Inokulasi Jamur Endofit pada Benih Jagung.....	28
3.4.11.	Uji Patogenisitas Isolat Jamur Endofit terhadap Larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	30
3.5.	Peubah yang diamati	31
3.5.1.	Panjang Larva (mm ekor ⁻¹)	32
3.5.2.	Berat Larva (mg ekor ⁻¹).....	33
3.5.3.	Berat Kotoran Larva (mg ekor ⁻¹).....	31
3.5.4.	Berat Pupa (mg ekor ⁻¹)	31
3.5.5.	Panjang Pupa (mm)	31
3.5.6.	Panjang Imago Jantan dan Betina (cm).....	31
3.5.7.	Rentang Sayap Imago Jantan dan Betina	32
3.5.8.	Persentase Larva Menjadi Pupa dan Imago yang Muncul	32
3.5.9.	Persentase Pupa Normal dan Abnormal serta Imago Normal dan Abnormal (%).....	32
3.5.10.	Persentase Telur Menetas (%).....	33
3.5.11.	Mortalitas Serangga Uji	33
3.6.	Analisis Data	33
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1.	Hasil	34
4.1.1.	Panjang Badan Larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	34
4.1.2.	Berat Larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	36
4.1.3.	Berat Kotoran Larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	38
4.1.4.	Mortalitas Larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	41
4.1.5.	Persentase Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> menjadi Pupa dan Imago	42
4.1.6.	Berat Pupa dan Panjang Pupa <i>Spodoptera frugiperda</i>	44
4.1.7.	Panjang Imago dan Rentang Sayap <i>Spodoptera frugiperda</i>	45
4.1.8.	Jumlah Telur yang diletakkan dan Jumlah Telur yang Menetas.....	47
4.2.	Pembahasan.....	49
BAB 5.	KESIMPULAN DAN SARAN	52

5.1.	Kesimpulan	52
5.2.	Saran.....	52
	DAFTAR PUSTAKA	53
	LAMPIRAN.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.	Spesies dan Isolat Jamur Endofit yang digunakan untuk inokulasi benih.....	22
Tabel 3.2.	Waktu yang digunakan dalam sterilisasi Autoclave	25
Tabel 3.3.	Kerapatan dan Viabilitas 20 Isolat Jamur Endofit	26
Tabel 4.1.	Rata-rata Panjang larva (mg ekor ⁻¹) larva <i>Spodoptera frugiperda</i> pengamatan hari ke-1 sampai ke-8.....	
Tabel 4.2.	Rata-rata Panjang larva (mg ekor ⁻¹) larva <i>Spodoptera frugiperda</i> pengamatan hari ke-1 sampai ke-8.....	34
Tabel 4.3.	Rata-rata Berat larva <i>Spodoptera frugiperda</i> (mg ekor ⁻¹) pengamatan hari ke-1 sampai ke-8.....	35
Tabel 4.4.	Rata-rata Berat larva <i>Spodoptera frugiperda</i> (mg ekor ⁻¹) pengamatan hari ke-9 sampai ke-16.....	36
Tabel 4.5.	Rata-rata berat kotoran <i>Spodoptera frugiperda</i> (mg ekor ⁻¹ hari ⁻¹) pengamatan hari ke-1 sampai ke-8.....	37
Tabel 4.6.	Rata-rata berat kotoran <i>Spodoptera frugiperda</i> (mg ekor ⁻¹ hari ⁻¹) pengamatan hari ke-9 sampai ke-16.....	39
Tabel 4.7.	Persentase larva menjadi pupa dan larva menjadi imago setelah aplikasi	42
Tabel 4.8.	Berat pupa dan panjang pupa <i>Spodoptera frugiperda</i>	45
Tabel 4.9.	Panjang imago <i>Spodoptera frugiperda</i> setelah aplikasi 21 isolat jamur endofit	46
Tabel 4.10.	Rentang sayap <i>Spodoptera frugiperda</i> setelah aplikasi 21 isolat jamur endofit	46
Tabel 4.11.	Jumlah telur yang diletakkan. dan jumlah telur yang menetas ...	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Telur <i>Spodoptera frugiperda</i> yang ditemukan di permukaan daun jagung.....	4
Gambar 2.2.	Ciri morfologi larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	5
Gambar 2.3.	Morfologi pupa <i>Spodoptera frugiperda</i>	6
Gambar 2.4.	Imago <i>Spodoptera frugiperda</i>	7
Gambar 2.5.	Metamorfosis <i>Spodoptera frugiperda</i>	8
Gambar 2.6.	Gejala serangan <i>Spodoptera frugiperda</i> pada tanaman jagung	10
Gambar 2.7.	Morfologi Jagung	13
Gambar 2.8.	Ilustrasi skematis berbagai tahap vegetatif dan reproduksi pertumbuhan dan perkembangan jagung	14
Gambar 2.9.	Mekanisme jamur endofit menginduksi pertahanan inang	16
Gambar 2.10.	Morfologi jamur endofit dari Sumatra selatan secara makroskopis dan mikroskopis.....	17
Gambar 3.1.	Tempat Pembiakan <i>Spodoptera frugiperda</i>	20
Gambar 3.2.	Morfologi makroskopis jamur endofit yang digunakan pada inokulasi benih.....	25
Gambar 3.3.	Morfologi mikroskopis jamur endofit yang digunakan pada inokulasi benih.....	24
Gambar 3.3.	Haemocytometer untuk menghitung kerapatan spora.....	27
Gambar 4.1.	Mortalitas larva <i>Spodoptera frugiperda</i> yang diaplikasikan dengan isolat jamur endofit selama 20 hari	41
Gambar 4.2.	Larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	42
Gambar 4.3.	Pupa <i>Spodoptera frugiperda</i>	43
Gambar 4.4.	Imago <i>Spodoptera frugiperda</i>	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kerapatan konidia isolat jamur endofit	61
Lampiran 2. Viabilitas konidia isolat jamur endofit 1x 24 jam	62
Lampiran 3. Viabilitas konidia isolat jamur endofit 2x 24 jam	63
Lampiran 4. Panjang larva <i>Spodoptera frugiperda</i> selama 16 hari pengamatan (mm/ekor/hari)	64
Lampiran 5. Berat larva <i>Spodoptera frugiperda</i> selama 16 hari pengamatan (mg/ekor/hari)	66
Lampiran 6. Berat Kotoran larva <i>Spodoptera frugiperda</i> selama 16 hari pengamatan (mg/ekor/hari)	69
Lampiran 7. Mortalitas Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> selama 16 hari pengamatan	73
Lampiran 8. Berat pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> (mg/ekor)	75
Lampiran 9. Panjang pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> (cm/ekor)	75
Lampiran 10. Jumlah pupa normal <i>Spodoptera frugiperda</i>	76
Lampiran 11. Jumlah pupa abnormal <i>Spodoptera frugiperda</i>	76
Lampiran 12. Jumlah prepupa mati <i>Spodoptera frugiperda</i>	76
Lampiran 13. Jumlah larva <i>Spodoptera frugiperda</i> menjadi pupa	77
Lampiran 14. Persentase pupa normal <i>Spodoptera frugiperda</i> (%).....	78
Lampiran 15. Persentase pupa abnormal <i>Spodoptera frugiperda</i> (%).	79
Lampiran 16. Persentase prepupa <i>Spodoptera frugiperda</i> mati (%)....	80
Lampiran 17. Jumlah pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> yang menjadi imago	82
Lampiran 18. Jumlah pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> yang mati	81
Lampiran 19. Jumlah imago <i>Spodoptera frugiperda</i> abnormal	81
Lampiran 20. Jumlah imago <i>Spodoptera frugiperda</i> normal.....	82
Lampiran 21. Jumlah imago <i>Spodoptera frugiperda</i> betina	83
Lampiran 22. Jumlah imago <i>Spodoptera frugiperda</i> jantan	83

Lampiran 23. Persentase pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> menjadi imago (%)	84
Lampiran 24. Persentase pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> mati (%).....	85
Lampiran 25. Persentase imago <i>Spodoptera frugiperda</i> abnormal (%)	85
Lampiran 26. Persentase imago <i>Spodoptera frugiperda</i> normal (%) ..	86
Lampiran 27. Persentase imago <i>Spodoptera frugiperda</i> betina (%)	87
Lampiran 28. Persentase imago <i>Spodoptera frugiperda</i> jantan (%)	87
Lampiran 29. Panjang rentang sayap imago <i>Spodoptera frugiperda</i> jantan (cm)	88
Lampiran 30. Panjang rentang sayap imago <i>Spodoptera frugiperda</i> betina (cm)	88
Lampiran 31. Panjang imago <i>Spodoptera frugiperda</i> jantan (cm)	89
Lampiran 32. Panjang imago <i>Spodoptera frugiperda</i> betina (cm)	90

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu tanaman pangan di Indonesia dengan persentase produksi mencapai 55% (Wahyudin *et al.*, 2017). Sebagai tanaman pangan, produksi jagung diharapkan mampu meningkat setiap tahunnya. Namun, akibat serangan *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) Indonesia mengalami penurunan hasil produksi mencapai 18 ton/tahun (Herlinda, *et al.*, 2020). Serangga ini menyerang pada fase larva dengan cara menggerek bagian tanaman jagung seperti batang, daun, tongkol, bunga, dan buah sehingga secara langsung tanaman menjadi rusak dan menghambat titik tumbuh tanaman jagung (*Z. mays*) (Herlinda *et al.*, 2021b). *Spodoptera frugiperda* merupakan serangga yang berasal dari ordo Lepidoptera asal Amerika selatan yang telah menyebar ke berbagai negara dunia sehingga menyebabkan kerugian terhadap hasil jagung. Serangga ini menjadi spesies hama invasif di Afrika Barat, Afrika tengah dengan persebarannya yang sangat cepat (Goergen *et al.*, 2016). Berdasarkan laporan (Chormule *et al.*, 2019), serangga invasif ini ditemukan di beberapa tanaman seperti kentang, kedelai, kacang -kacangan dll.

Spodoptera frugiperda termasuk serangga invasif karena pada fase imago memiliki kemampuan terbang lebih dari 100 km per malam, sehingga dapat dengan cepat menyebar ke beberapa benua di dunia (Nonci *et al.*, 2019). Pada tahun 2016, serangga ini telah menyebar dan menyerang tanaman jagung di 47 negara benua Afrika dan 18 negara di benua Asia, dengan kelimpahan populasi 13,7 – 33,3 larva dan memiliki tingkat serangan 94% (Pu'u *et al.*, 2021). Menurut laporan (Chimweta *et al.*, 2020), pada 2018, kelimpahan *S. frugiperda* berkisar antara 13,7-33,3 larva/30 tanaman yang menyerang di Zimbabwe dengan tingkat kerusakan tanaman mencapai 25 dan 50%. Selain itu di Indonesia pada 2019 *S. frugiperda* ditemukan pada beberapa daerah pulau Sumatra tepatnya di Kabupaten Pasaman barat, Sumatra Barat dan Lampung dengan tingkat keparahan dan serangan insidensi mencapai 65% dan 100% (Nonci *et al.*, 2019). Total kerugian yang disebabkan *S. frugiperda* di seluruh negara mencapai 37%

(De Groote *et al.*, 2020). Di Indonesia pengendalian OPT (Organisme Pengganggu Tanaman) masih menggunakan pestisida kimiawi sintetik karena dianggap cepat dan praktis (Jordon *et al.*, 2022). Namun penggunaan pestisida kimiawi sintetik memiliki dampak negatif terutama pada kesehatan manusia dan lingkungan (Agboyi *et al.*, 2020). Salah satu alternatif pengendalian yang dapat diterapkan yaitu pengendalian hayati yang memanfaatkan jamur endofit entomopatogen. Pengendalian ini ramah lingkungan dan tidak menimbulkan dampak negatif bagi ekosistem makhluk hidup. Jamur endofit adalah mikroorganisme yang menghuni jaringan internal tanaman dan tidak membahayakan tanaman inang. Jamur entomopatogen merupakan patogen penyebab penyakit pada serangga yang hidup dengan cara mengambil nutrisi pada inangnya (Rosmayuningsih *et al.*, 2014).

Penggunaan jamur endofit bersifat entomopatogen pada perawatan benih (*seed treatment*) dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan menjaga tanaman dari serangan OPT (Jaber & Enkerli, 2016). Penemuan terbaru (Herlinda *et al.*, 2021), mengenai temuan isolat jamur endofit bersifat entomopatogen yang dieksplorasi pada daun, akar, dan titik tumbuh tanaman pisang dan sayuran yang tersebar dari dataran rendah dan tinggi Sumatra Selatan pada tahun 2020, yang efektif membunuh larva *S. litura*. Menurut (Ginting *et al.*, 2020), mekanisme jamur endofit bersifat entomopatogen terhadap serangga yakni dengan cara masuk kedalam jaringan tubuh serangga dan merusak kemampuan fungsi *hemolymph* sehingga mampu membunuh *S. frugiperda* dengan cara racun kontak dengan persentase mortalitas 98%.

Keefektifan jamur endofit terhadap pengendalian larva *S. frugiperda* dengan perawatan benih (*seed treatment*), dikarenakan larva menyerang dan masuk ke dalam titik tumbuh (X. Wu *et al.*, 2016). Sehingga lebih efektif dibanding pengendalian yang bersifat topikal karena harus mengenai tubuh serangga langsung (Hardiyanti *et al.*, 2018). Interaksi endofit pada tanaman inang dibutuhkan aktivasi mekanisme virulensi untuk kolonisasi yang memicu pertahanan inang. Manfaat kolonisasi endofit juga dilaporkan pada tanaman jagung dalam penelitian Ahmad *et al.*, (2020), yang menunjukkan bahwa kolonisasi endofit mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dan menekan

perkembangan larva serangga yang diinokulasi jamur endofit. Penggunaan jamur endofit sebagai agen pengendali hayati, terutama dalam mengendalikan larva *S. frugiperda* sebagai kasus entomopatogen, telah meluas sebagai alternatif yang berkelanjutan untuk pengendalian kimiawi. Kebaruan penelitian ini adalah mengetahui pertumbuhan dan perkembangan larva *S. frugiperda* yang diberi pakan daun jagung yang telah diinokulasikan jamur endofit asal Sumatra Selatan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut ini:

1. bagaimana pertumbuhan dan perkembangan *S. frugiperda* yang diberi pakan daun jagung yang diinokulasi jamur endofit?
2. apakah jamur endofit memiliki kemampuan membunuh larva *S. frugiperda*?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut ini:

1. untuk mengetahui pertumbuhan dan perkembangan *S. frugiperda* yang diberi pakan daun jagung yang diinokulasi jamur endofit
2. untuk mengetahui kemampuan jamur endofit terhadap larva *S. frugiperda*

1.4. Hipotesis

Adapun hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut ini:

1. diduga pakan daun jagung yang diinokulasi jamur endofit mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan *S. frugiperda*
2. diduga jamur endofit dapat membunuh larva *S. frugiperda*

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi dan pengetahuan mengenai teknologi pengendalian alternatif, menggunakan jamur entomopatogen endofit yang dapat digunakan sebagai pengendalian hayati terhadap larva *S. frugiperda*.

DAFTAR PUSTAKA

- Access, O. 2015. We Are Intechopen , The World ' S Leading Publisher Of Open Access Books Built By Scientists. *I*, 114–112.
- Agboyi, L. K., Goergen, G., Beseh, P., Mensah, S. A., Clottey, V. A., Glikpo, R., Buddie, A., Cafã, G., Offord, L., Day, R., Rwomushana, I., & Kenis, M. 2020. Parasitoid complex of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, in Ghana and Benin. *Insects*, *11*(2), 1–15.
- Ahmad I, Jimenez-Gasco MD, Luthe DS, Shakeel SN, Barbercheck ME. 2020. Endophytic metarhizium robertsii promotes maize growth, suppresses insect growth, and alters plant defense gene expression. *Biological Control*. May; 144:10. doi:10.1016/j.biocontrol.2019.104167
- Babu, S. R., Kalyan, R., Joshi, S., Balai, C., Mahla, M., & Rokadia, P. 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. www.ncbLn1m.nih.gov
- 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.
- Bamisile, B. S., Siddiqui, J. A., Akutse, K. S., Aguila, L. C. R., & Xu, Y. 2021. General limitations to endophytic entomopathogenic fungi use as plant growth promoters, pests and pathogens biocontrol agents. *Plants*, *10*(10), 1–23.
- Bamisile BS, Dash CK, Akutse KS, Keppanan R, Wang LD. 2018. Fungal endophytes: beyond herbivore management. *Front Microbiol*. Mar; 9:11. doi:10.3389/fmicb.2018.00544.
- Baron NC, Rigobelo EC, Zied DC. 2019. Filamentous fungi in biological control: current status and future perspectives. *Chilean Journal of Agricultural Research*. Apr-Jun; 79 (2):307–315.
- Bateman, M. L., Day, R. K., Rwomushana, I., Subramanian, S., Wilson, K., Babendreier, D., Luke, B., & Edgington, S. 2021. Updated assessment of potential biopesticide options for managing fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Africa. *Journal of Applied Entomology*, *145*(5), 384–393.
- Berlian, G., Tandrasasmita, O. M., & Tjandrawinata, R. R. 2016. Effect of mucirin , a bioactive fraction of *Acorus calamus* l , as mucin regulator in human lung epithelial cultured cells Effect of mucirin , a bioactive fraction of *Acorus calamus* l , as mucin regulator in human lung epithelial cultured cells. September.

- Boomsma, J. J., Jensen, A. B., Meyling, N. V., & Eilenberg, J. 2014. Evolutionary Interaction Networks of Insect Pathogenic Fungi. *Annual Review of Entomology*, 59(1), 467–485.
- Chormule, A., Shejawal, N., Kalleshwaraswamy, C., Asokan, R., & Mahadeva Swamy, H. 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. <https://www.researchgate.net/publication/330184941>
- Cock, M. J. W., Beseh, P. K., Buddie, A. G., Cafá, G., & Crozier, J. 2017. Molecular methods to detect *Spodoptera frugiperda* in Ghana, and implications for monitoring the spread of invasive species in developing countries. *Scientific Reports*, 7(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-04238-y>
- 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. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 292(December 2019), 106804.
- Density, C., & Against, T. V. 2019. Conidial Density and Viability of *Beauveria bassiana* Isolates from Java and Sumatra. *I(2)*, 335–349.
- 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.
- Dias, A. S., Marucci, R. C., Mendes, S. M., Moreira, S. G., Araújo, O. G., dos Santos, C. A., & Barbosa, T. A. 2016. Bioecology of *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1757) in different cover crops. *Bioscience Journal*, 32(2), 337–345.
- Faddilah, D. R., Verawaty, M., & Herlinda, S. 2022. Growth of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) fed on young maize colonized with endophytic fungus *Beauveria bassiana* from South Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 23(12), 6652–6660.
- Ginting, S., Nadrawati, Zarkani, A., & Sumarni, T. 2020. Natural incidence of entomopathogenic fungus *nomurea rileyi* on *spodoptera frugiperda* infesting corn in bengkulu. *Journal of Tropical Plant Pests and Diseases*, 20(2), 85–91. <https://doi.org/10.23960/j.hptt.22085-91>
- 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. *PLoS ONE*, 11(10), 1–9.
- Goldberg, A. 2017. Classification, evolution, and phylogeny of the families of Monocotyledons /. *Classification, Evolution, and Phylogeny of the Families of Monocotyledons /*.

- Gustianingtyas, M., Herlinda, S., & Hamidson, H. 2020. Toxicity of entomopathogenic fungal culture filtrate of lowland and highland soil of South Sumatra (Indonesia) against *Spodoptera litura* larvae. *21(5)*, 1839–1849.
- Gustianingtyas, M., Herlinda, S., & Suwandi, S. 2021a. The endophytic fungi from South Sumatra (Indonesia) and their pathogenecity against the new invasive fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Biodiversitas*, *22(2)*, 1051–1062. <https://doi.org/10.13057/BIODIV/D220262>
- Gustianingtyas, M., Herlinda, S., & Suwandi, S. 2021b. The endophytic fungi from South Sumatra (Indonesia) and their pathogenecity against the new invasive fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, *22(2)*, 1051–1062.
- Herlinda, S., Efendi, R. A., Suharjo, R., & Setiawan, A. 2020. New emerging entomopathogenic fungi isolated from soil in South Sumatra (Indonesia) and their filtrate and conidial insecticidal activity against *Spodoptera litura*. *Biodiversitas*, *21(11)*, 5102–5113.
- Herlinda, S., Gustianingtyas, M., Suwandi, S., Suharjo, R., Sari, J. M. P., & Lestari, R. P. 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)*. <https://doi.org/10.1186/s41938-021-00470-x>
- Herlinda, S., Gustianingtyas, M., Suwandi, S., Suharjo, R., Sari, J. M. P., Suparman, Hamidson, H., & Hasyim, H. 2022. Endophytic fungi from South Sumatra (Indonesia) in seed-treated corn suppressing *Spodoptera frugiperda* growth. *Biodiversitas*, *23(11)*, 6013–6020.
- Herlinda, S., Octariati, N., Suwandi, S., & Hasbi. 2020. Exploring entomopathogenic fungi from south sumatra (Indonesia) soil and their pathogenicity against a new invasive maize pest, *Spodoptera frugiperda*. *Biodiversitas*, *21(7)*, 2955–2965. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210711>
- 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. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *912(1)*, 0–8. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/912/1/012019>
- Herlinda, S., Suharjo, R., Elbi Sinaga, M., Fawwazi, F., & Suwandi, S. 2022. 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. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2021.11.003>
- Hruska, A. J. 2019. Fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) management by smallholders. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science*,

Nutrition and Natural Resources, 14(043), 0–3.

- Idrees, A., Qadir, Z. A., Akutse, K. S., Afzal, A., Hussain, M., Islam, W., Waqas, M. S., Bamisile, B. S., & Li, J. 2021. Effectiveness of Entomopathogenic Fungi on Immature Stages and Feeding Performance of Fall Armyworm. *Insects*, 12(1044), 1–16.
- Ilyas, M. 2009. Biodiversity of Endophytic Fungi Associated with *Uncaria gambier* Roxb. (Rubiaceae) from West Sumatra. *Biodiversitas, Journal of Biological Diversity*, 10(1), 23–28.
- Iriany, N. R., Yasin, M. H. G., & Takdir, A. M. 2011. Asal, Sejarah, Evolusi, dan Taksonomi Tanaman Jagung. *Jagung: Teknik Produksi Dan Pengembangan*, 1–15.
- Jordon, M. W., Hackett, T. D., Aboagye-Antwi, F., Eziah, V. Y., & Lewis, O. T. 2022. Effects of distance from semi-natural habitat on fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*, J. E. Smith) and its potential natural enemies in Ghana. *Bulletin of Entomological Research*, 112(3), 343–353. <https://doi.org/10.1017/S0007485321000894>
- Kh, M. A., & Ungar, I. A. (1948). *The Effect of Salinity and Temperature on the Germination of Polymorphic Seeds Growth of Artiplex Triangularis Willd.* 71 (4), 481–489.
- Kumela, T., Simiyu, J., Sisay, B., Likhayo, P., Mendesil, E., Gohole, L., & Tefera, T. 2019. Farmers' knowledge, perceptions, and management practices of the new invasive pest, fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Ethiopia and Kenya. *International Journal of Pest Management*, 65(1), 1–9. <https://doi.org/10.1080/09670874.2017.1423129>
- 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). <https://doi.org/10.1007/s11274-020-02823-4>
- Lamsal, S., Sibi, S., & Yadav, S. 2020. Fall Armyworm in South Asia: Threats and Management. *Asian Journal of Advances in Agricultural Research*, June, 21–34. <https://doi.org/10.9734/ajaar/2020/v13i330106>
- Liu, F., Bonthond, G., Groenewald, J. Z., Cai, L., & Crous, P. W. 2019. Sporocadaceae, a family of coelomycetous fungi with appendage-bearing conidia. *Studies in Mycology*, 92, 287–415.
- 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. <https://doi.org/10.24198/cropsaver.v2i1.23013>
- Mahmudatussa'adah, A., Fardiaz, D., Andarwulan, N., & Kusnandar, F. 2014. Color Characteristics and Antioxidant Activity of Anthocyanin Extract from

- Purple Sweet Potato. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 25(2), 176–184. <https://doi.org/10.6066/jtip.2014.25.2.176>
- 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 Control*, 3.
- 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*, 30(5), 418–430. <https://doi.org/10.1080/09583157.2020.1726878>
- Niassy, S., Agbodzavu, M. K., Kimathi, E., Mutune, B., Abdel-Rahman, E. F. M., 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. *PLoS ONE*, 16(6 June 2021), 1–24. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249042>
- Nonci Nurnina, Hari Kalqutny Septian, Mirsam Hishar, Muis Amran, Azrai Muhammad, & Aqli Muhammad. 2019. Pengenalan Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) Hama Baru Pada Tanaman Jagung di Indonesia. *Kementrian Pertanian Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian Balai Penelitian Tanaman Serelia*.
- Nurholis, N., Syafii, M., & Khoiri, S. 2020. Studi Warna Biji Jagung Lokal Madura Menggunakan Teknologi Imaging. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 13(1), 60–69.
- 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(4), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194571>
- Petrini, O., Sieber, T. N., Toti, L., & Viret, O. 1993. Ecology, metabolite production, and substrate utilization in endophytic fungi. *Natural Toxins*, 1(3), 185–196. <https://doi.org/10.1002/nt.2620010306>
- Prabawati, G., Herlinda, S., & Pujiastuti, Y. 2019. The abundance of canopy arthropods in South Sumatra (Indonesia) freshwater swamp main and ratooned rice applied with bioinsecticides and synthetic insecticide. 20(10), 2921–2930.
- Praja, R. N., & Yudhana, A. 2018. Isolasi Dan Identifikasi *Aspergillus* Spp pada Paru-Paru Ayam Kampung Yang Dijual di Pasar Banyuwangi. *Jurnal Medik Veteriner*, 1(1), 6. <https://doi.org/10.20473/jmv.vol1.iss1.2017.6-11>
- Pu'u, Y. M., & Mutiara, C. 2021. Serangan hama invasif *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) pada tanaman jagung di Kabupaten

- Ende Flores, Indonesia. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 18(2), 153–158. <https://doi.org/10.5994/jei.18.2.153>
- Ramayanti, I., Herlinda, S., Muslim, A., & Hasyim, H. 2023. Entomopathogenic Fungi from South Sumatra (Indonesia) Pathogenicity to Egg, Larvae, and Adult of *Aedes aegypti*. *HAYATI Journal of Biosciences*, 30(1), 35–47. <https://doi.org/10.4308/hjb.30.1.35-47>
- Rosmayuningsih, A., Rahadjo, B. T., & Rachmawati, R. 2014. Patogenisitas Jamur *Metarhizium anisopliae* Terhadap Hama Kepinding Tanah (*Stibaropus molginus*) (Hemiptera : Cydnidae) dari Beberapa Formulasi. *Jurnal HPT*, 2(2), 28–37.
- Ru, Y., Chih, C., Kuo, Y., Feng, S., Jui, F., & Chou, Y. (2023). Plant growth _ promoting properties of the phosphate _ solubilizing red yeast *Rhodospiridium paludigenum*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 9, 1–12. <https://doi.org/10.1007/s11274-022-03498-9>
- Russo, M. L., Jaber, L. R., Scorsetti, A. C., Vianna, F., Cabello, M. N., & Pelizza, S. A. 2020. Effect of entomopathogenic fungi introduced as corn endophytes on the development , reproduction , and food preference of the invasive fall armyworm *Spodoptera frugiperda*. *Journal of Pest Science*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s10340-020-01302-x>
- Sari, J. M. P., Herlinda, S., & Suwandi, S. 2022. Endophytic fungi from South Sumatra (Indonesia) in seed-treated corn seedlings Affecting development of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 32(1). <https://doi.org/10.1186/s41938-022-00605-8>
- Sharanabasappa, Kalleshwaraswamy, C. M., Maruthi, M. S., & Pavithra, H. B. 2018. Biology of invasive fall army worm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) on maize . *Indian Journal of Entomology*, 80(3), 540. <https://doi.org/10.5958/0974-8172.2018.00238.9>
- Shylesha, A. N., Jalali, S. K., Gupita, A., Varshney, R., Venkatesan, T., Shetty, P., Ojha, R., Ganiger, P. C., Navik, O., Subaharan, K., Bakthavatsalam, N., Ballal, C., & A., R. 2018. Studies on new invasive pest *Spodopterafrugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) and its natural enemies. *Journal of Biological Control*, 32(3), 145–151.
- Singleton, P., & Sainsbury, D. 1981. Introduction to bacteria: For students in the biological sciences.
- Sreelakshmi, P., & Mathew, T. B. 2017a. Development of castor based oligidic diet for tobacco caterpillar , *Spodoptera litura* (*Fabricius*) and its comparative study with other artificial and natural diets Development of castor based oligidic diet for tobacco caterpillar , *Spodoptera litura* (*F. December*.
- Sreelakshmi, P., & Mathew, T. B. (2017b). Development of castor based oligidic diet for tobacco caterpillar , *Spodoptera litura* (*Fabricius*) and its

- comparative study with other artificial and natural diets Development of castor based oligidic diet for tobacco caterpillar , *Spodoptera litura* (F. 5(December), 1040–1044.
- Strable, J., & Nelissen, H. 2021. The dynamics of maize leaf development: Patterned to grow while growing a pattern. *Current Opinion in Plant Biology*, 63, 102038. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2021.102038>
- 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(2), 335–350. <https://doi.org/10.17503/agrivita.v41i2.2105>
- Suryadi, Y., Priyatno, T. P., Samudra, I. M., Susilowati, D. N., Lawati, N., & Kustaman, E. (2016). Partial Purification and Characterization of Chitinase from Entomopathogens, *Beauveria bassiana*, Isolate BB200109. *Jurnal AgroBiogen*, 9(2), 77.
- Thangavel, P., & Sridevi, G. 2015. Environmental sustainability: Role of green technologies. *Environmental Sustainability: Role of Green Technologies*, February, 1–324. <https://doi.org/10.1007/978-81-322-2056-5>
- Thi Minh Le, T., Thi Hong Hoang, A., Thi Bich Le, T., Thi Bich Vo, T., Van Quyen, D., & Hoang Chu, H. 2019. Isolation of endophytic fungi and screening of Huperzine A–producing fungus from *Huperzia serrata* in Vietnam. *Scientific Reports*, 9(1), 1–13.
- Tian, Y., Guan, B., Zhou, D., Yu, J., Li, G., & Lou, Y. 2014. Responses of Seed Germination , Seedling Growth , and Seed Yield Traits to Seed Pretreatment in Maize (*Zea mays* L .). *Scientific World Journal*, 2014.
- U, N., D, N., B, E., & Banzragch D. 2019. Morphological and molecular identification of *Beauveria bassiana* from agricultural soils. *Mongolian Journal of Agricultural Sciences*, 27(02), 20–24.
- Vega, F. E., Posada, F., Catherine Aime, M., Pava-Ripoll, M., Infante, F., & Rehner, S. A. 2008. Entomopathogenic fungal endophytes. *Biological Control*, 46(1), 72–82.
- 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. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v15i2.11867>
- Wahyuni, S. H. 2017. Identifikasi Jamur Endofit Asal Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Dalam Menghambat *Xanthomonas albilineans* L. Penyebab Penyakit Vaskular Bakteri. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 21(2), 1689–1699. [https://www.oecd.org/dac/accountable-effective-institutions/Governance Notebook 2.6 Smoke.pdf](https://www.oecd.org/dac/accountable-effective-institutions/Governance%20Notebook%202.6%20Smoke.pdf)
- Wu, Q. L., He, L. M., Shen, X. J., Jiang, Y. Y., Liu, J., Hu, G., & Wu, K. M. 2019. Estimation of the potential infestation area of newly-invaded fall armyworm *Spodoptera frugiperda* in the yangtze river valley of China.

Insects, 10(9). <https://doi.org/10.3390/insects10090298>

- 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* Sf-9 cell line. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 126, 6–12. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2015.06.009>
- Xie, K., Wu, S., Li, Z., Zhou, Y., Zhang, D., Dong, Z., An, X., Zhu, T., Zhang, S., Liu, S., Li, J., & Wan, X. 2018. Map-based cloning and characterization of *Zea mays* male sterility33 (*ZmMs33*) gene, encoding a glycerol-3-phosphate acyltransferase. *Theoretical and Applied Genetics*, 131(6), 1363–1378. <https://doi.org/10.1007/s00122-018-3083-9>
- Young, John R. 2016. Fall armyworm control with insecticides (pp. 123–167). *Biological Control*.