

SKRIPSI

**AKTIVITAS LARVASIDA JAMUR
ENTOMOPATOGEN YANG DIINOKULASIKAN KE
DAUN TERHADAP *Spodoptera frugiperda* DAN
PENGARUHNYA PADA PERTUMBUHAN JAGUNG**

***LARVICIDAL ACTIVITY OF ENTOMOPATHOGENIC
FUNGI INOCULATED INTO LEAVES ON *Spodoptera
frugiperda* AND THEIR EFFECTS ON MAIZE GROWTH***



**Sarah Cahyani Ahmad
05081381924049**

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

SUMMARY

SARAH CAHYANI AHMAD, Larvacidal activity of entomopathogenic fungi inoculated into leaves on *Spodoptera frugiperda* and their effects on maize growth (Supervised by **SITI HERLINDA**).

Spodoptera frugiperda is a South and North American invasive pest that has spread and entered the Asian continent. The spread is rapid and poses a threat to food security, particularly maize. Pest control using endophytic entomopathogenic fungi is the best way to control *S. frugiperda*, and endophytic fungi also have a positive impact on plant growth. This control has not been applied widely. Therefore, this research aimed to observed the effect of endophytic entomopathogenic fungal inoculation against mortality, *S. frugiperda* development, and the impact on maize growth.

The methodologies used were RBD (Randomized Block Design) and CRD (Completely Randomized Design), which were then replicated three times with 1 control and 8 isolates (TaAIPA, MSwTp1, BkBTp, BSwTd4, LtKrLH, TaLmME, TaPsBA, MSwTp3, and TaPsBA). The variables were the impact of feeding fungus-treated maize leaves on *S. frugiperda* development and the impact on the growth of maize seedlings.

The result showed that the endophytic entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* (BSwTd4), with an LT50 of 19.94 days and an LT95 of 30.71 days, caused the highest mortality, 61.33%. Infected larvae with the display symptoms like drying, rigidity, and the growth of fungus mycelia.

The study's findings indicate that the eight isolates can kill *S. frugiperda* larvae, with the BSwTd4 isolate, *B. bassiana* species showing the highest mortality rate of 61.33%. and can accelerate maize seedling growth.

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

RINGKASAN

SARAH CAHYANI AHMAD, Aktivitas Larvasida Jamur Entomopatogen yang diinokulasikan ke daun terhadap *Spodoptera frugiperda* dan pengaruhnya pada pertumbuhan jagung (Dibimbing oleh **SITI HERLINDA**)

Spodoptera frugiperda merupakan hama invasif yang berasal dari Amerika Utara dan Selatan yang terus menyebar dan masuk ke benua Asia. Penyebarannya yang sangat cepat dapat mengancam keamanan pangan terutama tanaman jagung. Pengendalian menggunakan jamur entomopatogen endofit merupakan cara yang paling baik dilakukan untuk mengendalikan *S. frugiperda*, jamur endofit juga dapat berdampak positif bagi pertumbuhan tanaman. Pengendalian ini belum banyak dilakukan. Untuk itu, penelitian ini bertujuan untuk mengamati pengaruh inokulasi jamur entomopatogen endofit terhadap mortalitas dan perkembangan *S. frugiperda* serta pengaruhnya pada pertumbuhan bibit jagung.

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode RAK (Rancangan Acak Kelompok) dan RAL (Rancangan Acak Lengkap) kemudian diulang sebanyak tiga kali 1 kontrol dan 8 isolat (TaAIPA, LtKrLH, TaLmME, TaPsBA, MSwTp1, BkBTp, BSwTd4, MSwTp3). Adapun peubah yang diamati yaitu pengaruh pemberian pakan daun jagung entomopatogen endofit terhadap perkembangan *S. frugiperda* dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan bibit jagung.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jamur entomopatogen endofit yang menyebabkan mortalitas paling tinggi adalah jamur *Beauveria bassiana* (BSwTd4) 61.33% dengan nilai LT50 19.94 hari dan LT95 30.71 hari. Larva yang terinfeksi menunjukkan gejala terinfeksi seperti mengering, kaku, tumbuh miselium jamur.

Adapun kesimpulan pada penelitian kali ini yaitu kedelapan isolat jamur dapat menyebabkan mortalitas pada larva *S. frugiperda* dengan mortalitas tertinggi 61.33% pada isolat BSwTd4 spesies *B. bassiana*. dan dapat meningkatkan pertumbuhan bibit jagung.

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

SKRIPSI

AKTIVITAS LARVASIDA JAMUR ENTOMOPATOGEN YANG DIINOKULASIKAN KE DAUN TERHADAP *Spodoptera frugiperda* DAN PENGARUHNYA PADA PERTUMBUHAN JAGUNG

*LARVICIDAL ACTIVITY OF ENTOMOPATHOGENIC FUNGI INOCULATED INTO LEAVES ON *Spodoptera frugiperda* AND THEIR EFFECTS ON MAIZE GROWTH*

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



Sarah Cahyani Ahmad
05081381924049

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

LEMBAR PENGESAHAN

AKTIVITAS LARVASIDA JAMUR ENTOMOPATOGEN
YANG DIINOKULASIKAN KE DAUN TERHADAP *Spodoptera*
frugiperda DAN PENGARUHNYA PADA PERTUMBUHAN
JAGUNG

SKRIPSI

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

Oleh :

Sarah Cahyani Ahmad
05081381924049

Indralaya, 01 Desember 2022

Pembimbing

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

Mengetahui,
Dekan Fakultas
Fakultas Pertanian Unsri

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

Skripsi dengan judul “Aktivitas Larvasida Jamur Entomopatogen yang Diinokulasikan ke Daun terhadap *Spodoptera frugiperda* dan Pengaruhnya pada Pertumbuhan Jagung” telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 01 Desember 2022 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

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

Ketua



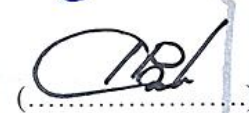
2. Arsi, S.P, M.Si.
NIP. 198510172005105101

Sekretaris



3. Dr. Ir. Harman Hamidson, M.P.
NIP. 196207101988111001

Anggota



ILMU ALAM MENGABDIKAN

Indralaya, 01 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 : Sarah Cahyani Ahmad

NIM : 05081381924049

Judul : Aktivitas Larvasida Jamur Entomopatogen yang Diinokulasikan ke Daun terhadap *Spodoptera frugiperda* dan Pengaruhnya pada Pertumbuhan Jagung

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

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



Indralaya, 01 Desember 2022



Sarah Cahyani Ahmad

05081381924049

RIWAYAT HIDUP

Sarah Cahyani Ahmad merupakan anak ketiga dari pasangan bapak Ahmad Yanis dan ibu Masrini Siswi Desy. Penulis dilahirkan pada tanggal 27 Oktober 2001. Penulis memiliki dua saudara perempuan dan satu saudara laki-laki. Penulis menyelesaikan pendidikan di SD Muhammadiyah 06 Palembang, SMP Negeri 10 Palembang dan SMA Negeri 5 Palembang dan kemudian melanjutkan Pendidikan di Perguruan Tinggi Negeri yaitu Univeristas Sriwijaya prodi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian.

Di dunia perkuliahan penulis aktif di organisasi Badan Pengurus Harian Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman yakni menjabat sebagai Sekretaris departemen Akademi dan Prestasi pada priode kepengurusan tahun 2020/2021. Selain itu penulis juga menjuarai beberapa lomba. Mendapatkan juara 3 lomba NUDC pada tahun 2020. Mendapatkan juara 2 lomba NUDC serta mendapatkan katagori best speaker 2. Penulis juga mendapatkan juara 2 pada ajang lomba nasional yaitu cerdas cermat yang diadakan oleh Universitas Andalas tahun 2021. Penulis juga mendapatkan medali silver pada ajang lomba internasional World Invention Competiton and Exhibition yang diadakan oleh SEGi Collage pada tahun 2021.

Selain itu dibidang akademik penulis juga aktif menjadi asisten praktikum mata kuliah Entomologi pada tahun 2020. Penulis juga menjadi asisten mata kuliah Dasar-dasar Perlindungan tanaman.tahun 2021-2022.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT berkat rahmat dan karunia-Nya lah penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul “Aktivitas Larvasida Jamur Entomopatogen yang Diinokulasikan ke Daun terhadap *Spodoptera frugiperda* dan Pengaruhnya pada Pertumbuhan Jagung”. Sholawat serta salam kepada nabi Muhammad SAW yang telah menjadi suri tauladan yang baik bagi umat manusia. Proposal 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 arahan, motivasi sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Penelitian ini didanai oleh Anggaran DIPA Badan Layanan Umum Universitas Sriwijaya Tahun Anggaran 2022 No. SP DIPA-023.17.2.677515/2022, tanggal 13 Desember 2021 Sesuai dengan SK Rektor Nomor: 0111/UN9.3.1/SK/2022 Tanggal 28 April 2022. Oleh karena itu, tidak diperkenankan menyebarkan dan mempublikasikan data dari skripsi ini tanpa izin tertulis dari Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda. M. Si.

Penulis sangat berterima kasih kepada kedua orang tua, dan saudara terutama Cile dan Deyan yang telah memberi dukungan dan motivasi. Tak lupa juga penulis juga berterima kasih, xiexie, dan kamsia kepada Ella yang sangat direpotkan, Septy, Ica, Indah, Tezzia, Zizi, Keyla, Mimid, Rian, Raja, Amar, dan Bintang yang sering membuat jokes setiap harinya serta banyak terima kasih kepada Mba Indri, Kak Della, Kak Jelly dan Dhani. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan proposal skripsi ini. Untuk itu penulis menerima kritik dan saran untuk menyempurnakan penulisan skripsi ini. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Indralaya, 01 Desember 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Hipotesis	65
1.5. Manfaat Penelitian	65

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Fall Armyworm (FAW) atau dikenal juga dengan *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) merupakan hama yang berasal dari Amerika Utara dan Amerika Selatan yang telah menyebar ke berbagai benua termasuk ke benua Asia (Harrison *et al.*, 2019). *S. frugiperda* menyebabkan penurunan produksi pada lahan jagung mencapai 58% (Chimweta *et al.*, 2020). Serangan yang parah hanya menyisakan batang, tulang daun tanaman jagung (IPPC, 2019) dan juga ditemukan menyerang bagian bunga jantan, bunga betina, akar serta tongkol tanaman jagung (Nonci *et al.*, 2019). Kerusakan yang disebabkan oleh *S. frugiperda* dapat mencapai 85% - 100% (Mukkun *et al.*, 2021). Di negara Afrika dan Sub Sahara kerugian yang disebabkan *S. frugiperda* dapat mencapai US\$13 milyar pertahun (Yigezu and Wakgari, 2020). Di negara Eropa dan Afrika kerugian yang disebabkan *S. frugiperda* dapat mencapai US\$ 2.5-6.2 milyar per tahun (Maharani *et al.*, 2019).

S. frugiperda seringkali bersembunyi di gulungan daun ataupun pelepah daun (Herlinda *et al.*, 2021) sehingga sulit untuk dikendalikan. Pengendalian yang saat ini digunakan petani adalah dengan menggunakan pestisida. Pengaplikasian pestisida untuk mengurangi hama tidak bekerja efektif dan sebaliknya merangsang pertumbuhan populasi hama (Cutler, 2013) hingga naik melewati ambang batas ekonomi. Pengendalian lainnya yang digunakan yaitu menggunakan jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium* sp. (Akutse *et al.*, 2019). Sedangkan dalam skala penelitian laboratorium pengendalian biologi di Mozambique dilakukan dengan memanfaatkan parasitoid larva yaitu *Coccygidium luteum* dan *Drino quadrizonula* (Caniço *et al.*, 2020).

Jamur entomopatogen merupakan salah satu cara pengendalian yang efektif dan ramah lingkungan (Thanthirige *et al.*, 2016). Banyak penelitian yang membuktikan jamur entomopatogen merupakan jamur yang bermanfaat sebagai pengendali populasi hama dan juga pengendaliannya cukup efektif untuk mengendalikan *S. frugiperda* yang sering bersembunyi di gulungan daun (Herlinda

et al., 2021). Ada beberapa jenis jamur entomopatogen seperti *Metarhizium anisopliae*, *B. bassiana* (Akutse *et al.*, 2019), *Fusarium solani* *Metarhizium robertsii*, dan *Penicillium citrinum* (Hernandez-trejo *et al.*, 2019)

Dalam penelitian jamur endofit *B. bassiana* dapat memberikan efek pada lepidoptera, sehingga penggunaan jamur endofit dapat menekan pertanian konvensional yang masih menggunakan pestisida (Hruska, 2019). Jamur entomopatogen dapat diaplikasikan secara endofit pada tanaman, apabila hama mengonsumsi tanaman tersebut dapat menyebabkan nafsu makan menurun, tidak aktif bergerak, kulit menjadi keriput kering, menghitam, mati namun tidak berbau (Gustianingtyas *et al.*, 2020). Hal tersebut dapat terjadi karena jamur endofit hidup di jaringan tanaman (Kuzhuppillymyal-Prabhakarankutty *et al.*, 2020). Penelitian mengenai jamur entomopatogen sudah banyak dilakukan, namun penelitian mengenai jamur entomopatogen yang diaplikasikan di tanaman secara endofit pada daun tanaman khususnya di daerah Sumatera Selatan belum banyak dilakukan. Untuk itu, penelitian ini akan membahas mengenai aktivitas larvasida jamur entomopatogen yang diinokulasikan ke daun terhadap *S. frugiperda* dan pengaruhnya pada pertumbuhan jagung.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian kali ini adalah :

1. apakah inokulasi jamur endofit pada daun jagung berpengaruh terhadap mortalitas larva dan perkembangan *S. frugiperda*
2. apakah inokulasi jamur endofit pada daun jagung berpengaruh terhadap pertumbuhan bibit jagung?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan pada penelitian kali ini adalah :

1. untuk mengamati pengaruh inokulasi jamur entomopatogen yang diinokulasikan ke daun jagung terhadap mortalitas larva dan perkembangan *S. frugiperda*
2. untuk mengamati pengaruh inokulasi jamur entomopatogen pada daun terhadap pertumbuhan bibit jagung

1.4. Hipotesis

Adapun hipotesis pada penelitian kali ini adalah :

1. diduga spesies jamur *B. bassiana* yang berdampak negatif terhadap perkembangan *S. frugiperda*
2. diduga spesies jamur *B. bassiana* yang menyebabkan pertumbuhan jagung paling baik

1.5. Manfaat Penelitian

Pada penelitian kali ini diharapkan pembaca dapat mengembangkan teknologi pengendalian hayati untuk menurunkan penggunaan pestisida.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, I., Jiménez-Gasco, M. del M., Luthe, D. S., Shakeel, S. N., & Barbercheck, M. E. 2020. Endophytic *Metarhizium robertsii* promotes maize growth, suppresses insect growth, and alters plant defense gene expression. *Biological Control*, 144(February), 104167.
- Akutse, K. S., Kimemia, J. W., Ekesi, S., Khamis, F. M., Ombura, O. L., & Subramanian, S. 2019. Ovicidal effects of entomopathogenic fungal isolates on the invasive Fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Applied Entomology*, 143(6), 626–634.
- Arsi, A., Pujiastuti, Y., Kusuma, S. S. H., & Gunawan, B. 2020. Eksplorasi, isolasi dan identifikasi Jamur entomopatogen yang menginfeksi serangga hama. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropis*, 1(2), 70.
- Ayudya, D. R., Herlinda, S., & 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*, 20(8), 2101–2109.
- Barwant, M., & Barwant, K. 2020. Comparative Study of Artificial Fodder Production (Hydroponic) and its Benefits. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 5(4).
- Behie, S. W., Jones, S. J., & Bidochka, M. J. 2015. Plant tissue localization of the endophytic insect pathogenic fungi *Metarhizium* and *Beauveria*. *Fungal Ecology*, 13(February 2015), 112–119.
- Bentivenha, J. P. F., Baldin, E. L. L., Montezano, D. G., Hunt, T. E., & Paula-Moraes, 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.
- Bhusal, S., & Chapagain, E. 2020. Threats of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) incidence in Nepal and it's integrated management-A review. *Journal of Agriculture and Natural Resources*, 3(1), 345–359.
- Canico, A., Mexia, A., & Santos, L. 2020. First report of native parasitoids of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* smith (Lepidoptera: Noctuidae) in mozambique. *Insects*, 11(9), 1–12.
- Chebet, O. N., Omosa, L. K., Subramanian, S., Nchiozem-ngnitedem, V. A., Mmari, J. O., & Akutse, K. S. 2021. Mechanism of action of endophytic fungi *Hypocrea lixii* and *Beauveria bassiana* in *Phaseolus vulgaris* as biopesticides against pea leafminer and fall armyworm. *Molecules*, 26(18).
- Chimweta, M., Nyakudya, I. W., Jimu, L., & Bray Mashingaidze, A. 2020. Fall armyworm [*Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith)] damage in maize: management options for flood-recession cropping smallholder farmers. *International Journal of Pest Management*, 66(2), 142–154.

- Cito, A., Mazza, G., Strangi, A., Benvenuti, C., Barzanti, G. P., Dreassi, E., Turchetti, T., Francardi, V., & Roversi, P. F. 2014. Characterization and comparison of *Metarhizium* strains isolated from *Rhynchophorus ferrugineus*. *FEMS Microbiology Letters*, 355(2), 108–115. <https://doi.org/10.1111/1574-6968.12470>
- Cutler, G. C. 2013. Insects, insecticides and hormesis: Evidence and considerations for study. *Dose-Response*, 11(2), 154–177.
- da Silva, D. M., Bueno, A. de F., Andrade, K., Stecca, C. dos S., Neves, P. M. O. J., & de Oliveira, M. C. N. 2017. Biology and nutrition of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) fed on different food sources. *Scientia Agricola*, 74(1), 18–31.
- Day, R., Abrahams, P., Bateman, M., Beale, T., Clotey, V., Cock, M., Colmenarez, Y., Corniani, N., Early, R., Godwin, J., Gomez, J., Moreno, P. G., Murphy, S. T., Oppong-Mensah, B., Phiri, N., Pratt, C., Silvestri, S., & Witt, A. 2017. Fall armyworm: Impacts and implications for Africa. *Outlooks on Pest Management*, 28(5), 196–201.
- 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.
- Deshmukh, S. S. B. M. P., C. M. Kalleshwaraswamy, Jaba, J., & Choudhary, B. 2021. Polyphagous Pests of Crops. *Polyphagous Pests of Crops*.
- Du Plessis, H., Schlemmer, M. L., & Van den Berg, J. 2020. The effect of temperature on the development of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Insects*, 11(4).
- Gabriel Velasco, R. 2016. *Zea mays*. *Agricultural Science 2016-17 Colegio*, 1–32.
- Ganiger, P. C., Yeshwanth, H. M., Muralimohan, K., Vinay, N., Kumar, A. R. V., & Chandrashekar, K. 2018. Occurrence of the new invasive pest, fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), in the maize fields of Karnataka, India. *Current Science*, 115(4), 621–623.
- 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.
- 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, 40–48.
- Gustianingtyas, M., Herlinda, S., & Suwandi, S. 2021. The endophytic fungi from South Sumatra (Indonesia) and their pathogenicity against the new invasive

- fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Biodiversitas*, 22(2), 1051–1062.
- Gustianingtyas, M., Herlinda, S., Suwandi, Suparman, Hamidson, H., Hasbi, Setiawan, A., Verawaty, M., Elfita, & Arsi. 2020. Toxicity of entomopathogenic fungal culture filtrate of lowland and highland soil of South Sumatra (Indonesia) against *Spodoptera litura* larvae. *Biodiversitas*, 21(5), 1839–1849.
- 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.
- Harrison, R. D., Thierfelder, C., Baudron, F., Chinwada, P., Midega, C., Schaffner, U., & van den Berg, J. 2019. Agro-ecological options for fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* JE Smith) management: Providing low-cost, smallholder friendly solutions to an invasive pest. *Journal of Environmental Management*, 243(August 2018), 318–330.
- Herlinda, S., Gustianingtyas, M., Suwandi, S., & Suharjo, R. 2022. Endophytic fungi from South Sumatra (Indonesia) in seed-treated corn suppressing *Spodoptera frugiperda* growth. 23(11), 6013–6020.
- 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*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 468(1).
- 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., 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.
- Herlinda, S., Alesia, M., Susilawati, Irsan, C., Hasbi, Suparman, Anggraini, E., & Arsi. 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*, 21(7), 3076–3083.
- 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.
- 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).
- 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.
- Herlinda, S., Oktareni, S. S., Suparman, Anggraini, E., Elfita, Setiawan, A., Verawaty, M., Hasbi, & Lakitan, B. 2020. Effect of Application of UV Irradiated *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* on Larval Weight and Mortality of *Spodoptera litura*. 8(Iccesi 2019), 64–70.
- 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.
- Hernandez-trejo, A., Drouaillet, B. E., & Lopez-santillan, J. A. 2019. In vitro evaluation of native entomopathogenic fungi and neem (*Azadiractha indica*) extracts on *Spodoptera frugiperda*. April.
- 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.
- Hu, S., & Bidochka, M. J. 2021. Root colonization by endophytic insect-pathogenic fungi. *Journal of Applied Microbiology*, 130(2), 570–581.
- 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* . 1–16.
- IPPC. (2019). The occurrence of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Indonesia. In *IPPC Official Pest Report* (p. No. IDN-04/1).
- Kearns, S., Bett, B., Carnovale, D., Reynolds, O., Maino, J., Lye, J., Overton, K., Wong, C., Day, R., & Miles, M. 2020. *Fall Armyworm Continuity Plan for the Australian grains industry* (Issue November).
- Kuate, A. F., Hanna, R., Doumtsop 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. Correction: *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) in Cameroon: Case study on its distribution, damage, pesticide use, genetic differentiation and host plants(PLoS ONE (2019) 14:4 (e0215749) *PLoS ONE*, 14(6), 1–18.
- 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.

- Kuzhuppillymyal-Prabhakarankutty, L., Ferrara-Rivero, F. H., Tamez-Guerra, P., Gomez-Flores, R., Rodríguez-Padilla, M. C., & Ek-Ramos, M. J. 2021. Effect of *Beauveria bassiana*-seed treatment on *Zea mays* L. Response against *Spodoptera frugiperda*. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(7).
- 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.
- Lestari, P., Budiarti, A., Fitriana, Y., Susilo, F., Swibawa, I. G., Sudarsono, H., Suharjo, R., Hariri, A. M., Purnomo, Nuryasin, Solikhin, Wibowo, L., Jumari, & Hartaman, M. 2020. Identification and genetic diversity of *Spodoptera frugiperda* in Lampung province, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(4), 1670–1677.
- Lira, A. C. de, Mascarin, G. M., & Delalibera Júnior, Í. 2020. Microsclerotia production of *Metarhizium* spp. for dual role as plant biostimulant and control of *Spodoptera frugiperda* through corn seed coating. *Fungal Biology*, 124(8),
- 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.
- Mantzoukas, S., & Eliopoulos, P. A. 2020. Endophytic entomopathogenic fungi: A valuable biological control tool against plant pests. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(1).
- Mantzoukas, S., & Lagogiannis, I. 2019. Endophytic colonization of pepper (*Capsicum annum*) controls aphids (*Myzus persicae* Sulzer). *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(11).
- Masyitah, I., Fitriany, S., & Safni, I. 2017. Potensi Jamur Entomopatogen untuk Mengendalikan Ulat Grayak *Spodoptera litura* F. pada Tanaman Tembakau In Vivo. *Jurnal Agroteknologi FP USU*, 4(2337), 9–15.
- Montezano, D. G., Specht, A., Sosa-Gómez, D. R., Roque-Specht, V. F., Sousa-Silva, J. C., Paula-Moraes, S. V., Peterson, J. A., & Hunt, T. E. 2018. Host Plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas. *African Entomology*, 26(2), 286–300.
- Mora, M. A. E., Castilho, A. M. C., & Fraga, M. E. 2018. Classification and infection mechanism of entomopathogenic fungi. *Arquivos Do Instituto Biológico*, 84(0), 1–10.
- Mukkun, L., Kleden, Y. L., & Simamora, A. V. 2021. Detection of *Spodoptera frugiperda* (J . E . Smith) (Lepidoptera : Noctuidae) in maize field in East Flores District , East Nusa Tenggara Province , Indonesia. *Intl J Trop Drylands*, 5(1), 20–26.
- Nagoshi, R. N., Fleischer, S., Meagher, R. L., Hay-Roe, M., Khan, A., Murúa, M. G., Silvie, P., Vergara, C., & Westbrook, J. 2017. Fall armyworm migration across the lesser antilles and the potential for genetic exchanges between north and south American populations. *PLoS ONE*, 12(2), 1–18.

- Nboyine, J. A., Kusi, F., Abudulai, M., Badii, B. K., Zakaria, M., Adu, G. B., Haruna, A., Seidu, A., Osei, V., Alhassan, S., & Yahaya, A. 2020. A new pest, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), in tropical Africa: Its seasonal dynamics and damage in maize fields in northern Ghana. *Crop Protection*, 127(September 2019).
- Nelly, N., Hamid, H., Lina, E. C., & Yunisman. 2021. Distribution and genetic diversity of *Spodoptera frugiperda* j. E. smith (noctuidae: Lepidoptera) on maize in west sumatra, indonesia. *Biodiversitas*, 22(5), 2504–2511.
- 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, N., Kalgutny, Hary, S., Mirsam, H., Muis, A., Azrai, M., & Aqil, M. 2019. Pengenalan Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) Hama Baru pada Tanaman Jagung di Indonesia. In *Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Balai Penelitian Tanaman Serealia* (Vol. 73).
- Novianti, V., Indradewa, D., Maryani, & Rachmawati, D. 2020. Selection of local swamp rice cultivars from Kalimantan (Indonesia) tolerant to iron stress during vegetative stage. *Biodiversitas*, 21(12), 5650–5661.
- Nunilawati, H., Herlinda, S., Irsan, C., Pujiastuti, Y., Khodijah, K., & Meidelima, D. 2013. Uji Efikasi Bioinsektisida Jamur Entomopatogen Berformulasi Cair terhadap *Plutella xulostella* L. di Laboratorium. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 13(1), 52–60.
- Ogunfunmilayo, A. O., Kazeem, S. A., Idoko, J. E., Adebayo, R. A., Fayemi, E. Y., Adedibu, O. B., Oloyede-Kamiyo, Q. O., Nwogwugwu, J. O., Akinbode, O. A., Salihu, S., Offord, L. C., Buddie, A. G., & Ofuya, T. I. 2021. Occurrence of natural enemies of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Nigeria. *PLoS ONE*, 16(7 July), 1–9.
- Pandey, A. K., Burlakoti, R. R., Rathore, A., & Nair, R. M. 2020. Morphological and molecular characterization of *Macrophomina phaseolina* isolated from three legume crops and evaluation of mungbean genotypes for resistance to dry root rot. *Crop Protection*, 127, 104962.
- Parle, M., & Dhamija, I. 2013. Zea Maize: a Modern Craze. *International Research Journal of Pharmacy*, 4(6), 39–43.
- Perera, K. T. G. ., & Weerasinghe, T. . 2014. A Study on the Impacts of Corn cultivation (*Zea mays* (L .) Family – Poaceae) on the properties of Soil. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 4(7), 1–6.
- Ramayanti, I., Herlinda, S., Muslim, A., & Hasyim, H. 2022. First report of entomopathogenic fungi from South Sumatra (Indonesia): pathogenicity to egg , larvae , and adult of *Culex quinquefasciatus*. 23(11), 5695–5702.
- Ramle, M., & Norman, K. 2014. The use of palm kernel cake in the production of conidia and blastospores of *Metarhizium anisopliae* var. major for control of *Oryctes rhinoceros*. *Journal of Oil Palm Research*, 26(JUNE), 133–139.

- Ranum, P., Peña-Rosas, J. P., & Garcia-Casal, M. N. 2014. Global maize production, utilization, and consumption. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1312(1), 105–112.
- Russianzi, W., Anwar, R., & Triwidodo, H. 2021. Biostatistics of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* in maize plants in bogor, west java, indonesia. *Biodiversitas*, 22(6), 3463–3469.
- Russo, María L., Pelizza, S. A., Cabello, M. N., Stenglein, S. A., & Scorsetti, A. C. 2015. Endophytic colonisation of tobacco, corn, wheat and soybeans by the fungal entomopathogen *Beauveria bassiana* (Ascomycota, Hypocreales). *Biocontrol Science and Technology*, 25(4), 475–480.
- Russo, María Leticia, Scorsetti, A. C., Vianna, M. F., Cabello, M., Ferreri, N., & Pelizza, S. 2019. insects Endophytic Effects of *Beauveria bassiana* on. *Journal Insects*, 10, 1–9.
- 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).
- 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.
- Saif, F. A., Yaseen, S. A., Alameen, A. S., Mane, S. B., & Undre, P. B. 2020. Identification of *Penicillium* species of fruits using morphology and spectroscopic methods. *Journal of Physics: Conference Series*, 1644(1).
- Shit, N. 2019. Hydroponic Fodder Production: An Alternative Technology for Sustainable Livestock Production in India. *Exploratory Animal and Medical Research*, 9(2), 108–119.
- Shylesha, A. N., Jalali, S. K., Gupta, A., Varsheny, R., Venkatesa, T., Sheety, P., Ojha, R., Ganiger, P. C., Navik, O., Subaharan, K., Bakthavataslam, N., Ballal, C. 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.
- Shylesha, A. N., Jalali, S. K., Gupta, A., Varshney, R., Venkatesan, T., Shetty, P., Oja, R., Ganiger, P. C., Navik, O., Subharan, K., Bakthavatsalam, N., Ballal, C. R., & A., R. 2018. Studies on new invasive pest *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) and its natural enemies. *Journal of Biological Control*, 32(3), 145–151.
- Sibarani, E. M. 2018. Pengaruh Media dan Lama Simpan Terhadap Vigor dan Vialbilitas Benih Kakao. *Skripsi*, 44–48.
- Singh, D., Raina, T. K., & Singh, J. 2017. Entomopathogenic fungi: An effective biocontrol agent for management of insect populations naturally. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 9(6), 830–839.

- 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>
- Supartha, I. W., Susila, I. W., Sunari, A. A. A. S., Mahaputra, I. G. F., Yudha, I. K. W., & 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. *Biodiversitas*, 22(6), 3378–3389.
- Tall, S., & Meyling, N. V. 2018. Probiotics for Plants Growth Promotion by the Entomopathogenic Fungus *Beauveria bassiana* Depends on Nutrient Availability. *Microbial Ecology*, 76(4), 1002–1008.
- Thanthirige, P., Shanaka, R., Of, A., Contributing, F., Time, T. O., Of, O., Shehzad, A., & Keluarga, D. D. 2016. Endophytic *Beauveria bassiana*1 in *Zea mays*: Pathogenicity against Larvae of Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda*2 Denisse. *Southwestern Entomologist Scientific Note*, 41(August), 875–878.
- Trisyono, Y. A., Febry, V. E., Hartaman, M., & Jumari. 2019. Occurrence of Heavy Infestation by the Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda* , a New Alien Invasive Pest , in Corn in Lampung Indonesia. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 23(1), 156–160.
- Wan, J., Huang, C., Li, C. you, Zhou, H. xu, Ren, Y. lin, Li, Z. yuan, Xing, L. sheng, Zhang, B., Qiao, X., Liu, B., Liu, C. hui, Xi, Y., Liu, W. xue, Wang, W. kai, Qian, W. qiang, Mckirdy, S., & Wan, F. hao. 2021. Biology, invasion and management of the agricultural invader: Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Integrative Agriculture*, 20(3), 646–663.
- Yigezu, G., & Wakgari, M. 2020. Local and indigenous knowledge of farmers management practice against fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae): A review. ~ 765 ~ *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8(1), 765–770.
- Yilmaz, N., Visagie, C. M., Houbraken, J., Frisvad, J. C., & Samson, R. A. 2014. Polyphasic taxonomy of the genus *Talaromyces*. *Studies in Mycology*, 78(1), 175–341.