

SKRIPSI

**DAMPAK JAMUR ENDOFIT TERHADAP KELIMPAHAN
DAN KEANEKARAGAMAN SPESIES FITOFAG PADA
TANAMAN JAGUNG**

***IMPACT OF ENDOPHYTIC FUNGI ON PHYTOPHAGOUS
ABUNDANCE AND SPECIES DIVERSITY ON MAIZE PLANTS***

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



**Ginanjat Wahyu Hidayat
05081282025021**

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

LEMBAR PENGESAHAN

**DAMPAK JAMUR ENDOFIT TERHADAP KELIMPAHAN
DAN KEANEKARAGAMAN SPESIES FITOFAG PADA
TANAMAN JAGUNG**

SKRIPSI

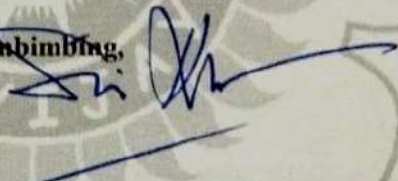
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh

Ginanjar Wahyu Hidayat
05081282025021

Indralaya, Desember 2023

Pembimbing,



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

ILMU ALAT PENGABDIAN

Mengetahui,

Dekan Fakultas Pertanian Unsri



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

Skripsi dengan judul “Dampak Jamur Endofit terhadap Kelimpahan dan Keanekaragaman Spesies Fitofag pada Tanaman Jagung” oleh Ginanjar Wahyu Hidayat telah dipertahankan dihadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 11 Desember 2023 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

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

Ketua Panitia

2. Oktaviani, S.P., M. Si.,
NIP. 199810312023212005

Sekretaris Panitia

3. Weri Herlin, S.P., M. Si., Ph. D
NIP. 198312192012122004

Ketua Penguji

4. Erise Anggraini, S.P., M. Si., Ph. D
NIP. 198902232012122001

Anggota Penguji

Indralaya, Desember 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 : Ginanjar Wahyu Hidayat

NIM : 05081282025021

Judul : Dampak Jamur Endofit terhadap kelimpahan dan
Keanekaragaman Spesies Fitofag pada Tanaman Jagung

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dibuat dalam laporan skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri dibawah bimbingan dosen pembimbing, kecuali menggunakan sumber yang disebutkan dengan jelas didalamnya. Jika dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam laporan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat tanpa dorongan atau paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, Desember 2023



Ginanjar Wahyu Hidayat

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Ginanjar Wahyu Hidayat, dilahirkan pada Tanggal 15 Februari 2001 di Ogan Komering Ulu Timur, Sumatera Selatan. Penulis merupakan anak kelima dari enam bersaudara.

Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar Tahun 2013 di SDN 3 Transbangsanegara. Pendidikan Menengah Pertama diselesaikan di SMP N 2 Belitang Madang Raya Tahun 2016 dan pada tahun yang sama penulis diterima di MAN 1 OKU Timur dan diselesaikan Tahun 2019.

Penulis diterima sebagai Mahasiswa Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Tahun 2020 melalui seleksi UTBK SBMPTN dan terdaftar sebagai Mahasiswa KIP Kuliah (Bidikmisi) Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.

Selama menjalani dunia perkuliahan di Universitas Sriwijaya, penulis pernah aktif di organisasi kampus, Penulis juga aktif Sebagai Asisten Dosen dan Kordinator Asisten sejak Semester 3 pada Mata Kuliah Entomologi, Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman, Statistika dan Analisis Data dan Perancangan Percobaan. Penulis juga pernah tercatat pada program Pertukaran Mahasiswa Merdeka pada empat Kampus berbeda secara Inbound. Pada Tahun 2021 penulis diamanahi sebagai penerima Brilian Scholarship Program dibawah naungan Bank BRI.

Penulis mendapatkan amanah untuk Penelitian Tugas akhir Skripsi yang berjudul “Dampak Jamur Endofit terhadap Kelimpahan dan Keanekaragaman Spesies Fitofag pada Tanaman Jagung” dan Penelitian Praktek Lapangan yang berjudul “Insidensi Penyakit *Banana Bunchy Top Disease* pada Pisang Nangka di Sumatera Selatan”.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT. Karena berkat Rahmat dan Taufik-Nya akhirnya penulis dapat menyelesaikan penyusunan Skripsi yang berjudul “Dampak Jamur Endofit terhadap Kelimpahan dan Keanekaragaman Spesies Fitofag pada Tanaman Jagung”. Sholawat beserta salam semoga tetap tercurah kepada junjungan umat manusia sepanjang zaman. Nabi Muhammad SAW. beserta para kerabat keluarga dan pengikutnya hingga akhir zaman.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang Tua, Bapak (Kundiarto) dan Ibu (Kundarti) tercinta yang dalam kesunyian malam selalu mendoakan yang terbaik untuk anak-anaknya. Ucapan terima kasih kepada mereka atas doa, dorongan dan kepercayaannya. Semoga Allah membalas Keduanya dengan Surga Firdaus kelak, Aamiin.
2. Kepada Mas Maryono dan Suratno yang telah memberikan banyak dukungan moril dan materil kepada adik laki-lakinya paling terakhir.
3. Kepada Mas Arif Yulianto, S.P dan Intan Susanto, S.Pi yang telah membuka pintu-pintu kepercayaan, tekad, semangat dan daya juang. Dua orang yang telah banyak meyakinkan penulis “Bahwa pasti ada jalan disetiap pengharapan yang dilangitkan”.
4. Kepada adik Tercantik di antara kami, Laila Wahyuningsih, semoga bisa melanjutkan perjuangan kami berjalan menuju apa yang kita cita-citakan bersama.
5. Terima kasih penulis diberikan kepada pembimbing dalam hal ini adalah Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si. Selaku pembimbing Skripsi yang senantiasa membimbing, memotivasi. dan memberikan wawasan kepada penulis sehingga penulis selalu terpacu untuk lebih bersemangat. Semoga apa yang telah kalian berikan kepada kami senantiasa dibalas Allah SWT dengan balasan yang setimpal.
6. Kepada Lusy Triani yang telah banyak membantu memberikan banyak support materil dan moril, semoga Allah memberikan balasan terbaik.

7. Kepada Kak Dellania Eka Rindiani yang telah banyak membantu, menyemangati dan mengajarkan banyak ilmu terutama mengenai penulisan tugas akhir. Semoga Allah membalasnya dengan surga.
8. Kepada Kak Jelly yang telah banyak memberikan masukan dan koreksinya.
9. Kepada semua rekan-rekan seperjuangan semoga Allah senantiasa membalas setiap niat-niat baik mereka dengan balasan Surga.
10. Dan kepada seluruh orang yang berjasa bagi penulis, baik penulis kenal maupun tidak, baik yang terlibat langsung ataupun hanya doa-doa.

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 Fundamental Reguler 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 dan/atau mempublikasikan data yang ada skripsi ini tanpa izin tertulis dari Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan karya tulis ini jauh dari sempurna. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak dalam rangka penyempurnaan karya tulis ini. Akhir kata. semoga karya ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca umumnya.

Indralaya, Desember 2023

Ginanjjar Wahyu Hidayat

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Hipotesis.....	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Jagung (<i>Zea mays</i> L.)	4
2.1.1. Morfologi Jagung	5
2.1.2. Syarat Tumbuh	6
2.2. Jamur Endofit.....	7
2.2.1. <i>Beauveria bassiana</i> (Bals) Vuill.	9
2.2.2. Mekanisme Kolonisasi Jamur Endofit	10
2.3. Serangga Fitofag	10
2.3.1. Penggerek Tongkol Jagung (<i>Carpophilus lugubris</i>)	11
2.3.2. Penggerek Batang Jagung (<i>Ostrinia nubialis</i>)	12
BAB 3 PELAKSANAAN PENELITIAN	14
3.1. Tempat dan Waktu	14
3.2. Alat dan Bahan	14
3.3. Metodologi Penelitian	14
3.4. Cara Kerja	15
3.4.1. Persiapan Lahan	15
3.4.2. Persiapan Tanam	15

3.4.3. Penanaman Benih.....	16
3.4.4. Pemeliharaan Tanaman	16
3.4.5. Pembedakan Isolat Jamur Endofit	16
3.4.5.1. Asal Isolat Jamur	16
3.4.5.2. Pembedakan Jamur Endofit pada Media GYA	17
3.4.5.3. Pembedakan Jamur Endofit pada Media GYB.....	17
3.4.5.4. Perhitungan Kerapatan Konidia	17
3.4.5.5. Uji Jamur Endofit pada Benih, Akar, dan Daun Jagung	19
3.4.6. Peubah yang Diamati	19
3.4.6.1 Pengamatan Spesies Fitofag.....	19
3.4.6.2. Pengamatan Intensitas dan Persentase Serangan	20
3.5. Analisis Data	20
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1. Hasil	23
4.1.1. Kelimpahan Spesies Fitofag pada Pengamatan Langsung dan Jaring ...	23
4.1.2. Kelimpahan Relatif Spesies Fitofag Pengamatan Langsung dan Jaring	26
4.1.3. Karakteristik Komunitas Spesies Fitofag pada Pengamatan Langsung.	27
4.1.4. Karakteristik Komunitas Spesies Fitofag pada Jaring (<i>sweep net</i>)	29
4.1.5. Intesitas Serangan dan Persentase Serangan <i>Xenocatantops humilis</i>	32
4.1.6. Intesitas dan Persentase Serangan Penggerek Tongkol (<i>Carpophilus lugubris</i>).....	34
4.1.7. Intesitas dan Persentase Serangan Penggerek Batang (<i>Ostrinia nubilalis</i>).....	37
4.2. Pembahasan.....	40
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	44
5.1. Kesimpulan	44
5.2. Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA.....	45
LAMPIRAN.....	53

DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1. Nilai distribusi kriteria skor serangan	20
4.1. Kelimpahan spesies fitofag hasil dari pengamatan langsung.....	23
4.2. Kelimpahan serangga fitofag hasil dari jaring (<i>sweep net</i>).....	24
4.3. Spesies yang dominan pada pengamatan langsung selama satu musim tanam	27
4.4. Karakteristik komunitas spesies fitofag hasil jaring	28
4.5. Spesies yang dominan hasil jaring selama satu musim tanam.....	29
4.6. Karakteristik komunitas spesies fitofag pada lahan jagung yang diaplikasikan jamur endofit berdasarkan hasil jaring (<i>sweep net</i>) ..	29
4.7. Rerata intensitas serangan <i>Xenocatantops humilis</i>	32
4.8. Rerata persentase serangan <i>Xenocatantops humilis</i>	33
4.9. Rerata intensitas serangan <i>Carpophilus lugubris</i>	35
4.10. Rerata persentase serangan <i>Carpophilus lugubris</i>	36
4.11. Rerata intensitas serangan <i>Ostrinia nubialis</i>	38
4.12. Rerata persentase serangan <i>Ostrinia nubialis</i>	39

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1. Morfologi tanaman jagung.....	4
2.2. Mekanisme <i>Beauveria bassiana</i> menginfeksi inang	8
2.3. Mekanisme <i>Beauveria. bassiana</i> menginfeksi inang.....	9
2.4. Morfologi <i>Beauveria. bassiana</i> melalui mikroskop.....	10
2.5. Penggerek tongkol jagung <i>Carpophilus lugubris</i>	12
2.6. Penggerek batang jagung <i>Ostrinia nubialis</i>	13
3.1. Peta Lokasi penelitian	14
3.2. Motode pengambilan sampel	15
3.3. Petak percobaan di lahan penelitian.....	15
3.4. Penggunaan haemocytometer.....	18
4.1. Spesies fitofag yang ditemukan pada pengamatan langsung dan jaring ...	26
4.2. Kelimpahan relatif spesies fitofag.....	27
4.3. Analisis one way anova dan corelation spearman rank test di NCSS data analysis	31
4.4. Gejala serangan belalang (<i>Xenocatantops humilis</i>)	32
4.5. Gejala serangan penggerek tongkol jagung <i>Carpophilus lugubris</i>	34
4.6. Gejala serangan <i>Carpophilus lugubris</i> berdasarkan hasil uji lanjut (Tukey's-HSD) pada pengamatan ke 7-9	36
4.7. Gejala serangan <i>Ostrinia nubialis</i>	37

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Spesies fitofag dari pengamatan langsung	53
2. Spesies fitofag yang terperangkap jaring (<i>sweep net</i>).....	56
3. Intensitas serangan spesies fitofag pengamatan 1-9.....	58
4. Persentase serangan serangga fitofag pengamatan 1-9	67

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jagung (*Zea mays* L.) adalah tanaman biji-bijian yang memiliki nilai ekonomis cukup tinggi dan sumber karbohidrat pengganti beras. Jagung tidak hanya digunakan sebagai bahan pangan bagi manusia, tetapi bisa digunakan sebagai pakan ternak. Hampir sekitar 60 persen komponen pakan pabrikan adalah jagung. Jagung memiliki berbagai macam kandungan energi, protein dan gizi lain yang sangat sesuai untuk hewan ternak terutama hewan ruminansia dan unggas. Jagung merupakan tanaman jenis sereal (memiliki bulir) yang bisa tumbuh hampir di seluruh wilayah di dunia (Sumbo dan Victor, 2014).

Petani umumnya banyak menggunakan pestisida sintetik untuk mengendalikan organisme pengganggu tumbuhan. Penggunaan pestisida kimia (sintetik) yang dilakukan secara terus menerus dalam jumlah banyak dapat menimbulkan dampak negatif. Pestisida sintetik yang digunakan tidak sesuai dengan aturan yang tepat dapat membuat resistensi dan resurgensi pada spesies fitofag, mengakibatkan akumulasi bahan kimia baik di hasil panen maupun di tingkat trofi, selain itu juga merusak ekologi dengan matinya musuh alami (Padmasri *et al.*, 2017). Untuk mengurangi penggunaan pestisida sintetik dilakukan pengendalian OPT berbasis ekologi yaitu, Pengendalian Hama Terpadu. Konsep pengendalian secara PHT merupakan suatu sistem pengelolaan populasi hama dengan memanfaatkan potensi alami yang berbasis pada prinsip-prinsip ekologi untuk menekan populasi spesies fitofag agar tidak mengakibatkan kerugian secara ekonomi (Sarwar, 2015).

Pada konsep pengendalian hama secara terpadu (PHT) selalu memegang prinsip pengelolaan berkelanjutan yang menguntungkan dengan penggunaan prinsip-prinsip ekologi yang memanfaatkan berbagai faktor pengendalian alami. Konsep PHT mengutamakan pengendalian dengan penggunaan berbagai musuh alami hama (Dwivedi *et al.*, 2015). Musuh alami dapat mengendalikan populasi hama dan mempertahankan populasi berada di bawah ambang batas (aras)

ekonomi. Dengan mengurangi penggunaan pestisida kimia (sintetik) dapat mendukung terciptanya ekosistem yang sehat dan baik yang dampaknya membuat musuh alami bekerja dalam mengendalikan populasi hama. Dengan manfaat tersebut penggunaan agen hayati sangat direkomendasikan dalam pengendalian hama (Kumela *et al.*, 2019).

Jamur entomopatogen merupakan jamur yang menyerang dan menginfeksi serangga. Beberapa jamur entomopatogen bersifat endofit dan memiliki keefektifan yang lebih tinggi dalam mengendalikan serangga fitofag seperti larva *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Bentivenha *et al.*, 2017). Jamur endofit berada di jaringan tanaman dan bersimbiosis dengan tanaman yang membantu sistem pertahanan tanaman. Jamur endofit entomopatogen memiliki toksin (mikotoksin) dan mengeluarkan senyawa-senyawa sekunder yang berguna bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Heviefo *et al.*, 2020). Keberadaan jamur endofit di dalam jaringan tanaman tidak bersifat sebagai patogen bagi tanaman (Saragih *et al.*, 2019). Jamur endofit entomopatogen dinilai efektif membunuh serangga secara kontak (topikal) (Herlinda, *et al.*, 2020). Pengendalian secara langsung dengan metode kontak di lapangan terkadang kurang efektif karena berbagai faktor terutama keadaan serangga yang sering berada di dalam bagian tanaman (Russo *et al.*, 2021). Beberapa spesies fitofag secara aktif menyerang tanaman pada bagian tertentu tanaman yang sulit dijangkau (Mwamburi, 2021). Keberadaan jamur endofit entomopatogen yang bersimbiosis dengan tanaman secara sistemik mampu menekan *S. frugiperda* (Herlinda *et al.*, 2021). Pembaharuan dari penelitian ini adalah mengetahui dampak jamur endofit terhadap kelimpahan dan keanekaragaman spesies fitofag pada tanaman jagung.

1.2. Rumusan Masalah

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

1. bagaimana dampak jamur endofit terhadap kelimpahan dan keanekaragaman spesies fitofag yang ada pada tanaman jagung?
2. bagaimana dampak jamur endofit terhadap intensitas dan persentase serangan serangga fitofag?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kelimpahan dan keanekaragaman spesies fitofag pada tanaman jagung.
2. Mengetahui intensitas dan persentase serangan serangga fitofag pada tanaman jagung.

1.4. Hipotesis

Adapun hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. diduga jamur endofit dapat mempengaruhi kelimpahan dan keanekaragaman spesies fitofag pada tanaman jagung.
2. diduga jamur endofit dapat mempengaruhi intensitas serangan dan persentase serangan spesies fitofag pada tanaman jagung.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi mengenai dampak jamur endofit terhadap deteksi kelimpahan dan keanekaragaman spesies fitofag serta intensitas serangan dan persentase serangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asif M., Nadeem M.A., Aziz A., Safdar M.E., Adnan, M., Ali, A., Ullah, N., Akhtar, N. Abbas B. 2020. Mulching improves weeds management, soil carbon and productivity of spring planted maize (*Zea mays* L.). *International Journal of Botany Studies*. 5(2): 57–61.
- Bamisile B.S., Dash C.K., Akutse K.S., Keppanan R., Afolabi O.G., Hussain M., Qasim M. Wang L. 2018. Prospects of endophytic fungal entomopathogens as biocontrol and plant growth promoting agents: an insight on how artificial inoculation methods affect endophytic colonization of host plants. *Microbiological Research*. 1(217): 34–50. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2018.08.016>.
- Bentivenha J.P.F., Baldin E.L.L., Montezano D.G., Hunt T.E. and Paula S. V. 2017. Attack and defense movements involved in the interaction of *Spodoptera frugiperda* and *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Pest Science*. 90(2): 433–445. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10340-016-0802-3>.
- Berlian Z., Fatiqin A. Agustina E. 2016. Penggunaan perasan jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) Dalam menghambat bakteri escherichia coli pada bahan pangan. *Jurnal Pendidikan*. 2(1). Available at: <https://doi.org/10.19109/bioilmi.v2i1.1139>.
- Borges P.A. V, Rigal F. Ros A. 2020. Increase of insular exotic arthropod diversity is a fundamental dimension of the current biodiversity crisis. *Insect Conservation and Diversity*. 2(1): 43–55. Available at: <https://doi.org/10.1111/icad.12431>.
- Brown J.A., Lockwood J.L. Piana M.R. 2023. Introduction of artificial light at night increases the abundance of predators, scavengers, and parasites in arthropod communities. *ISCIENCE*, 26(3): 106-203. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.106203>.
- Chiang K.S., Liu H.I. Bock C.H. 2017. A discussion severity index values. part i: warning on inherent errors and suggestions to maximise accuracy. *Annals of Applied Biology*. 171(2): 139–154. Available at: <https://doi.org/10.1111/aab.12362>.
- Coates B.S., Johnson H., Kim K.S., Hellmich R.L., Abel C.A., Mason C. Sappington T.W. 2013. Frequency of hybridization between *Ostrinia nubilalis* E-and Z-pheromone races in regions of sympatry within the

United States. *Journal Ecology and Evolution*. 3(8): 2459–2470. Available at: <https://doi.org/10.1002/ece3.639>.

Corrêa R.C.G., Rhoden S.A., Mota T.R., Azevedo J.L., Pamphile J.A., Souza C.G.M., Polizeli M. L.T. M., Bracht A. Peralta R.M. 2014. Endophytic fungi: expanding the arsenal of industrial enzyme producers. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*. 41(10): 1467–1478. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10295-014-1496-2>.

Dwivedi A., Dev I., Kumar V., Yadav R., Yadav M., Gupta D., Singh A. Tomar, S.S. 2015. Potential role of maize-legume intercropping systems to improve soil fertility status under smallholder farming systems for sustainable agriculture in India. *International Journal of Life Sciences Biotechnology and Pharma Research*. 4(3): 145.

Elfita, M., Fitrya E.L., Julinar W.H. Muharni. 2019. Antibacterial activity of cordyline fruticosa leaf extracts and its endophytic fungi extracts. *Biodiversitas*. 20(12): 3804–3812. Available at: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d201245>.

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. Available at: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d231264>.

Fadzilah N., Ghani I. Hassan M. 2021. Omics-based approach in characterising mechanisms of entomopathogenic fungi pathogenicity: a case example of *Beauveria bassiana*. *Journal of King Saud University*. 33(2): 101-332. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2020.101332>.

Fagbemigun T.K., Fagbemi O.D., Otitoju O., Mgbachiuzor E. Igwe C.C. 2014. Pulp and paper-making potential of corn husk. *International Journal of AgriScience*. 4(44): 209–213.

Geldenhuis M., Gaigher R., Pryke J.S. Samways M.J. 2021. Agriculture , ecosystems and environment diverse herbaceous cover crops promote vineyard arthropod diversity across different management regimes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 1(307): 107-222. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107222>.

Goteti P.K., Emmanuel L.D.A., Desai S. and Shaik M.H.A. 2013. Prospective zinc solubilising bacteria for enhanced nutrient uptake and growth promotion in maize (*Zea mays* L.). *International Journal of Microbiology*.

20(13): 10-34. Available at: <https://doi.org/10.1155/2013/869697>.

Gustianingtyas M., Herlinda S. Suwandi S. 2021. The endophytic fungi from South Sumatra (Indonesia) and their pathogenecity against the new invasive fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Biodiversitas*. 22(2): 1051–1062. Available at: <https://doi.org/10.13057/BIODIV/D220262>.

Hanif K.I., Herlinda S., Irsan C., Pujiastuti Y., Prabawati G., Hasbi. Karenina T. .2020. The impact of bioinsecticide overdoses of *Beauveria bassiana* on species diversity and abundance of not targeted arthropods in South Sumatra (Indonesia) freshwater swamp paddy. *Biodiversitas*. 21(5): 2124–2136. Available at: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210541>.

Harith N., Ghani I. Hassan M. 2021. Omics-based approach in characterising mechanisms of entomopathogenic fungi pathogenicity: a case example of *Beauveria bassiana*. *Journal of King Saud University - Science*. 33(2): 101-332. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2020.101332>.

Hasanuzzaman M., Nahar K., Alam M.M., Roychowdhury R. Fujita M. 2013. Physiological, biochemical, and molecular mechanisms of heat stress tolerance in plants. *International Journal of Molecular Sciences*. 14(5): 9643–9684. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijms14059643>.

Herlinda S., Yusticia S.R., Irsan C., Asmara B. Hadi R. 2019. Abundance of arthropods inhabiting canopy of rice cultivated using different planting methods and varieties. *Biodiversitas*. 2(20): 3328–3339. Available at: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210711>.

Herlinda S., Karenina T., Irsan C. Pujiastuti Y. 2019. Arthropods inhabiting flowering non-crop plants and adaptive vegetables planted around paddy fields of freshwater swamps of South Sumatra , Indonesia. *Biodiversitas*, 20(11): 3328–3339. Available at: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d201128>.

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. Available at: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210711>.

Herlinda S., Efendi R.A., Suharjo R., Hasbi Setiawan A., Elfita. Verawaty M. 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. Available at: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d211115>.

- Herlinda Siti, 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): 100-321. Available at: <https://doi.org/10.1186/s41938-021-00470-x>.
- Herlinda S, Fadli R., Hasbi. Irsan C., Elfita. Verawaty. M., S Suwandi S. Karenina. 2021. Soil arthropod species and their abundance in different chili management practices in freshwater swamps of South Sumatra, Indonesia. *International Conference on Natural Resources and Technology*. 1(701): 321-322. Available at: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/713/1/012022>.
- Heviefò G.A., Nyamador S.W., Nyamador S.W., Datinon B.D., Glitho I.A. Tamò M. 2020. Comparative efficacy of endophytic versus foliar application of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* against the crucifer diamondback moth larvae for sustainable cabbage protection. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 14(4): 1448–1458. Available at: <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v14i4.22>.
- Huang W., Tang R., Li, S., Zhang Y., Chen R., Gong L., Wei X., Tang Y., Liu Q., Geng L., Pan G., Beerntsen B.T. Ling E. 2021. Involvement of epidermis cell proliferation in defense against *Beauveria bassiana* infection. *Frontiers in Immunology*. 1(12): 1–12. Available at: <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.741797>.
- Integrated Taxonomic Information System (ITIS). 2023. Taxonomy of *Beauveria bassiana* (Bals) Vuil. *Online Access*. Available at: <https://www.gbif.org/species/2560612>.
- Integrated Taxonomic Information System (ITIS). 2023. Taxonomy of *Capophilus lugubris* (Murray). *Online Access*. Available at: <https://www.gbif.org/species/1044108>.
- Integrated Taxonomic Information System (ITIS). 2023. Taxonomy of *Ostrinia nubialis* (Hubner). *Online Access*. Available at: <https://www.gbif.org/species/1886289>.
- Kuate A.F., Hanna R., Fotio A.R.P., Abang A.F., Nanga S.N., Ngatat S., Tindo M., Masso C., Ndemah R., Suh C. Fiaboe K.K.M. 2019. *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) in Cameroon: Case study on its distribution, damage, pesticide use, genetic differentiation and host plants. *PLoS ONE*, 14(6): 1–18. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217653>.

- 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. Available at: <https://doi.org/10.1080/09670874.2017.1423129>.
- Kusari P., Kusari S., Spitteller M. Kayser O. 2013. Endophytic fungi harbored in *Cannabis sativa* L.: diversity and potential as biocontrol agents against host plant-specific phytopathogens. *Fungal Diversity*. 60(1): 137–151. Available at: <https://doi.org/10.1007/s13225-012-0216>
- Kuzh L., Tamez P., Gomez R., Rodriguez M.C. 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. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11274-020-02823-4>.
- Lacey L.A. 2012. Manual of techniques in invertebrate pathology. Academic Press.
- Larekeng S.H., Nursaputra M., Nasri, N., Hamzah A.S., Mustari A.S., Arif A.R., Ambodo A.P., Lawang Y. Ardiansyah A. 2022. A diversity index model based on spatial analysis to estimate high conservation value in a mining area. *Forest and Society*. 6(1): 142–156. Available at: <https://doi.org/10.24259/fs.v6i1.12919>.
- Latz M.A.C., Jensen B., Collinge D.B. Jørgensen H.J.L. 2018 Endophytic fungi as biocontrol agents: elucidating mechanisms in disease suppression. *Plant Ecology and Diversity*. 11(5–6): 555–567. Available at: <https://doi.org/10.1080/17550874.2018.1534146>.
- Lestari Y.A., Verawaty M. Herlinda, S. 2022. Development of *Spodoptera frugiperda* fed on young maize plant's fresh leaves inoculated with endophytic fungi from South Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*. 23(10): 5056–5063. Available at: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d231012>.
- Lin H. Phelan, P.L. 1991. Identification of food volatiles attractive. *Journal of Chemical Ecology*. 17(6): 1273–1286.
- Lowe K., Hoerster G., Hasting C., Wang N., Chamberlin M., Wu E., Jones T. Gordon, W. 2018. Rapid genotype “independent” *Zea mays* L. (maize) transformation via direct somatic embryogenesis. *In Vitro Cellular and Developmental Biology Plant*. 54(3): 240–252. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11627-018-9905-2>.

- Lu H., Wei T., Lou H., Shu X. Chen Q. 2021. A critical review on communication mechanism within plant-endophytic fungi interactions to cope with biotic and abiotic stresses. *Journal of Fungi*. 7(9). Available at: <https://doi.org/10.3390/jof7090719>.
- Mannino C., Bonnet C., Colo B. Pedrini, N. 2019. Is the insect cuticle the only entry gate for fungal infection? Insights into alternative modes of action of entomopathogenic fungi. *Journal of Fungi*. 5(2). Available at: <https://doi.org/10.3390/jof5020033>.
- Marini F., Mutinelli F., Montarsi F., Cline A.R., Gatti E. Audisio P. 2013. First report in Italy of the dusky sap beetle, *Carpophilus lugubris*, a new potential pest for Europe. *Journal of Pest Science*. 86(2): 157–160. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10340-013-0479-9>.
- Martinez M., Santamaria M.E., Mendoza M., Arnai, A., Carrillo L. Ortego F. 2016. Phytocystatins: Defense proteins against phytophagous insects and acari. *International Journal of Molecular Sciences*. 17(10): 1–16. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijms17101747>.
- Miranda J., A., Fernández F. Munguía M.A. 2021. Visiting and feeding behavior of sap beetles (*Carpophilus lugubris*) in the flowers of a chiropterophilic columnar cactus (*Pilosocereus leucocephalus*). *Journal of Arid Environments*. 189(2). Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2021.104482>.
- Mishra K., Bajpeyi M. Yadav, K. 2023. Polyphagous insect pest of crops and their management. 3rd edn. New Delhi: Integrated Publications.
- Müller J., Stadler J., Müller A., Hacker H., Braak C. Brandl R. 2011. The predictability of phytophagous insect communities: host specialists as habitat specialists. *PLoS ONE*. 6(10). Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0025986>.
- 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*. 31(1). Available at: <https://doi.org/10.1186/s41938-020-00357-3>.
- Nela T., Irimia L.M., Herea M., Pintilie L. Trotus E. 2023. European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hubner.) bioecology in Eastern Romania. *Insects*. 14(738): 1–15.

- Ngome A.F., Becker M., Mtei M.K. Mussnug F. 2013. Maize productivity and nutrient use efficiency in Western Kenya as affected by soil type and crop management. *International Journal of Plant Production*. 7(3): 517–536.
- Padmasri A., Srinivas C., Vijaya K., Pradeep T., Rameash K., Anuradha C. Anil B. 2017. Management of rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.) in maize by botanical seed treatments. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 6(12): 3543–3555. Available at: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.612.412>.
- Potshangbam M., Indira Devi, S., Sahoo D. Strobel G.A. 2017. Functional characterization of endophytic fungal community associated with *Oryza sativa* L. and *Zea mays* L. *Frontiers in Microbiology*. 8(3): 1–15. Available at: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00325>.
- Russo M.L., Jaber L.R., Scorsetti A.C., Vianna F., Cabello M.N. Pelizza S.A. 2021. 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*. 94(3): 859–870. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10340-020-01302-x>.
- 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(6): 2365–2373. Available at: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d190647>.
- Singleton P. Sainsbury D. 1981. Introduction to bacteria: For students in the biological sciences. New York: John Wiley & Sons.
- Santiago R., Barros, J. Malvar R.A. 2013. Impact of cell wall composition on maize resistance to pests and diseases. *International Journal of Molecular Sciences*. 14(4): 6960–6980. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijms14046960>.
- Saragih M., Trizelia Nurbailis Yusniwati. 2019. Endophytic colonization and plant growth promoting effect by entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* to red chili (*Capsicum annum* L.) with different inoculation methods. *Journal Earth and Environmental Science*. 305(1). Available at: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/305/1/012070>.
- 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). Available at: <https://doi.org/10.1186/s41938-022-00605-8>.

Sarwar, M. 2015. Biopesticides: an effective and environmental friendly insect-pests inhibitor line of action. *International Journal of Engineering and Advanced Research Technology*. 1(2): 10–15.

Serna, L. 2022. Maize stomatal responses against the climate change. *Frontiers in Plant Science*. 3(13): 1–9. Available at: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.952146>.

Sumbo H, A. Victor, I.A. 2014. Comparison of chemical composition, functional properties and amino acids composition of quality protein maize and common maize (*Zea mays* L.). *African Journal of Food Science and Technology*. 05(03). Available at: <https://doi.org/10.14303/ajfst.2014.024>.

Tandzi L.N. Mutengwa C.S. 2020. Estimation of maize (*Zea mays* L.) yield per harvest area: appropriate methods. *Agronomy*. 10(1): 1–18. Available at: <https://doi.org/10.3390/agronomy10010029>.

Ulfah M., Fajri S.N., Nasir M., Hamsah K. Purnawan S. 2019. Diversity, evenness and dominance index reef fish in Krueng Raya Water, Aceh Besar. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 348(1). Available at: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/348/1/012074>.

Vembadi A., Menachery A. Qasaimh M. 2019. Cell cytometry: review and perspective on biotechnological advances. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. 2(7). Available at: <https://doi.org/10.3389/fbioe.2019.00147>.

Vianna F., Pelizza S., Russo L., Ferreri N. Scorsetti A.C. 2021. Colonization of tobacco plants by fungal entomopathogens and the effect on consumption over *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae): *Journal of Fungi*, 7(12). Available at: <https://doi.org/10.3390/jof7121017>.