

SKRIPSI

**PATOGENESITAS JAMUR ENTOMOPATOGEN YANG
DIPERKAYA DENGAN EKSTRAK KOMPOS TERHADAP
LARVA *Spodoptera frugiperda* DAN POTENSINYA SEBAGAI
PEMACU PERTUMBUHAN BIBIT JAGUNG**

***PATHOGENECITY OF ENTOMOPATHOGENIC FUNGI WITH
COMPOST EXTRACT AGAINST *Spodoptera frugiperda*
LARVAE AND ITS POTENTIAL AS A GROWTH
PROMOTOTER OF MAIZE SEEDS***



**Hopi Zulmi Islami
05081181823014**

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

SUMMARY

HOPHI ZULMI ISLAMI. Pathogenicity of Entomopathogenic Fungi enriched with compost extract against *Spodoptera frugiperda* larvae and its potential as a growth promoter of corn seedlings (Supervised by CHANDRA IRSAN).

Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) is an important pest on maize that causes damage to maize crops in Indonesia. The loss caused by this pest is about a third of the corn harvest. This pest spreads rapidly in several locations in Indonesia. Control using endophytic fungi is more effective because the fungi are associated with plant tissues and can stimulate plant growth. This study aims to determine the level of pathogenicity of entomopathogenic fungi with compost extract inoculated through seeds and leaves.

This study was designed according to a factorial randomized block design with two factors, namely the isolate factor and the method of inoculation with isolate codes A, B, C, and D (control with EKKU) and replicated 3 times. The method used in this study, namely the test of fungal colonization on corn leaves and the potential test of entomopathogenic fungi with compost extract which was proven to be endophytic against *S. frugiperda* larvae. The variables observed in this study were conidia density, conidia viability, leaf area eaten, larval body weight, larval droppings weight, larval mortality, LT50, LT95, percentage of pupae appearing, normal and abnormal pupae, body length and wing span of imago, lifespan of imago, the number of eggs laid, the number of eggs hatched, the number of larvae that did not hatch, the effect of entomopathogenic fungi with compost extract on the growth of maize seedlings, and the effect of entomopathogenic fungi with compost extracts on the environment in hydroponic media.

The results showed that 3 isolates were proven to be endophytic, namely A, B, and C through seed inoculation and leaf inoculation. The highest percentage of endophytic fungal colonization was in isolates A and C, which was 53.33%. The results showed the highest spore density, the highest percentage of viability and the highest mortality rate were obtained from larvae treated with isolate C with a mortality percentage of 20.67% and the shortest LT50 and LT95 were 17.51 and 28.45 days and the lowest mortality was in the larvae inoculated with the fungal isolate code B, which was 14.00 % with LT50 and LT95 18.21 days and 29.16 days. The method of seed inoculation had a higher mortality of 17.00%, with LT50 and LT95 19.31 days and 27.51 days. Meanwhile, leaf inoculation had a mortality of 13.33% with LT50 and LT95 21.29 days and 29.98 days.

The lowest produced eggs and hatched eggs were obtained from the treatment of isolate D with an average number of eggs 93.50 eggs and larvae that appeared 79.83 eggs and the highest was in the control. The effect of entomopathogenic fungi with compost extract on the growth of maize seedlings after 7 days after planting and 14 days after planting had better growth and was significantly different from the control. The highest corn seedling growth was found in isolate C and the lowest was in control, while the method of inoculation that had higher growth of corn seedlings was by inoculation through seeds.

Keywords: inoculation method, endophytic fungus, *Spodoptera frugiperda*

RINGKASAN

HOPI ZULMI ISLAMI. Patogenesitas Jamur Entomopatogen yang diperkaya dengan ekstrak terhadap larva *Spodoptera frugiperda* kompos dan potensinya sebagai pemacu pertumbuhan bibit jagung (Dibimbing oleh **CHANDRA IRSAN**).

Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) merupakan hama penting pada tanaman jagung yang menyebabkan kerusakan pada tanaman jagung di Indonesia. Kerugian yang disebabkan hama ini sekitar sepertiga dari hasil panen jagung. Hama ini menyebar dengan cepat di beberapa lokasi di Indonesia. Pengendalian menggunakan jamur endofit lebih efektif karena jamur berasosiasi pada jaringan tanaman dan dapat memacu pertumbuhan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat patogenesitas jamur entomopatogen dengan ekstrak kompos yang diinokulasikan melalui benih dan daun.

Penelitian ini dirancang menurut Rancangan Acak Kelompok Faktorial dengan dua faktor, yaitu faktor isolat dan cara inokulasi dengan kode isolat A, B, C, dan D (kontrol dengan EKKU) dan ulangan sebanyak 3 kali. Metode yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu uji kolonisasi jamur di daun jagung dan uji potensi jamur entomopatogen dengan ekstrak kompos yang terbukti endofit terhadap larva *S. frugiperda*. Peubah yang diamati dalam penelitian ini, yaitu kerapatan konidia, viabilitas konidia, luas daun yang dimakan, berat badan larva, berat kotoran larva, mortalitas larva, LT_{50} , LT_{95} , persentase pupa muncul, pupa normal dan abnormal, panjang badan dan rentang sayap imago, umur hidup imago, jumlah telur yang diletakkan, jumlah telur yang menetas, jumlah larva tidak menetas, pengaruh jamur entomopatogen dengan ekstrak kompos terhadap pertumbuhan bibit jagung, dan pengaruh jamur entomopatogen dengan ekstrak kompos terhadap lingkungan pada media hidroponik.

Hasil penelitian diperoleh 3 isolat terbukti endofit, yaitu A, B, dan C melalui inokulasi benih dan inokulasi daun. Persentase kolonisasi jamur endofit tertinggi pada isolate A dan C, yaitu 53,33%. Hasil menunjukkan kerapatan spora tertinggi, persentase viabilitas tertinggi dan tingkat mortalitas tertinggi diperoleh dari larva yang diberi perlakuan isolate C dengan persentase mortalitas 20,67% dan LT_{50} dan LT_{95} tersingkat yaitu 17,51 dan 28,45 hari dan mortalitas terendah pada larva yang diinokulasikan isolat jamur kode B, yaitu 14,00% dengan LT_{50} dan LT_{95} 18,21 hari dan 29,16 hari. Cara inokulasi benih memiliki mortalitas yang lebih tinggi yaitu 17,00%, dengan LT_{50} dan LT_{95} 19,31 hari dan 27,51 hari. Sedangkan pada inokulasi daun memiliki mortalitas 13,33% dengan LT_{50} dan LT_{95} 21,29 hari dan 29,98 hari.

Telur yang dihasilkan dan telur menetas terendah diperoleh dari perlakuan isolat D dengan jumlah telur rata-rata 93,50 butir dan larva yang muncul 79,83 butir dan tertinggi pada kontrol. Pengaruh jamur entomopatogen dengan ekstrak kompos terhadap pertumbuhan bibit jagung setelah 7 hari setelah tanam dan 14 hari setelah tanam memiliki pertumbuhan yang lebih baik dan berbeda secara signifikan dengan kontrol. Pertumbuhan bibit jagung tertinggi terdapat pada isolat

C dan terendah pada kontrol, sedangkan cara inokulasi yang memiliki pertumbuhan bibit jagung lebih tinggi yaitu dengan inokulasi melalui benih.

Kata Kunci: cara inokulasi, jamur endofit, *Spodoptera frugiperda*

SKRIPSI

PATOGENESITAS JAMUR ENTOMOPATOGEN YANG DIPERKAYA DENGAN EKSTRAK KOMPOS TERHADAP LARVA *Spodoptera frugiperda* DAN POTENSINYA SEBAGAI PEMACU PERTUMBUHAN BIBIT JAGUNG

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



Hopi Zulmi Islami
05081181823014

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

2021
LEMBAR PENGESAHAN

**PATOGENESITAS JAMUR ENTOMOPATOGEN YANG
DIPERKAYA DENGAN EKSTRAK KOMPOS TERHADAP
LARVA *Spodoptera frugiperda* DAN POTENSINYA SEBAGAI
PEMACU PERTUMBUHAN BIBIT JAGUNG**

SKRIPSI

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

Oleh :

Hopi Zulmi Islami
05081181823014

Pembimbing



Dr. Ir. Ir. Chandra Irsan, M.Si.
NIP. 196502191989031004

Mengetahui,
Dekan Fakultas
Fakultas Pertanian Unsri



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

Skripsi dengan Judul "Patogenesitas jamur entomopatogen dengan ekstrak kompos terhadap larva *Spodoptera frugiperda* dan potensinya sebagai pemacu pertumbuhan bibit jagung" oleh Hopi Zulmi Islami telah dipertahankan di hadapan Komisi penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada Desember 2021 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

1. Dr. Ir. Chandra Irsan, M.Si.
NIP. 196502191989031004

Ketua



(.....)

2. Arsi, S.P., M.Si
NIP. 1671091710820007

Sekretaris



(.....)

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

Anggota




(.....)

ILMU ALAT SABBIDIAN

Ketua jurusan
Hama dan Penyakit Tumbuhan




Dr. Ir. Suparman SHK
NIP. 196001021985031019

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hopi Zulmi Islami

NIM : 05081181823014

Judul : Patogenesitas Jamur Entomopatogen yang diperkaya dengan Ekstrak Kompos terhadap larva *Spodoptera frugiperda* dan Potensinya Sebagai Pemacu Pertumbuhan Bibit Jagung.

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali 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, Desember 2021

Yang membuat pernyataan



Hopi Zulmi Islami

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 8 Juni 2001 di Kota Pagar Alam dan merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Elidin dan Ibu Fitriani. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 33 Pagar Alam. Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 2 Pagar Alam dan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 4 Pagar Alam, kemudian melanjutkan pendidikan di Universitas Sriwijaya, Fakultas Pertanian, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Program Studi Proteksi Tanaman melalui jalur SNMPTN. Di semester 2 penulis mendapatkan beasiswa pendidikan dari PT. Pupuk Sriwidjaja.

Selama menjadi mahasiswa di Universitas Sriwijaya, penulis aktif di berbagai kegiatan dan organisasi. Penulis tercatat sebagai anggota Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPRO) dan mendapat amanah sebagai kepala departemen Danus HIMAPRO 2019. Penulis juga tercatat sebagai anggota Penerima Manfaat beasiswa PT PUSRI (PM BERSERI) dan menjabat sebagai sekretaris departemen *Public Relation* 2019, anggota organisasi kedaerahan KMBP UNSRI, dan menjabat sebagai bendahara departemen KWU, dan anggota ATC UNSRI 2019. Penulis memiliki prestasi ditingkat nasional dibidang fotografi yaitu, juara 2 lomba fotografi nasional AVESPRO UNEJ 2020, juara 1 lomba fotografi nasional universitas Lambung Mangkurat 2020, Juara 1 lomba fotografi nasional JPTI IPB 2021 dan juara 1 lomba fotografi nasional PROTEKTAN2 UNAND. Selain itu, penulis juga aktif menjadi asisten praktikum pada matakuliah Dasar-dasar Pelindungan Tanaman, Entomologi dan Ekologi Serangga.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah subhana wata'ala yang telah memberikan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian dengan judul “Patogenesitas Jamur Entomopatogen yang diperkaya dengan ekstrak kompos terhadap larva *Spodoptera frugiperda* dan potensinya sebagai pemacu pertumbuhan bibit jagung” dengan lancar dan tanpa suatu hambatan yang berarti.

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

Ungkapan terima kasih juga penulis ucapkan kepada kedua orang tua penulis, Bapak Elidin dan Ibu Pitriani serta kedua adik penulis. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Bapak Arsi, S.P, M.Si, Bapak Dr. Suwandi, M.Agr, Mbak Dewi, tim entomologi (Yossi, Ajum, Chacha, Della, Fiza, Bella, Ipa, Fitra, Fairuz, Vivin, Titi, Ajeng, Acha, Lisa, Kak Winda, Kak Detya) angkatan 2018, 2019 dan 2020. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. .Penulis berharap skripsi ini dapat memberi manfaat dan referensi bagi pembaca. Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih.

Indralaya, Desember 2021

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	1
DAFTAR ISI.....	2
BAB. PENDAHULUAN	4
1.1. Latar Belakang	4
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Hipotesis Penelitian.....	6
1.5 . Manfaat Penelitian.....	6
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Taksonomi <i>Spodoptera frugiperda</i> J.E Smith (Lepidoptera:Noctuidae)	7
2.2. Bioekologi <i>Spodoptera frugiperda</i>	7
2.2.1 Telur	7
2.2.2 Larva.....	7
2.2.3 Pupa	8
2.2.4. Imago.....	9
2.3. Gejala Serangan <i>Spodoptera frugiperda</i>	10
2.4. Taksonomi Jagung (<i>Zea mays</i>).....	10
2.5. Spesies Jamur Endofit Entomopatogen.....	11
2.5.1. <i>Beauveria bassiana</i>	11
2.5.2. <i>Metarizium anisopliae</i>	11
2.5.3. <i>Cordyceps militaris</i>	11
2.5.4. <i>Aspergillus</i> sp.	12
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN.....	13
3.1. Tempat dan Waktu	13
3.2. Alat dan Bahan	13
3.3. Metode Penelitian.....	13
3.4. Prosedur Kerja	13
3.4.1. Sterilisasi Alat dan Bahan	13
3.4.2. Persiapan Serangga Uji (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	14
3.4.3. Persiapan Jamur Entomopatogen	14

3.4.4.	Pembuatan Media Cair	15
3.4.5.	Pembuatan Bioinsektisida	15
3.4.6.	Perhitungan Kerapatan Spora dan Viabilitas	16
3.4.7.	Persiapan Tanaman Jagung di Media Hidroponik Penyiraman	17
3.4.8.	Uji Pemacu Pertumbuhan Tanaman.....	18
3.4.9.	Uji Patogenitas Jamur Entomopatogen	19
3.4.10.	Konfirmasi dan Identifikasi Jamur yang Mengkolonisasi Daun ...	20
3.4.11.	Konfirmasi dan Identifikasi Jamur yang Mengkolonisasi Serangga	20
3.5.	Analisis Data	21
BAB 4	22	
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		22
4.1 Hasil.....		22
4.1.1. Kolonisasi Jamur Endofit		22
4.1.2. Kerapatan Konidia dan Viabilitas		23
4.1.3. Luas daun yang dimakan (LDD).....		24
4.1.4. Rata-rata Berat Larva		24
4.1.5. Rata-rata Berat Kotoran Larva.....		25
4.1.6. Mortalitas LT50 dan LT95 Larva <i>Spodoptera frugiperda</i>		26
4.1.7. Persentase Pupa Muncul.....		27
4.1.8 Berat dan Panjang Pupa <i>Spodoptera frugiperda</i>		28
4.1.9. Persentase Imago Muncul		29
4.1.10. Panjang Badan dan Rentang Sayap Imago <i>Spodoptera frugiperda</i>		30
4.1.11. Lama Hidup Imago, Jumlah Telur Yang Diletakkan, dan Jumlah Telur yang Menetas.....		31
4.1.12. Pengaruh Jamur Entomopatogen dengan Ekstrak Kompos terhadap Bibit Jagung pada Media Hidroponik		33
4.1.13. Karakteristik lingkungan media tanam bibit jagung hidroponik...		36
4.2. Pembahasan		37
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN		40
5.1. Kesimpulan.....		40

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jagung merupakan sumber pangan di dunia setelah beras dan gandum (Rosegrant *et al.*, 2014) dan daerah Asia memproduksi 32% jagung di dunia (Hruska, 2019). *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) memiliki banyak inang seperti sorgum, kedelai, millet dan gandum, tapi tanaman yang paling berpengaruh pada daerah Asia dan Afrika adalah Jagung (Hruska, 2019). *S. frugiperda*, berasal dari daerah tropis dan daerah subtropis Amerika (Baloch, Fan, Haseeb, & Zhang, 2020) yang merupakan hama pada tanaman jagung (*Zea mays*) hama ini menyebabkan kerusakan penting di daerah Amerika dan Argentina (Ayala, Navarro, & Virla, 2013). *S. frugiperda* adalah hama penting yang menyebar dengan sangat cepat dan menyebabkan kerugian sekitar sepertiga dari hasil panen jagung (De Groot *et al.*, 2020). Di daerah Afrika hama ini menyebabkan kerugian hingga 67% dan menyebabkan kerugian hasil hingga jutaan US\$ (Day *et al.*, 2017). Hama ini dengan cepat menyebar ke beberapa lokasi di Indonesia (Lestari *et al.*, 2020). Pada tahun 2019 dilaporkan *S. frugiperda* pada lahan tanaman jagung di daerah Sumatera dan Jawa Barat (Megasari & Khoiri, 2021). Hama ini juga dilaporkan masuk dan menyerang perkebunan jagung di daerah Pasaman Sumatera Barat di tahun yang sama (Lestari *et al.*, 2020).

S. frugiperda menyebabkan kerugian yang sangat besar pada tanaman jagung, sehingga perlu dikendalikan. Pengendalian hayati menggunakan jamur entomogen merupakan pengendalian secara alternative yang banyak digunakan untuk mengendalikan serangga hama (Akutse *et al.*, 2019). Jamur entomopatogen yang sudah diteliti dapat mengendalikan serangga hama antara lain: *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Hirsutella thompsonii*, *Paecilomyces fumosoroseus*, *Lecanicillium lecanii* dan *Spicaria sp* (Masyitah, Sitepu, & Safni, 2017).. Berdasarkan hasil penelitian (Herlinda *et al.*, 2020) jamur *Metharizium sp* bersifat

patogen

terhadap larva *S. frugiperda* yang menyebabkan kematian pada larva dan dapat menekan munculnya imago.

Pengendalian hama secara kontak dengan menggunakan jamur entomopatogen terbukti dapat mengendalikan larva *S. frugiperda* (Herlinda *et al.*, 2020). Namun pengendalian dengan secara kontak dianggap kurang efektif karena larva *S. frugiperda* yang bersembunyi di pelepah daun jagung dan hanya muncul kepermukaan pada pagi hari saat makan (Bentivenha, Baldin, Montezano, Hunt, & Paula-Moraes, 2017). Untuk mengendalikan *S. frugiperda* akan lebih efektif jika menggunakan jamur endofit karena jamur akan berasosiasi pada jaringan tanaman (Landa *et al.*, 2013). Jamur entomopatogen *B.bassiana* dapat tumbuh endofit pada tanaman jagung dengan cara disemprot di daun, inokulasi benih dan perendaman akar (Russo, Pelizza, Cabello, Stenglein, & Scorsetti, 2015). Untuk itu perlu dilakukannya penelitian untuk memperoleh informasi mengenai pemacu pertumbuhan bibit jagung pada media hidroponik yang diperkaya dengan ekstrak kompos yang kemudian dapat berfungsi sebagai agen pengendalian hayati larva *S. frugiperda*.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut;

1. Jamur entomopatogen dengan ekstrak kompos apa saja yang bersifat endofit pada jagung (*Zea mays*) melalui inokulasi benih dan daun
2. Bagaimana patogenesis jamur entomopatogen endofit yang ditambahkan ekstrak kompos terhadap larva *S. frugiperda* di tanaman jagung

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut;

1. Menentukan jamur entomopatogen dengan ekstrak kompos yang bersifat endofit melalui inokulasi benih dan jagung
2. Mengukur tingkat patogenesis jamur entomopatogen yang ditambahkan ekstrak kompos yang terbukti endofit pada bibit jagung terhadap *S. frugiperda*.

1.4. Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Diduga jamur entomopatogen dengan ekstrak kompos bersifat endofit dan dapat masuk ke dalam jaringan jagung melalui inokulasi benih dan daun
2. Diduga jamur entomopatogen yang ditambahkan ekstrak kompos yang terbukti endofit dapat berpotensi sebagai agen hayati pengendali *S. frugiperda*

1.5 . Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan pengetahuan tentang teknologi pemanfaatan jamur entomopatogen yang diperkaya ekstrak kompos yang dapat digunakan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman jagung dan agen pengendalian hayati larva *S. frugiperda*.

DAFTAR PUSTAKA

- 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. <https://doi.org/10.1111/jen.12634>
- Artikasari, W., Rosa, E., & Irawan, B. (2019). Isolasi dan Aplikasi Fungi Entomopatogen dari Larva Nyamuk *Aedes aegypti* L. *Jurnal Biologi Papua*, *11*(2), 87–93. <https://doi.org/10.31957/jbp.833>
- Ayala, O. R., Navarro, F., & Virla, E. G. (2013). Evaluation of the attack rates and level of damages by the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), affecting corn-crops in the northeast of Argentina. *Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias*, *45*(2), 1–12.
- Baloch, M. N., Fan, J., Haseeb, M., & Zhang, R. (2020). Mapping potential distribution of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Central Asia. *Insects*, *11*(3), 1–10. <https://doi.org/10.3390/insects11030172>
- Barra-Bucarei, L., González, M. G., Iglesias, A. F., Aguayo, G. S., Peñalosa, M. G., & Vera, P. V. (2020). *Beauveria bassiana* multifunction as an endophyte: Growth promotion and biologic control of trialeurodes vaporariorum, (westwood) (hemiptera: Aleyrodidae) in tomato. *Insects*, *11*(9), 1–15. <https://doi.org/10.3390/insects11090591>
- 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. <https://doi.org/10.1007/s10340-016-0802-3>
- Chapman, J. W., Williams, T., Martínez, A. M., Cisneros, J., Caballero, P., Cave, R. D., & Goulson, D. (2000). Does cannibalism in *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) reduce the risk of predation? *Behavioral Ecology and Sociobiology*, *48*(4), 321–327. <https://doi.org/10.1007/s002650000237>
- Day, R., Abrahams, P., Bateman, M., Beale, T., Clottey, V., Cock, M., ... Murphy, S. T. (2017). Fall armyworm: impacts and implications for Africa. Outlooks on pest management. *Outlooks on Pest Management*, *28*(5), 196–201. <https://doi.org/10.1564/v28>

- 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(July 2019). <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106804>
- Dias, A. S., Marucci, R. C., Mendes, S. M., Moreira, S. G., Araújo, O. G., Santos, C. A. dos, & Barbosa, T. A. (2016). Bioecology of *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1757) in different cover crops. *Bioscience Journal*, 337–345. <https://doi.org/10.14393/bj-v32n2a2016-29759>
- Fathullah1, Z. M. dan D. H. (2006). Virulensi Jamur Entomopatogen *Cordyceps militaris* Dari Berbagai Media Tumbuh Terhadap Larva *Tirathaba rufivena* Wlk. (Lepidoptera : Pyralidae) Virulence. *Electronic Publishing*, 26(3), 1–5.
- Fatonah, S., Asih, D., Mulyanti, D., & Iriani, D. (2013). Penentuan waktu pembukaan stomata pada gulma *Melastoma malabathricum* L. di Perkebunan Gambir Kampar, Riau. *Jurnal Biospecies*, 6(2), 15–22.
- Gargita, I. W. D., Sudiarta, I. P., & Wirya, G. N. A. S. (2017). Pemanfaatan Patogen Serangga (*Beauveria bassiana* Bals.) Untuk Mengendalikan Hama Penghisap Buah Kakao (*Helopeltis* Spp.) Di Desa Gadungan, Kecamatan Selemadeg Timur, Kabupaten Tabanan. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika (Journal of Tropical Agroecotechnology)*, 6(1), 11–20.
- Ginting, S., Nadrawati, N., Zarkani, A., & Sumarni, T. (2020). Natural Incidence of Entomopathogenic Fungus *Nomuraea rileyi* on *Spodoptera frugiperda* Infesting Corn in Bengkulu. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 20(2), 85–91. <https://doi.org/10.23960/j.hptt.22085-91>
- Ginting, Zarkani, A., Wibowo, R. H., & Sipriyadi. (2020). New Invasive Pest, *Spodoptera frugiperda* (J.E Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) Attacking Corn In Bengkulu, Indonesia. *Serangga*, 25(1), 105–117.
- 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. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165632>
- Guntoro, Nuraida, & Violita, Z. G. (2018). Efektivitas Bioinsektisida Jamur Entomopatogen *Aspergillus* sp Terhadap Mortalitas Larva Kumbang Tanduk (*Oryctes rhinoceros*) (Coleoptera : Scrabidae). *Jurnal Agro Estate*, 2(1), 50–55.
- 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. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210541>
- 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, ... Irmawati. (2021). Outbreaks of a new invasive pest , the fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in South Sumatra , Indonesia Outbreaks of a new invasive pest , the fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in South Sumatra , Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 0–8. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/912/1/012019>
- 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*, (xxxx). <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. <https://doi.org/10.1079/PAVSNR201914043>
- Jacobs, A., Van Vuuren, A., & Rong, I. H. (2018). Characterisation of the Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) from South Africa. *African Entomology*, 26(1), 45–49. <https://doi.org/10.4001/003.026.0045>
- Kalqutny, S. H., Nonci, N., & Muis, A. (2021). The incidence of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* J . E . Smith (FAW) (Lepidoptera : Pyralidae), a newly invasive corn pest in Indonesia The incidence of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* J . E . Smith (FAW) (Lepidoptera : Pyralidae), a newly. *The Electrochemical Society*, 911. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/911/1/012056>
- 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. <https://doi.org/10.1007/s11274-020-02823-4>

- Landa, B. B., López-Díaz, C., Jiménez-Fernández, D., Montes-Borrego, M., Muñoz-Ledesma, F. J., Ortiz-Urquiza, A., & Quesada-Moraga, E. (2013). In-plant detection and monitorization of endophytic colonization by a *Beauveria bassiana* strain using a new-developed nested and quantitative PCR-based assay and confocal laser scanning microscopy. *Journal of Invertebrate Pathology*, *114*(2), 128–138. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2013.06.007>
- Lestari, P., Budiarti, A., Fitriana, Y., Susilo, F., Swibawa, I. G., Sudarsono, H., ... Hartaman, M. (2020). Identification and genetic diversity of *Spodoptera frugiperda* in Lampung province, Indonesia. *Biodiversitas*, *21*(4), 1670–1677. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210448>
- Machado, B. B., Orue, J. P. M., Arruda, M. S., Santos, C. V., Sarath, D. S., Goncalves, W. N., ... Rodrigues-Jr, J. F. (2016). BioLeaf: A professional mobile application to measure foliar damage caused by insect herbivory. *Computers and Electronics in Agriculture*, *129*, 44–55. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2016.09.007>
- 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>
- Masyitah, I., Sitepu, S. F., & Safni, I. (2017). Potensi Jamur Entomopatogen untuk Mengendalikan Ulat Grayak *Spodoptera litura* F. pada Tanaman Tembakau In Vivo. *Вестник Росздравнадзора*, *4*(2337), 9–15.
- Megasari, D., & Khoiri, S. (2021). Tingkat Serangan Ulat Grayak *Spodoptera frugiperda* J.E Smith (Lepidoptera: Noctuidae) pada pertanaman jagung di Kabupaten Tuban, Jawa Timur, Indonesia. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, *14*(1), 100–103.
- Montezano, D. G., Specht, A., Sosa-Gómez, D. R., Roque-Specht, V. F., Sousa-Silva, J. C., Paula-Moraes, S. V., ... Hunt, T. E. (2018). Host plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas. *African Entomology*, *26*(2), 286–300. <https://doi.org/10.4001/003.026.0286>
- 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. <https://doi.org/10.13057/tropdrylands/t050104>
- Nelly, N., Hamid, H., Lina, E. C., & Yunisman. (2021). The use of several maize varieties by farmers and the infestation of *Spodoptera frugiperda* (Noctuidae:

- Lepidoptera). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 662(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/662/1/012020>
- 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. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d211210>
- Oladejo, J. A. A., & Adetunji. (2012). Economic analysis of maize (*Zea mays* L.) production in Oyo state of Nigeria. *Agricultural Science Research Journals*, 2(2), 77–83.
- Pantanella, E., Cardarelli, M., Colla, G., Rea, E., & Marcucci, A. (2012). Aquaponics vs. Hydroponics: Production and Quality of Lettuce Crop. *Acta Horticulturae*, 927, 887–894. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2012.927.109>
- Qi, W. Z., Liu, H. H., Liu, P., Dong, S. T., Zhao, B. Q., So, H. B., ... Zhao, B. (2012). Morphological and physiological characteristics of corn (*Zea mays* L.) roots from cultivars with different yield potentials. *European Journal of Agronomy*, 38(1), 54–63. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2011.12.003>
- Ramos, Y., Taibo, A. D., Jiménez, J. A., & Portal, O. (2020). Endophytic establishment of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in maize plants and its effect against *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30(1). <https://doi.org/10.1186/s41938-020-00223-2>
- Rosegrant, M. R., Ringler, C., Sulser, T. B., Ewing, M., Palazzo, A., & Zhu, T. (2014). Maize in the Developing World: Trends , Challenges , and Opportunities. *Proceeding International Maize Conference*, 5(4), 26–38.
- Russo, M. 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. <https://doi.org/10.1080/09583157.2014.982511>
- Sari, W., & Rosmeita, C. N. (2020). Identifikasi Morfologi Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* Dan *Metarhizium anisopliae* Asal Tanaman Padi Cianjur. *Pro-STek*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.35194/prs.v2i1.974>
- Sianturi, N., Pangestinarsih, Y., & Lubis, L. (2014). Uji Efektifitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals.) Dan *Metarhizium anisopliae* (Metch) Terhadap *Chilo sacchariphagus* Boj. (Lepidoptera : Pyralidae) Di

Laboratorium. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 2(4), 102143. <https://doi.org/10.32734/jaet.v2i4.8467>

Supriyadi, D., Pasaru, F., & Lakani, I. (2017). Efikasi Cendawan *Aspergillus* Sp. Terhadap Hama Penghisap Buah Kakao *Helopeltis* sp. (Hemiptera : Miridae) Pada Tanaman Kakao. *Jurnal Agrotekbis*, 5(3), 300–307.

Tarigan, A., Tobing, M., & Oemry, S. (2015). Pengaruh *Cordyceps militaris* Terhadap Mortalitas Rayap (*Coptotermes curvignathus* Holmgren) (Isoptera: Rhinotermitidae) Di Laboratorium. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 3(3), 105455. <https://doi.org/10.32734/jaet.v3i3.10971>

Trisyono, Y. A., Suputa, S., Aryuwandari, V. E. F., Hartaman, M., & Jumari, J. (2019). Occurrence of Heavy Infestation by the Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda*, a New Alien Invasive Pest, in Corn Lampung Indonesia. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 23(1), 156. <https://doi.org/10.22146/jpti.46455>

Zhao, X. H., Yu, H. Q., Wen, J., Wang, X. G., Du, Q., Wang, J., & Wang, Q. (2016). Response of root morphology, physiology and endogenous hormones in maize (*Zea mays* L.) to potassium deficiency. *Journal of Integrative Agriculture*, 15(4), 785–794. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(15\)61246-1](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(15)61246-1)

/

