

THE EFFECTIVENESS OF SECONDARY METABOLIC BIOINSECTICIDES OF METARHIZIUM MUSHROOMS ON CORN GROWER PESTS *Spodoptera frugiperda* J.E SMITH (Lepidoptera: Noctuidae).

Efektivitas Bioinsektisida Metabolit Sekunder Jamur *Metarhizium* Pada Hama Ulat *Grayak Jagung Spodoptera frugiperda* J.E Smith (Lepidoptera: Noctuidae)

Apri Silia M. Dampi¹, Jackson Watung², Sofia Wantasen²

¹)Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi, Manado, 95115, Indonesia

²)Staf Pengajar Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi, Jl. Kampus Unsrat Manado, 95515 Telp (0431) 846539

*Corresponding author:

17031108026@student.unsrat.ac.id

Abstract

This study aims to determine the effectiveness of the use of bioinsecticide secondary metabolites of the fungus *Metarhizium* on corn plants against *S. frugiperda* larvae. The results of the study are expected to provide benefits for farmers in controlling *S. frugiperda* pests with secondary metabolites of the fungus *Metarhizium* on corn plants. This research was conducted at the Laboratory of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, Sam Ratulangi University, Manado, North Sulawesi. The study lasted for 3 (three) months from February to April 2021. This study used a completely randomized design (CRD) with 4 treatments, namely MS0 (control), MS1 (secondary metabolite concentration 10 cc/1ltr), MS2 (secondary metabolite). The concentration of 20 cc/1ltr, MS3 (secondary metabolite concentration of 30 cc/1ltr), and repeated 5 times. The number of pests per jar is 1 with a total of 80 pests. The results showed that the most effective concentration of secondary metabolites of the fungus *Metarhizium* in killing *S. frugiperda* larvae was found at a concentration of 30cc/ltr of water with a mortality of 95%. Then followed by treatment with a concentration of 20cc/ltr of water with a mortality of 75% and a concentration of 10cc/ltr of water with 45%.

Keywords: Effectiveness, secondary metabolites *Metarhizium* of fungus, *S. frugiperda*, Manado.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas dari penggunaan bioinsektisida metabolit sekunder jamur *Metarhizium* pada tanaman jagung terhadap larva *S. frugiperda*. Hasil penelitian diharapkan dapat memberi manfaat bagi para petani dalam pengendalian hama *S. frugiperda* dengan metabolit sekunder jamur *Metarhizium* pada tanaman jagung. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi Manado Sulawesi Utara. Penelitian berlangsung selama 3 (tiga) bulan yakni sejak bulan Februari sampai dengan April 2021. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan yaitu MS0 (Kontrol), MS1 (Metabolit sekunder konsentrasi 10 cc/1ltr), MS2 (Metabolit sekunder konsentrasi 20 cc/1ltr), MS3 (Metabolit sekunder konsentrasi 30 cc/1ltr), dan diulang 5 kali. Jumlah hama per toples 1 ekor dengan jumlah hama seluruhnya 80 ekor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi metabolit sekunder jamur *Metarhizium* yang paling efektif membunuh larva *S. frugiperda* terdapat pada konsentrasi 30cc/ltr air dengan mortalitas sebesar 95%. Kemudian diikuti oleh perlakuan konsentrasi 20cc/ltr air dengan mortalitas sebesar 75% dan konsentrasi 10cc/ltr air sebesar 45%.

Kata Kunci : Efektivitas, metabolit sekunder jamur *Metarhizium*, *S. frugiperda*,

PENDAHULUAN

Tanaman jagung yang dalam bahasa ilmiahnya disebut *Zea mays*, adalah salah satu jenis tanaman biji- bijian yang menurut sejarahnya berasal dari Amerika.

Orang-orang Eropa yang datang ke Amerika membawa benih jagung tersebut ke negaranya. Melalui Eropa, tanaman jagung terus menyebar ke Asia dan Afrika. Baru sekitar abad ke-16 tanaman jagung

ini dibawa oleh bangsa Portugis ke Pakistan, Tiongkok, dan daerah-daerah lainnya di Asia termasuk Indonesia (Wirawan dan Wahab, 2007). Rendahnya produksi jagung disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya faktor fisik dan faktor biologis meliputi adanya serangan OPT yang menyerang tanaman jagung. Organisme pengganggu tanaman (OPT) adalah setiap organisme yang dapat mengganggu pertumbuhan dan atau perkembangan tanaman sehingga tanaman menjadi rusak, pertumbuhannya terhambat, dan atau mati. UU No. 12 tahun 1992 tentang Sistem Budidaya Tanaman menyatakan bahwa “Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) adalah “Semua Organisme yang dapat merusak, mengganggu kehidupan atau menyebabkan kematian tumbuhan” (Sembel, 2012).

Organisme pengganggu tanaman atau hama merupakan masalah di dalam budidaya jagung. Ulat grayak merupakan salah satu hama yang kerap mengganggu pertanian di Indonesia, termasuk pertanaman jagung. Saat ini ada jenis ulat grayak baru yang tengah mewabah di dunia yakni Fall Armyworm (FAW) atau *Spodoptera frugiperda*. Hama tersebut termasuk ke dalam Ordo Lepidoptera, Famili Noctuidae. *Spodoptera frugiperda* menyerang tanaman pangan seperti jagung, padi, dan gandum. *S. frugiperda* menyerang titik tumbuh tanaman yang dapat mengakibatkan kegagalan pembetukan pucuk/daun muda tanaman.

Larva memiliki kemampuan makan yang tinggi. Larva akan masuk ke dalam bagian tanaman dan aktif makan di sana, sehingga bila populasi masih sedikit akan sulit dideteksi. Imagonya merupakan penerbang yang kuat dan memiliki daya jelajah yang tinggi (Rwomushana, 2019).

Sejak pertama kali ditemukan di Sumatera Barat pada bulan Maret 2019 sampai bulan April 2020, serangan ulat grayak *Spodoptera frugiperda* pada jagung sudah menyebar di 32 provinsi yaitu Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Riau, Jambi, Bengkulu, Bangka Belitung, Palembang, Lampung, Banten, Jawa Barat, Jawa Tengah, Yogyakarta, Jawa Timur, Bali, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Kalimantan Barat, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Gorontalo, Sulawesi Tengah, Sulawesi Barat, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Maluku, Maluku Utara, Papua dan Papua Barat. Penyebaran ulat grayak yang sangat cepat dapat mengakibatkan beberapa faktor yaitu ngengat mempunyai kemampuan terbang yang jauh, terbawa melalui alat transportasi dan keadaan iklim yang sesuai (Willing, 2020). Pada negara asalnya di Amerika, *S. frugiperda* dapat berpindah sejauh 1700 km dari Texas ke Florida pada musim semi hingga musim gugur.

Pengendalian hama ini dapat dilakukan dengan pengendalian hayati dengan cara menggunakan musuh alami. Agen pengendali hayati hama ini terdiri dari predator yang memangsa hama, parasitoid yang tahap larvanya merupakan parasit serangga lain, parasit dan patogen seperti nematoda, cendawan, bakteri, virus yang dapat menyebabkan kematian. Pengendalian dapat juga dilakukan dengan cara menggunakan biopestisida. Istilah biopestisida berasal dari kata “bio” (bahasa Yunani yang berarti “kehidupan”) dan “pestisida” yang mencakup semua zat atau campuran zat yang dimaksudkan untuk menekan hama dan mencegah kerusakan. *Metarhizium sp.* adalah salah satu jamur patogen serangga yang dikenal sebagai jamur green muscardine karena mempunyai konidia (spora) berwarna hijau. Jamur *Metarhizium sp.* pertama kali diisolasi oleh Metschnikoff dari serangga hama yang menyerang tanaman gandum *Anisoplia*

austriaca pada tahun 1879 dan didentifikasi sebagai *Entomophthora anisopliae*, dan pada tahun 1888 jamur ini digunakan pertama kali dalam pengendalian hama secara hayati. Sejak saat itu eksplorasi isolat jamur *Metarhizium* sp. Semakin berkembang ke kelompok serangga lainnya, seperti Lepidoptera, Hemiptera, Diptera, Hymenoptera dan Coleoptera. Beberapa spesies *Metarhizium* sp. berhasil diidentifikasi dari berbagai hama kumbang Coleoptera (Indrayani, 2017).

Penggunaan Agensia Pengendali Hayati (APH) secara konvensional umumnya berupa formula padat, yang mempunyai beberapa hambatan dan kendala sementara kerugian yang ditimbulkan hama dan penyakit sangat besar sehingga diperlukan teknik pengendalian yang aman, murah dan mudah, maka salah satu cara untuk mengatasinya yaitu menggunakan metabolit sekunder. Umumnya metabolit sekunder APH berperan ganda, baik secara aditif maupun sinergis. Metabolit sekunder adalah senyawa organik yang tidak secara langsung terlibat dalam pertumbuhan, perkembangan dan reproduksi organisme secara normal. Metabolit sekunder umumnya dibentuk di akhir pertumbuhan yang berupa sisa-sisa metabolisme. Misalnya antibiotika, enzim, hormon dan toksin. Keberhasilan APH sangat tergantung dan ditentukan dengan seberapa banyak jumlah dan jenis metabolit sekunder yang dihasilkan (Soesanto, 2017).

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, bahwa salah satu penyebab terjadinya gangguan pertumbuhan tanaman jagung karena adanya serangan hama Spodoptera frugiperda sehingga perlu dilakukan penelitian tentang cara pengendalian menggunakan metabolit sekunder dari jamur *Metarhizium anisopliae*.

Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian ini untuk mengetahui efektifitas penggunaan bioinsektisida metabolit sekunder jamur *Metarhizium* terhadap larva *S. frugiperda*.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat mengetahui efektifitas dari metabolit sekunder jamur *Metarhizium* dalam mengendalikan *S. frugiperda* sehingga dapat di aplikasikan di l

METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan dalam waktu 3 bulan mulai dari bulan Februari- April 2021 di laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas SamRatulangi Manado.

2.2 Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan adalah larva *S. frugiperda*, *Metarhizium* sp., air cucian beras, air kelapa, gula, aquades dan lain-lain.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah toples, erlenmeyer, cawan petri, beacker glass, corong, gelas ukur, autoklaf, jarum ose, plastik, alat tulis, kamera, Whattman dan lain-lain.

2.3 Metode Penelitian

MS₀ = Kontrol

MS₁ = Metabolit sekunder *Metarhizium* konsentrasi 10cc /1 liter air

MS₂ = Metabolit sekunder *Metarhizium* konsentrasi 20cc /1 liter air

MS₃ = Metabolit sekunder *Metarhizium* konsentrasi 30cc /1 liter air

2.4 Prosedur Penelitian

2.4.1. Pembuatan Metabolit Sekunder

1. Untuk media biakan disiapkan air cucian beras 8 liter dan air kelapa 2 liter yang direbus sampai mendidih, lalu dimasukkan gula pasir 14 gram dan diaduk.
2. Disaring medium cair yang sudah jadi kemudian dimasukkan hasil saringan ke dalam beacker glass sebanyak

- ±300 ml dan ditutup.
- Medium cair didinginkan, setelah dingin larutan siap digunakan untuk perbanyak.
 - Disiapkan biang jamur *Metarhizium* sp. dengan kerapatan konidia 10^8 yang akan diperbanyak.
 - Kemudian, dimasukkan biang jamur *Metarhizium* sp. dengan kerapatan konidia 10^8 sebanyak 10 bor gabus ke dalam beacker glass yang mengandung medium cair dingin ±300 ml.
 - Medium cair yang sudah mengandung jamur *Metarhizium* sp. di shakerselama 8 jam per hari selama 14 hari. Metabolit sekunder akan siap diaplikasikan jika warna larutan pekat dan bau larutan seperti tape biasanya dibutuhkan waktu 14 sampai 21 hari.
 - Metabolit sekunder selanjutnya disaring dengan menggunakan kertas saring whattman ukuran 42.
 - Setelah disaring, metabolit sekunder kemudian ditambahkan aquades sesuai perlakuan dan siap digunakan.

2.4.2 Pengumpulan Larva Instar 3 *S. frugiperda*

Pengumpulan larva instar 3 dilakukan dengan cara diambil langsung di lapangan pada tanaman jagung yang masih berumur 3 minggu di perkebunan jagung dikota Tomohon, Sulawesi Utara.

3. Pemberian dan Pergantian Pakan Pakan yang digunakan adalah daun jagung yang masih muda dan

berukuran panjang 10 cm dan lebar 5 cm. Pergantian pakan dilakukan sebanyak 2 kali dalam 4 hari.

2.4.3 Aplikasi Metabolit Sekunder terhadap larva *S. frugiperda*

Pengaplikasian dilakukan dengan cara dicelupkan pakan atau daun jagung bersama larvanya agar efek racun kontak dan racun perutnya dapat berlaku bersama. Aplikasi dilakukan empat hari sekali selama 8 hari dan dilakukan pengamatan setiaphari.

2.5 Pengamatan

Pengamatan persentase mortalitas dilakukan setiap hari, dimulai dari satu hari setelah aplikasi. Persentase mortalitas dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$PK = \frac{\sum SM}{X 100 \sum SU}$$

menunjukkan pengaruh yang bervariasi diantara masing-masing konsentrasi 0 (kontrol), 10 cc/ltr air, 20 cc/ltr air dan 30 cc/ ltr air dilihat dari persentase mortalitas larva *Spodoptera frugiperda*, seperti yang diuraikan dalam Tabel 1.

Analisis Data

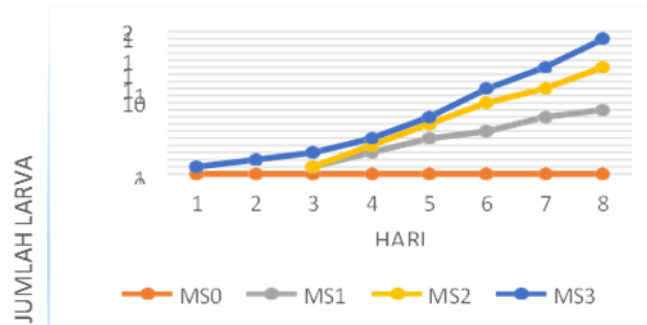
Data hasil penelitian dianalisis menggunakan analisis sidikragam. Dan jika perlakuan menunjukkan pengaruh yang nyata maka akan dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

Tabel 1. Persentase Mortalitas Larva *S. frugiperda* Dari Data Pengamatan 1-8 HSA.

	Pengamatan								Hasil
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Perlakuan	HSA	HSA	HSA	HSA	HSA	HSA	HSA	HSA	Persentase
MS_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
MS_1	0	0	1	2	2	1	2	1	45% ^c
MS_2	0	0	1	3	3	3	2	3	75% ^b
MS_3	1	1	1	2	3	4	3	4	95% ^a

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata

berdasarkan uji lanjut Beda Nyata Terkecil dengan tingkat kepercayaan 95%.



Gambar 1. Grafik Mortalitas S.frugiperda

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil penelitian dari ragam perlakuan konsentrasi berbahan aktif metabolit sekunder (metsek) jamur *Metarhizium* Data pada Tabel 1 dan grafik pada Gambar 1 menunjukkan bahwa perlakuan MS0 (kontrol) tidak terjadi kematian larva *S. frugiperda*, karena cairan aplikasi hanya berupa air yang tidak mengandung senyawa toksin yang dapat membunuh larva.

Berdasarkan perlakuan yang dilakukan untuk MS1 dan MS2 menunjukkan kematian larva terjadi secara bersamaan dimulai pada hari ke 3 setelah aplikasi. Perbedaan angka mortalitas larva berlangsung dari hari ke 4 sampai ke 8 dengan jumlah total persentase mortalitas masing-masing 45 % pada konsentrasi 10 cc (MS1) dan 75 % pada konsentrasi 20 cc (MS2). Kematian larva terjadi pada hari ke 3 karena racun jamur *Metarhizium* memerlukan waktu untuk proses toksifikasi pada larva *S. frugiperda*. Sedangkan pada perlakuan konsentrasi 30 cc (MS3) langsung mengalami kematian pada hari pertama aplikasi hal ini karena jumlah konsentrasi racun yang cukup untuk mematikan larva. Tampak bahwa semakin tinggi konsentrasi yang digunakan maka akan semakin efektif untuk mematikan larva *S. frugiperda*.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan

bahwa dari perbedaan konsentrasi aplikasi metabolit sekunder jamur *Metarhizium* berpengaruh nyata terhadap persentase mortalitas larva *S. frugiperda* (Tabel 1). Perlakuan konsentrasi 30cc metabolit sekunder jamur *Metarhizium* pada 1HSA-8HSA menghasilkan mortalitas yang tertinggi yaitu sebesar 95% dan masing-masing berbeda nyatadibandingkan dengan konsentrasi 20 cc yaitu 75 % dan 10 cc yaitu 45%. Adanya perbedaan presentase mortalitas antar perlakuan disebabkan karena ada perbedaan kandungan toksin dari perlakuan konsentrasi metabolit sekunder jamur *Metarhizium* terhadap larva *S. frugiperda*.

Berdasarkan hasil pengamatan pada berbagai konsentrasi dapat dilihat bahwa kematian larva *S. frugiperda* disebabkan karena secara bersamaan dimulai pada hari ke 3 setelah aplikasi. Perbedaan angka mortalitas larva berlangsung dari hari ke 4 sampai ke 8 dengan jumlah total persentase mortalitas masing-masing 45 % pada konsentrasi 10 cc (MS1) dan 75 % pada konsentrasi 20 cc (MS2). Kematian larva terjadi pada hari ke 3 karena racun jamur *Metarhizium* memerlukan waktu untuk proses toksifikasi pada larva *S. frugiperda*. Sedangkan pada perlakuan konsentrasi 30 cc (MS3) langsung mengalami kematian pada hari pertama aplikasi hal ini karena jumlah konsentrasi racun yang cukup untuk mematikan larva.

Tampak bahwa semakin tinggi konsentrasi yang digunakan maka akan semakin efektif untuk mematikan larva *S. frugiperda*.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa dari perbedaan konsentrasi aplikasi metabolit sekunder jamur *Metarhizium* berpengaruh nyata terhadap persentase mortalitas larva *S. frugiperda* (Tabel 1). Perlakuan konsentrasi 30cc metabolit sekunder jamur *Metarhizium* pada 1HSA- 8HSA menghasilkan mortalitas yang tertinggi yaitu sebesar 95% dan masing-masing berbeda nyata dibandingkan dengan konsentrasi 20 cc yaitu 75 % dan 10 cc yaitu 45%. Adanya perbedaan presentase mortalitas antar perlakuan disebabkan karena ada perbedaan kandungan toksin dari perlakuan konsentrasi metabolit sekunder jamur *Metarhizium* terhadap larva *S. frugiperda*.

Berdasarkan hasil pengamatan pada berbagai konsentrasi dapat dilihat bahwa kematian larva *S. frugiperda* disebabkan karena terganggunya sistem dalam tubuh larva. Metabolit sekunder yang mengandung enzim kitinase, lipase, dan protanase menguraikan kutikula serangga selain itu metabolit sekunder yang di celupkan ke pakan dan larva langsung masuk ke dalam tubuh larva, sesuai dengan pernyataan (Trizelia dkk., 2010) metabolit sekunder *Metarhizium* sp. menghasilkan toksin yang dapat merusak secara langsung fungsi utama tubuh terutama dalam pembentukan hormon, yaitu dalam pergantian dan pembentukan kulit. Hal ini terjadi karena semakin tinggi kadar racun yang ada di dalam tubuh suatu organisme, semakin sulit suatu organisme menghambat

atau menetralkan racun yang ada di dalam tubuhnya (Sunjaya, 1970).

Metabolit sekunder *Metarhizium* efektif dalam membunuh larva, dikarenakan virulensi jamur yang tinggi. Hal ini erat kaitannya dengan toksin yang dihasilkan, kemampuan metabolit sekunder jamur *Metarhizium* untuk menginfeksi dan melakukan penetrasi pada tubuh serangga lebih cepat menyebabkan kematian larva, juga karena pakan yang dimakan langsung oleh larva yang sudah lebih dulu mengandung metabolit sekunder sehingga menjadi racun yang mempengaruhi metabolisme tubuh larva. Hal ini didukung dengan pernyataan Prayogo et al., (2005) bahwa media tumbuh, tingkat virulensi, virulabilitas dan patogenitas jamur entomopatogen sangat menentukan keberhasilan cendawan dalam proses menginfeksi inang.

Gejala Kematian

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, tampak perubahan perilaku larva *S. frugiperda* setelah di aplikasi metabolit sekunder jamur *Metarhizium* yaitu menjadi berkurangnya nafsu makan, kurang aktif dan kemudian mati.

Berdasarkan pengamatan pada hari ketiga setelah kematian larva mulai tampak ditumbuhi oleh miselium jamur berwarna putih dan kemudian nantinya akan berubah warna menjadi kehijauan sesuai dengan ciri-ciri dari koloni jamur *Metarhizium* sp. Dengan demikian diketahui bahwa cairan metabolit sekunder tersebut selain utamanya mengandung senyawa toksin juga masih terkandung spora aktif jamur *Metarhizium* sp. sebagai ikutan.



Gambar 2. Larva *S.frugiperda* pada perlakuan MS1



Gambar 3. Larva *S.frugiperda* pada perlakuan MS2



Gambar 4. Larva *S.frugiperda* pada perlakuan MS3

Biopestisida yang mengandung mikroorganisme (bakteri, fungi, virus, dan protozoa) sebagai bahan aktif dan jamur yang berlaku sebagai pengendali serangga pada tanaman disebut bioinsektisida. Jamur *M. anisopliae* dapat menghasilkan metabolit sekunder seperti destruxin, yang mempunyai sifat insektisida pada serangga. Zat metabolit sekunder dari jamur inilah yang akan dimanfaatkan sebagai pengendali serangga hama (Suwahyono, 2010). Ini menunjukkan bahwa penggunaan metabolit sekunder jamur *Metarhizium* pada larva *S.frugiperda* mempunyai pengaruh yang besar, karena metabolit sekunder bersifat racun perut dan mempunyai potensi yang tinggi sebagai

salah satu biopestisida untuk mengendalikan *S. frugiperda*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Konsentrasi metabolit sekunder jamur *Metarhizium* yang paling efektif membunuh larva *S.frugiperda* terdapat pada konsentrasi 30cc/ltr air dengan mortalitas sebesar 95%. Kemudian diikuti oleh perlakuan konsentrasi 20cc/ltr air dengan mortalitas sebesar 75% dan konsentrasi 10cc/ltr air sebesar 45%. Hasil ini menunjukkan bahwa metabolit sekunder *Metarhizium* berpotensi sebagai salah satu biopestisida untuk mengendalikan *S. frugiperda*.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai penggunaan metabolit sekunder jamur *Metarhizium* dalam mengendalikan larva *S.frugiperda* di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2006. Jagung. Kanisius. Yogyakarta.
- Anonim Kantor Deputi Menegristek Bidang Pendayagunaan dan Pemasyarakatan Ilmu Pengetahuan.
- Anonim. 2019a. Community-Based Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda*) Monitoring, Early Warning and Management. Training of Trainers Manual, First Edition. 112 pp.
- Anonim. 2019b. Waspada Spodoptera frugiperda. http://perlindungan.ditjenbun.pertanian.go.id/web/page/title/319980/waspada-spodopterafrugiperda?post_type=informasi
- Alimin, Tulus. A, dan Nanda Y. 2018. Pembuatan Mikro Organisme Lokal dan Metabolik Sekunder Agen Pengendali Hayati, Direktorat perlindungan Ditjen Perkebunan. Jakarta
- Alexopoulos, C. dan C. Mims. 1996. Introductory Mycology, 4th ed. John Wiley & Sons, Inc, Canada.
- Capinera, J.L. 2017. Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). University of Florida.
- Endah, Joesi dan Zaenal Abidin. 2002. Membuat Tanaman Buah Kombinasi. AgroMedia Pustaka, Jakarta.
- Harahap I. S. 2018 Fall Armyworm on Corn a Threat to Food Security in Asia Pacific Region. Jawa Barat. Bogor.
- Indrayani, I. 2017. Potensi Jamur *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin untuk Pengendalian Secara Hayati Hama Uret Tebu *Lepidiodia stigma* (Coleoptera: Scarabaeidae). Jurnal Perspektif. 16 (1): 24 – 32. ISSN 1412- 8004.
- Montezano, D.G., Specht, A., Sosa-Gomez, 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. University of Nebraska-Lincoln.
- Nonci, N.; S.H Kalqutny.; H. Mirsam.; A. Muis.; M. Azrai.; M. Aqil. 2019. Pengenalan Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E.Smith) Hama baru pada tanaman jagung di Indonesia. Kementrian Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balai Penelitian Tanaman Serealia.
- Prayogo, Y. W. Tengkan, dan Marwoto. 2005. Prospek Cendawan Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* untuk Mengendalikan Ulat Grayak *Spodoptera litura* Pada Kedelai. Jurnal Litbang Pertanian. Vol. 24, No. 1, Hal.2023.
- Rahmat Rukmana. 1997. Usaha Tani Jagung. Penerbit Kanisius. Jogjakarta.
- Rwomushana I. 2019. Spodoptera frugiperda (Fall Armyworm). <https://www.cabi.org/ISC/fallarmyworm>.
- Rosmini dan Burhanuddin, N. 2013. Pemanfaatan Jamur Entomopatogen

- Beauveria bassiana Lokal Sulawesi Tengah untuk Pengendalian Spodoptera exigua dan Lyriomisa chinensis Hama Endemik pada Bawang Merah di Sulawesi Tengah. *J. Agroland*. 20 (1): 37 – 45. ISSN 0854 – 641X.
- Sembel, D. T., 2012. Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman. Fakultas Pertanian UNSRAT Manado. Diakses pada tanggal 18 Februari 2019.
- Soesanto, L. 2014. Metabolit Sekunder Agensia Pengendali Hayati: Terobosan Baru Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman Perkebunan Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.
- Soesanto, L. 2017. Pengantar Pestisida Hayati Adendum Metabolit Sekunder Agensia Hayati. Rajawali Pers. Jakarta.
- Sunjaya, I. 1970. Dasar-Dasar Ekologi Serangga. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Suprpto. 1999. Bertanam Jagung. Penebar Swadaya. Jakarta
- Suwahyono, U. 2010. Cara Membuat dan Petunjuk Penggunaan Biopestisida. PenebarSwadaya.Jakarta.
- Tampubolon, D.Y., Y. Pangestiniingsih, F. Zahra, dan F. Manik. 2013. Uji Patogenisitas Bacillus thuringiensis dan Metarhiziumanisopliae Terhadap Mortalitas Spodoptera litura Fabr (Lepidoptera:Noctuidae) Di Laboratorium. Jurnal online Agroekoteknologi. Vol.1, No. 3 Hal. 784791.
- Tumewan F. N, J.F. Watung. M. Lengkong, dan D.R. Kristiningtyas, 2020. KajianPengendalian Hama Penggerek Batang Cengkeh (Hexamitodera semivelutina Hell.) Menggunakan Metabolit Sekunder Jamur Metarhizium Dan Beauveria Dengan Metode Infus Akar. Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Trizelia, Syam, S dan Herawaty, Y. 2010. Virulensi Isolat Metarhizium sp yang Berasal dari Beberapa Rizosfer Tanaman Terhadap Crocidolomia pavonana Fabricus (Lepidoptera:Pyralidae). *Manggaro*. 10 (2): 51-56.
- Warisno. 2007. Budidaya Jagung Manis Hibrida. Kanisius. ogyakarta
- Wirawan G.N dan M.I.Wahab 2007.Teknologi BudidayaJagung.<http://www.pustakadeptan.go.id/agritech/jwtm01> 07. November 2020
- Willing. B. 2020. Penyebaran Hama Baru Pada Jagung (Spodoptera frugiperdaJ.E Smith) Dan strategi Pengendaliannya. [https://bbpopt.id/index.php/berita-lengkap/Nonci, N.; S.H Kalqutny.; H. Mirsam.; A. Muis.; M. Azrai.; M. Aqil. 2019. Pengenalan Fall Armyworm \(Spodoptera frugiperda J.E. Smith\) Hama baru pada tanaman jagung di indonesia. Kementrian Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balai Penelitian Tanaman Serealia](https://bbpopt.id/index.php/berita-lengkap/Nonci,N.;S.H.Kalqutny.;H.Mirsam.;A.Muis.;M.Azrai.;M.Aqil.2019.PengenalanFallArmyworm(SpodopterafrugiperdaJ.E.Smith)Hamabaru pada tanaman jagung di indonesia. Kementrian Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balai Penelitian Tanaman Serealia).