

## Pengaruh Jamur Entomopatogen Rhizosfer Pertanaman terhadap Mortalitas Serangga Umpan *Omphisa fuscidentalis* (Lepidoptera: Pyralidae) di Laboratorium

*Effect of Entomopathogenic Fungi from the rhizosphere of Plants on the mortality of  
Insect Bait Omphisa fuscidentalis (Lepidoptera: Pyralidae) in Laboratory*

**Haperidah Nunilahwati**<sup>1\*)</sup>, Yani Purwanti<sup>1</sup>, Laili Nisfuriah<sup>1</sup>, Frank Sinatra<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Palembang, Sumatera Selatan 30139

<sup>2</sup>PT. Bumi Andalas Permai, Palembang, Sumatera Selatan 30151

<sup>\*)</sup>Penulis untuk korespondensi: haperidah@unpal.ac.id

**Sitasi:** Nunilahwati H, Purwanti Y, Nisfuriah L, Sinatra F. 2019. Effect of entomopathogenic fungi from the rhizosphere of plants on the mortality of insect bait omphisa fuscidentalis (Lepidoptera: Pyralidae) in laboratory. In: Herlinda S et al. (Eds.), Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2019, Palembang 4-5 September 2019. pp. 246-253. Palembang: Unsri Press.

### ABSTRACT

Entomopathogenic fungi are organisms that live as insect parasites and are used in environmentally friendly biological control in an effort to reduce the use of synthetic insecticides. The purpose of this study was to determine the effect of plant rhizosphere entomopathogenic fungi on *O. fuscidentalis* insect bait mortality in the laboratory. The results of the study can provide information about *O. fuscidentalis* insect larvae which can be used as bait entomopathogenic fungi for insects. Soil samples used to trap entomopathogenic fungi were taken by purposive sampling from the long bean crop rhizosphere in the Ogan Komering Ilir Regency. Fungi that infect bait insects are cultured in PDA media, incubated for 7 days and then identified. Mortality of bait insect larvae was observed at intervals of 3 days namely 3, 6, 9, 12 and 15 days after larval infestation in soil samples. The results showed the highest average mortality was on observation day 9 of 56% and lowest 0% on observation day 3. Entomopathogenic fungi that infect larvae of *O. fuscidentalis* bait insects were *Beauveria bassiana* and *Metarhizium* sp. *O. fuscidentalis* insect larvae can be used as bait insects for entomopathogenic fungi from rhizosphere of plants in the laboratory.

Keywords: biological control, mortality, *Omphisa fuscidentalis*, rizosphere

### ABSTRAK

Jamur entomopatogen merupakan organisme yang hidup sebagai parasit serangga dan dimanfaatkan dalam pengendalian hayati yang bersifat ramah lingkungan dalam upaya mengurangi penggunaan insektisida sintetik. Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh jamur entomopatogen rizosfer pertanaman terhadap mortalitas umpan serangga *O. fuscidentalis* di laboratorium. Hasil penelitian dapat memberikan informasi mengenai larva serangga *O. fuscidentalis* yang dapat digunakan sebagai serangga umpan jamur entomopatogen tanah. Sampel tanah yang digunakan untuk memerangkap jamur entomopatogen diambil secara *purposive sampling* berasal dari rizosfer pertanaman kacang panjang di wilayah Kabupaten Ogan Komering Ilir. Jamur yang menginfeksi serangga umpan dibiakan dalam media PDA, diinkubasi selama 7 hari kemudian diidentifikasi. Mortalitas larva serangga umpan diamati dengan interval waktu 3 hari yaitu 3, 6, 9, 12 dan 15 hari setelah infestasi larva dalam sampel tanah. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata

Editor: Siti Herlinda et. al.

ISBN: 978-979-587-821-6

mortalitas tertinggi yaitu pada pengamatan hari ke 9 sebesar 56% dan terendah 0% pada pengamatan hari ke 3. Jamur entomopatogen yang menginfeksi larva serangga umpan *O. fuscidentalis* adalah *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium* sp. Larva serangga *O. fuscidentalis* dapat digunakan sebagai serangga umpan untuk jamur entomopatogen asal rizosfer pertanaman di laboratorium.

---

Kata kunci: mortalitas, *Omphisa fuscidentalis*, pengendalian hayati, rizosfer

## PENDAHULUAN

Jamur entomopatogen merupakan organisme heterotrof yang hidup sebagai parasit pada serangga (Permadi *et al.*, 2019) dan dimanfaatkan dalam pengendalian hayati hama tanaman sebagai upaya mengurangi penggunaan insektisida sintetik (Desyanti *et al.*, 2007; Tambingsila & Rudias, 2015) dan ramah lingkungan (Ardiyati *et al.*, 2015). Pemanfaatan agensia mikroba sebagai pengendali serangga hama secara hayati diakui sebagai cara yang tepat dan efektif dalam mengendalikan hama pertanian (Suwahyono & Wahyudi, 2008).

Mikroorganisme tanah yang berada disekitar perakaran tanaman (*Rizosfer*) memiliki peranan paling besar bagi pertumbuhan tanaman (Noerfitryani, 2018), menyimpan atau menyediakan jamur patogen terhadap serangga (Suciatmih *et al.*, 2015) diantaranya adalah jamur entomopatogen (Yuliana *et al.*, 2019). Jamur entomopatogen memiliki potensi yang besar sebagai agen pengendali populasi serangga hama (Sanjaya *et al.*, 2010). Hal ini karena jamur entomopatogen memiliki kisaran sifat-sifat biologi yang luas mulai dari sebagai parasit sejati hingga parasit patogen yang dapat hidup sebagai saprofit tanpa inang serangga menyebabkan beberapa spesies jamur entomopatogen sangat patogenik terhadap serangga (Soetopo & Indrayani, 2007).

Ulat bambu (*Omphisa fuscidentalis*) merupakan serangga penggerek bambu (*bamboo borer*) yang termasuk dalam ordo Lepidoptera. Serangga ini banyak terdapat di daerah kering sebelah utara Thailand, Laos dan Myanmar (Singtripop *et al.*, 2000). Menurut Yhoung-Aree & Viwatpanich (2005) yang dikutip oleh Seni (2017) bahwa ulat bambu (*O. fuscidentalis*) sebagai makanan yang populer dan sumber pendapatan di Thailand.

Eksplorasi dilakukan untuk pelestarian musuh alami supaya dapat dikembangkan, diperbanyak dan dimanfaatkan untuk pengendalian (Herdatiarni *et al.*, 2014). Tindakan eksplorasi dapat dilakukan dengan isolasi jamur entomopatogen yang ada di rizosfer pertanaman dengan cara pemancingan serangga (*insect bait method*) menggunakan ulat hongkong (*Tenebrio molitor*) (Nunilahwati *et al.*, 2012; Utami *et al.*, 2014), Rayap *Coptotermes* sp. dan ulat *Xystrocera festiva* Pascoe (Suciatmih *et al.*, 2015), dan pupa penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella*) (Yuliana *et al.*, 2019). Penggunaan larva *O. fuscidentalis* adalah salah satu alternatif umpan dalam memancing jamur entomopatogen tanah. Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh jamur entomopatogen rizosfer pertanaman terhadap mortalitas umpan serangga *O. fuscidentalis* di laboratorium. Hasil penelitian dapat memberikan informasi mengenai larva serangga *O. fuscidentalis* yang dapat digunakan sebagai serangga umpan jamur entomopatogen tanah.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Palembang dari bulan Februari sampai dengan Mei 2019. Penelitian menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 5 perlakuan dan 5 ulangan yaitu:

- P3 = mortalitas larva *O. fuscidentalis* hari ke 3  
P6 = mortalitas larva *O. fuscidentalis* hari ke 6  
P9 = mortalitas larva *O. fuscidentalis* hari ke 9  
P12 = mortalitas larva *O. fuscidentalis* hari ke 12  
P15 = mortalitas larva *O. fuscidentalis* hari ke 15

### Sampel Tanah

Tanah yang digunakan untuk memerangkap jamur entomopatogen diambil secara *purposive sampling*. Tanah diambil dari pertanaman kacang panjang di Kabupaten Ogan Komering Ilir (OKI). Tanah digali sedalam 5-10 cm didekat tanaman dan diambil sebanyak 1000 g. Kemudian dimasukkan kedalam kantong plastik diberi label berupa lokasi dan tanggal pengambilan sampel tanah.

### Serangga Umpan *O. Fuscidentalis*

Serangga umpan yang digunakan adalah larva *O. fuscidentalis* yang umum dipakai sebagai pakan burung atau umpan pancing. Larva diperoleh dari pedagang pakan burung di kawasan pasar 16 Ilir Palembang. Larva dipilih yang sehat dengan ukuran yang sama yaitu 1,5cm.

### Persiapan Sampel Tanah Serangga Umpan

Tanah diayak dengan ayakan 600 mesh dan dimasukkan kedalam wadah plastik berukuran 35x28x7 cm<sup>2</sup> dengan ketebalan 3 cm. Kedalam wadah plastik dimasukkan 10 ekor larva, lalu ditutupi dengan kain puring berwarna hitam dan diikat dengan karet. Pada kain penutup disemprot air setiap hari dengan menggunakan handsprayer.

### Isolasi dan Identifikasi

Isolasi dan identifikasi jamur entomopatogen dilakukan dengan metode perangkap serangga (*insect bait method*) menurut cara kerja Nunilahwati *et al.*, 2012 (dimodifikasi). Larva yang terinfeksi jamur permukaannya disterilkan dengan alkohol 70% selama 3 menit. Kemudian dibilas air steril sebanyak 3 kali dan dikering anginkan diatas kertas steril. Larva diletakan dalam cawan petri berukuran 9 cm berisi tissue lembab steril dan diinkubasi untuk merangsang pertumbuhan jamur. Jamur yang keluar dari tubuh serangga umpan diambil dengan jarum inokulasi, dibiakan pada media PDA (*Potatto Dextrose Agar*) lalu diinkubasi selama 7 hari pada suhu 23-25°C. Jamur diidentifikasi dengan buku identifikasi Barron (1972) dan Barnett & Hunter (1998).

### Mortalitas Serangga Umpan

Mortalitas larva serangga umpan diamati menurut Herlinda *et al.*, (2008) yang di modifikasi, dengan interval waktu pengamatan 3 hari yaitu 3, 6, 9, 12 dan 15 hari setelah infestasi larva dalam sampel tanah perlakuan. Mortalitas serangga umpan ditandai dengan tumbuhnya miselia jamur pada permukaan tubuh dan tidak bergerak. Persentase mortalitas larva serangga umpan dihitung menurut yang dilakukan oleh Wahyono & Tarigan (2007) yaitu:

$$\text{Persentase Mortalitas} = \frac{\text{Jumlah larva yang mati}}{\text{Jumlah larva yang diamati}} \times 100\%$$

## Analisis Data

Data mortalitas larva dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (*Analysis of Variance*). Apabila terdapat perbedaan diantara perlakuan maka dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf nyata 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Gejala Serangga Umpan yang Terinfeksi

Serangga umpan larva *O. fuscidentalis* yang terinfeksi jamur entomopatogen dari rizosfer pertanaman ditandai adanya miselia atau koloni konidia yang menutupi permukaan tubuh larva. Larva *O. fuscidentalis* pada hari ke 3 belum menunjukkan gejala terinfeksi jamur entomopatogen. Pada hari ke 6 sebagian larva sudah ada yang mati tetapi belum terlihat jelas akibat infeksi jamur. Koloni konidia terlihat pada permukaan tubuh larva pada hari ke 9.

### Mortalitas *O. fuscidentalis*

Hasil analisis sidik ragam persentase mortalitas larva *Omphisa fuscidentalis* di laboratorium pada taraf uji 5% menunjukkan berbeda nyata pada H3 yaitu pengamatan mortalitas larva pada hari ke 3. Mortalitas larva pada pengamatan H3 berbeda nyata dengan H6, H9, H12 dan H15, sedangkan pengamatan mortalitas pada H6, H9, H12 dan H15 tidak berbeda nyata. Mortalitas tertinggi ditemukan pada H9 yaitu pengamatan mortalitas pada hari ke 9 sebesar 56% dan terendah pada H3 sebesar 0%. Pengamatan mortalitas larva pada H6, H12 dan H15 masing-masing sebesar 52%, 48% dan 42% (Tabel 1).

Tabel 1. Rerata mortalitas larva *O. fuscidentalis* setiap waktu pengamatan pada sampel tanah perlakuan

Waktu Pengamatan Mortalitas/Hari	Rerata Mortalitas (%)
H3	0(0,71) <sub>a</sub>
H6	52(6,49) <sub>b</sub>
H9	56(6,77) <sub>b</sub>
H12	48(6,20) <sub>b</sub>
H15	42(5,62) <sub>b</sub>

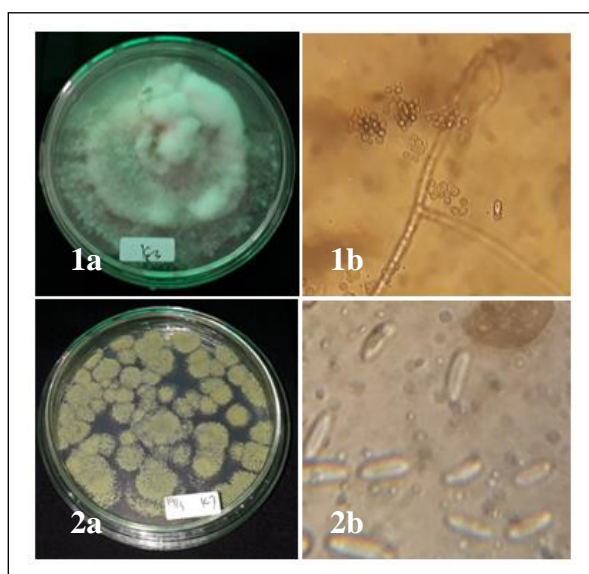
Keterangan: Angka didalam kurung adalah data di transformasi ke  $\sqrt{x+0,5}$ . Huruf yang sama pada kolom yang sama adalah tidak berbeda nyata (uji BNT,  $\alpha=0.05$ )

Larva yang terinfeksi ditandai dengan warna tubuh putih pucat, kaku sampai tidak adanya pergerakan sama sekali. Koloni konidia yang berwarna putih menutupi tubuh larva adalah jamur *B. bassiana* sedangkan warna hijau adalah *Metarhizium* sp (Herlinda *et al.*, 2008; Rosmiati, 2018). Pada awalnya pertumbuhan jamur entomopatogen terlihat disekitar permukaan tubuh bagian kepala atau ekor. Pertumbuhan jamur kemudian meluas keseluruhan permukaan tubuh larva (Gambar 1).

Pengamatan makroskopis dan mikroskopis jamur *B. bassiana* pada media PDA adalah miselia berwarna putih dan konidia berbentuk bulat hingga bulat telur (Barron, 1972; Barnett & Hunter, 1998; Abdo *et al.*, 2006; Shanmugam & Seethapathy, 2017) sedangkan *Metarhizium* sp bewarna hijau tua memiliki miselium bersekat, konidiofor bersekat dipenuhi oleh konidia dan konidia berbentuk bulat, silinder atau lonjong (Barron, 1972; Barnett & Hunter, 1998; Prayogo *et al.*, 2005; Rosmayuningsih *et al.*, 2014; Sepulveda *et al.*, 2016; Yunizar *et al.*, 2018) (Gambar 2).



Gambar 1. Pertumbuhan jamur entomopatogen pada serangga umpan *O. fuscidentalis*



Gambar 2. Bentuk makroskopis dan mikroskopis jamur entomopatogen 1a). *Beauveria bassiana* pada media PDA 1b). Konidiofor dan konidia *B. bassiana* 2a). *Metarhizium* sp pada media PDA 2b). Konidia *Metarhizium* sp

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jamur entomopatogen yang menginfeksi larva serangga umpan *O. fuscidentalis* adalah *B. bassiana* dan *Metarhizium* sp. Menurut Suciati *et al.*, (2012) keanekaragaman jamur yang berkaitan dengan serangga ada kecenderungan berbeda pada berbagai rizosfer tanaman dan pemberian umpan yang berbeda. Ditambahkan oleh Suciati *et al.*, (2015), tanah rizosfer tanaman sebagai tempat penyediaan jamur entomopatogen. Adapun jenis-jenis entomopatogen yang berada di sekitar rhizosfer diantaranya adalah *B. bassiana* (Soetopo & Indrayani, 2007; Herlinda, 2010), *Metarhizium anisopliae* (Lomer *et al.*, 2001; Ghanbary *et al.*, 2009). Hasil penelitian Asensio *et al.*, (2003) dengan menggunakan larva *G. mellonella* didapat dari 13 sampel tanah terdapat 21% dari tanah didapat *B. bassiana* (Bals.) Vuill, 6.4% sampel tanah, *Metarhizium anisopliae* (Metschn.) Sorok dan 4.8% *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) Gams (= *Verticillium lecanii* Zimm.) dengan 90% serangga terinfeksi *B. bassiana*. Selanjutnya Wahyono & Tarigan (2007) menyatakan bahwa konidia jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae* tahan terhadap pengaruh lingkungan yang ekstrim dan memiliki spektrum pengendalian yang luas.

Mortalitas larva *O. fuscidentalis* pada pengamatan hari ke 3 belum terlihat dan mortalitas larva baru terjadi pada hari ke 6 sebesar 52%. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Wahyono & Tarigan (2007) yang menunjukkan mortalitas larva *Xystrocera festiva* akibat aplikasi jamur entomopatogen terjadi pada hari ke 6 setelah aplikasi, dan hasil penelitian Permadi *et al.*, (2019) yang menggunakan larva *Tenebrio molitor* menunjukkan bahwa pada hari pertama sampai hari ke 5 pemancingan jamur tidak ditemukan larva yang mati. Kematian larva mulai ditemukan pada hari ke 6.

Mortalitas tertinggi pada hari ke 9 sebesar 56% dan pada pengamatan hari ke 12 dan 15 terjadi penurunan masing-masing sebesar 48% dan 42%. Peningkatan mortalitas dapat disebabkan oleh infeksi jamur dalam tanah dan jamur dari larva yang terinfeksi jamur. Kematian serangga inang diakibatkan oleh inokulum yang menempel pada permukaan tubuh akan berkecambah, membentuk tabung kecambah dan masuk kedalam tubuh secara mekanis atau kimiawi (Ikawati, 2016) didalam tubuh inang disertai dengan toksikasi oleh racun yang diproduksi oleh jamur entomopatogen (Anggarawati *et al.*, 2017). Setiap serangga terinfeksi jamur entomopatogen akan efektif menjadi sumber infeksi bagi serangga sehat di sekitarnya (Soetopo & Indrayani, 2007). Jamur entomopatogen dapat bertahan dalam tanah dalam bentuk *resting spore* selama beberapatahun dan dalam bentuk miselia atau konidia untuk beberapa bulan (Hasyim *et al.*, 2016).

## KESIMPULAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa jamur entomopatogen berpengaruh terhadap mortalitas larva serangga umpan *O. fuscidentalis* dengan mortalitas tertinggi terjadi pada pengamatan hari ke 9 sebesar 56% dan terendah 0% pada pengamatan hari ke3. Isolasi dan identifikasi jamur entomopatogen yang menginfeksi larva serangga umpan *O. fuscidentalis* adalah *B. bassiana* dan *Metarhizium* sp.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada rekan-rekan Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Palembang, LPPM Universitas Palembang dan semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdo C, Nemer N, Nemer G, Jawdah YA, Atamian H, Kawar NS. 2006. Isolation of *Beauveria* species from Lebanon and evaluation of its efficacy against the cedar web-spinning sawfly, *Cephalcia tannourinensis*. *BioControl*. (53):341-352. DOI 10.1007/s10526-006-9062-0.
- Anggarawati SH, Santoso T, Anwar R. 2017. Penggunaan cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin dan *Lecanicillium lecanii* (Zimm) Zare & Gams. untuk mengendalikan *Helopeltis antonii* Sign (Hemiptera: Miridae). *J. Silviculture Tropika*. 08(3):197-202.
- Ardiyati AT, Mudjiono G, Himawan T. 2015. Uji patogenisitas jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin pada jangkrik (*Gryllus* sp.) (Orthoptera: Gryllidae). *J. HPT*. 3(3):43-51.
- Asensio L, Carbonell T, Jimenez JAL, Llorca VL. 2003. Entomopathogenic fungi in soils from Alicante province. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 1(3):37-45.

- Barnett HL, Hunter BB. 1972. Illustrated Genere of Imperfect Fungi (Third Edition). Minnesota: Burgess Publishing Company.
- Barron GL. 1972. The Genera of Hyphomycetes from Soil. New York: Robert E. Krieger Publishing.
- Desyanti, Hadi YS, Yusuf S, Santoso T. 2007. Keefektifan beberapa species cendawan entomopatogen untuk mengendalikan rayap tanah *Coptotermes gestroi* WASMANN (Isoptera: Rhinotermitidae) dengan metode kontak dan umpan. *J. Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*. 5:68-77.
- Ghanbary MAT, Asgharzadeh A, Hadizadeh AR, Sharif MM. 2009. A quick method for *Metarhizium anisopliae* isolation from cultural soils. *Americ. J. Agric. Biol. Scien.* 4:152-155.
- Hasyim A, Setiawati W, Hudayya A, Luthfy. 2016. Sinergisme Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* Dengan Insektisida Kimia untuk Meningkatkan Mortalitas Ulat Bawang *Spodoptera exigua*. 26(2): 257-266.
- Herdatiarni F, Himawan T, Rachmawati R. 2014. Eksplorasi cendawan entomopatogen *Beauveria* sp menggunakan serangga umpan pada komoditas jagung, tomat dan wortel organic di Batu, Malang. *J. HPT*. 1(3): 1-11.
- Herlinda S, Hartono, Irsan C. 2008. Efikasi bioinsektisida formulasi cair berbahan aktif *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill dan *Metarhizium* sp. pada wereng punggung putih (*Sogatella furcifera* Horv.). *Prosiding Seminar Nasional dan Kongres PATPI 2008*. Palembang 14-16 Oktober 2008.
- Herlinda S. 2010. Spore density and viability of entomopathogenic fungal isolates from Indonesia, and their virulence against *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae). *Tropic. Life Scien. Res.* (21): 13-21.
- Ikawati B. 2016. *Beauveria bassiana* sebagai alternative hayati dalam pengendalian nyamuk. *J. Vektor Penyakit*. 10 (1): 19-24.
- Lomer CJ, Bateman RP, Johnson DL, Langewald J, Thomas M. 2001. Biological control of locusts and grasshoppers. *Annu. Rev. Entomol.* (46): 667-702.
- Noerfitryani. 2018. Inventarisasi jenis-jenis cendawan pada rhizosfer pertanaman padi. *J. Galung Tropika*. 7 (1): 11-21.
- Nunilahwati H, Herlinda S, Irsan C, Pujiastuti Y. 2012. Eksplorasi, isolasi dan seleksi jamur entomopatogen *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) pada pertanaman caisin (*Brassica chinensis*) di Sumatera Selatan. *J. HPT Tropika*. 12 (1): 1-11.
- Permadi MA, Lubis RA, Siregar IK. 2019. Studi keragaman cendawan entomopatogen dari berbagai rizosfer tanaman hortikultura di kota Padang sidimpuan. *EKSAKTA: Jurnal Penelitian dan Pembelajaran MIPA*. 4 (1): 1-9.
- Prayogo Y, Tengkan W, Marwoto. 2005. Prospek cendawan entomopatogen *Metarhizium anisopliae* untuk mengendalikan ulat grayak *Spodoptera litura* pada kedelai. *J. Litbang Pertanian*. 24 (1): 19-26.
- Rosmayuningsih A, Rahardjo BT, Rachmawati R. 2014. Patogenisitas jamur *Metarhizium anisopliae* terhadap hama kepinding tanah (*Stibaropus molginus*) (Hemiptera:Cydnidae) dari beberapa formulasi. *J. HPT*. 2 (2): 28-37.
- Rosmiati A, Hidayat C, Firmansyah E, Setiati Y. 2018. Potensi *Beauveria bassiana* sebagai agens hayati *Spodoptera litura* Fabr. pada tanaman kedelai. *J. Agrikultura*. 29(1): 43-47.
- Sanjaya Y, Nurhaeni H, Halima M. 2010. Isolasi, identifikasi, dan karakterisasi jamur entomopatogen dari larva *Spodoptera litura* (Fabricius). *Bionatura-Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik*. 12 (3): 136-141.

- Seni A. 2017. Edible insects: future prospects for dietary regimen. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 6 (8): 1302-1314.
- Sepulveda M, Vargas M, Gerding M, Ceballos R, Oyarzua P. 2016. Molecular, morphological and pathogenic characterization of six strains of *Metarhizium* spp. (Deuteromycotina: Hyphomycetes) for the control of *Aegorhinus superciliosus* (Coleoptera: Curculionidae). *Chilean J. Agricultural Research.* 76 (1): 77-83.
- Shanmugam V, Seethapathy P. 2017. Isolation and characterization of white muscardine fungi *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. A causative of mulberry silkworm. *J. Entomology and Zoology.* 5 (3): 512-515.
- Singtripop T, Wanichacheewa, Sakurai S. 2000. Juvenile hormone-mediated termination of larval diapause in the bamboo borer, *Omphisa fuscide*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology.* (30): 847-854.
- Soetopo D, Indrayani IGAA. 2007. Status teknologi dan prospek *Beauveria bassiana* untuk pengendalian serangga hama tanaman perkebunan yang ramah lingkungan. *Perspektif.* (6): 29-46.
- Suciatmih, Kartika T, Yusuf S. 2012. Isolasi jamur yang berkaitan dengan serangga dari rizosfir tanaman dan tanah gambut dengan umpan coleoptera dan rayap. *J. Tek. Ling. Edisi khusus Hari Lingkungan Hidup:* 107-115.
- Suciatmih, Kartika T, Yusuf S. 2015. Jamur entomopatogen dan aktivitas enzim ekstraselulernya. *Berita Biologi.* 14 (2): 131-142.
- Suwahyono U, Wahyudi P. 2008. Produksi dan formulasi bioinsektisida dari propagul aktif jamur *Beauveria bassiana*. *J. Tek. Ling.* (9): 85-91.
- Tambingsila M, Rudias. 2015. Isolasi dan identifikasi cendawan berguna asal Poso potensinya sebagai agens pengendali serangga hama. *J. AgroPet.* 12 (1): 23-30.
- Utami RS, Isnawati, Ambarwati R. 2014. Eksplorasi dan karakterisasi cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* dari Kabupaten Malang dan Magetan. *LenteraBio.* 3(1): 59-66.
- Wahyono TE, Tarigan N. 2007. Uji patogenisitas agen hayati *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* terhadap ulat serendang (*Xystrocera festiva*). *Bul. Teknik Pertanian.* 12(1): 27-29.
- Yuliana, Anshary A, Yunus M. 2019. Identifikasi cendawan entomopatogen dan mortalitas serangga umpan pada beberapa lapisan tanah dari perkebunan kakao (*Theobroma cacao* L.). *e-J. Agrotekbis.* 7(1): 140-148.
- Yunizar N, Rahmawati, Kustiati. 2018. Patogenitas isolat jamur entomopatogenik *Metarhizium anisopliae* terhadap lalat rumah *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). *Protobiont.* 7(3): 77-82.