



**SEMINAR NASIONAL PERLINDUNGAN TANAMAN (SNPT)**

Jurusan Perlindungan Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu

Bekerjasama dengan PEI-PFI Komda Bengkulu

Bengkulu, 26 Oktober 2024

Vol 2 Tahun 2024

P-ISSN : 2963-2560 E-ISSN : 2962-0503

**Patogenisitas *Beauveria Bassiana* (Balsamo) Vuillemin,  
*Metarhizium* spp dan Kombinasinya Terhadap Ulat Grayak  
(*Spodoptera litura* F.)**

**Pathogenicity of *Beauveria Bassiana* (Balsamo) Vuillemin,  
*Metarhizium* Spp and Their Combination Against Armyworms  
(*Spodoptera Litura* F.)**

Reza Oktika Sari<sup>1</sup>. Nadrawati<sup>2</sup>. Dwinardi Apriyanto<sup>3</sup>

Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu<sup>1,2,3</sup>  
Jalan WR. Supataman Kandang Limun, Bengkulu, Indonesia<sup>1,2,3</sup>

**Article Info**

**Article history:**

Received : November 2024

Accepted : Desember 2024

**Kata Kunci**

Keragaman, *Ganoderma* spp.,  
kelapa sawit

**ABSTRAK**

Ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) merupakan salah satu hama penting tanaman hortikultura, karena dapat menimbulkan kerusakan yang sangat besar. Pengendalian hama ini dapat dilakukan dengan menggunakan cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* dan cendawan *Metarhizium* spp. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi cendawan *B. bassiana* dan *Metarhizium* sp., dan kombinasinya yang efektif untuk mengendalikan ulat grayak. Penelitian dilakukan di Laboratorium Proteksi Tanaman Universitas Bengkulu pada bulan Oktober-Desember 2023. Perlakuan yang digunakan yaitu Bb 1, Bb 2, Ma 1, Ma 2, B b1+Ma 1, Bb 2 +Ma 1, Bb 1 + Ma 2 dan Bb 2 +Ma 2. Mortalitas larva tertinggi ditunjukkan oleh isolat Bb 1, yaitu sebesar 53,33%, hasil terendah ditunjukkan oleh kombinasi Bb 1 + Ma 2, yaitu sebesar 6,67%, sedangkan perlakuan lainnya hasil yang berbeda tidak nyata dengan mortalitas 13,33- 33,33%. Percobaan yang dilakukan tidak menunjukkan penurunan kemampuan makan yang signifikan. Meskipun ada larva yang tidak mati, akan tetapi lebih banyak berkembang menjadi imago cacat. Isolat Bb 1 menghasilkan jumlah imago paling sedikit, yaitu sebesar 40% akan tetapi berbeda tidak nyata dengan jumlah imagi dari perlakuan lainnya. Imago cacat yang menunjukkan hasil berbeda nyata dengan perlakuan lainnya yaitu Ma 2 (53,33%) dan kombinasi Bb 2 + Ma 1 (40%), sedangkan perlakuan lainnya menunjukkan hasil yang berbeda tidak nyata dengan persentase imago cacat 16,67- 33,33%. Perlakuan Bb 1 menunjukkan hasil terbaik karena memberikan mortalitas tertinggi dan imago yang paling sedikit. Selain itu, perlakuan Bb 2 + Ma 1 menjadi kombinasi terbaik karena mampu menyebabkan persentase imago cacat yang tinggi yaitu 40% meskipun mortalitas pada larva hanya 26,67%..

**ABSTRACT**

**Keywords:**

Diversity, *Ganoderma* spp., palm oil

Armyworm (*Spodoptera litura* F.) is one of the important pests of horticultural crops, because it can cause enormous damage. Control of this pest can be done by using the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* and the fungus *Metarhizium* spp. This study aims to obtain the concentration of the fungus *B. bassiana* and *Metarhizium* sp., and their combinations that are effective for controlling armyworms. The research was conducted at the Bengkulu University Plant Protection Laboratory in October-December 2023. The treatments used were Bb 1, Bb 2, Ma 1, Ma 2, Bb1+Ma 1, Bb 2 +Ma 1, Bb 1 + Ma 2 and Bb 2 +Ma 2. The highest larval mortality was shown by isolate Bb 1, which amounted to 53.33%, the lowest result was shown by the combination of Bb 1 + Ma 2, which amounted to 6.67%, while the other treatments had significantly different results with mortality of 13.33-33.33%. The experiment did not show a significant decrease in feeding ability. Although some larvae did not die, more developed into deformed imago. Isolate Bb 1 produced the least number of imago, which amounted to 40% but was not significantly different from the number of imagi from other treatments. Defective imago that showed significantly different results from other treatments were Ma 2 (53.33%) and the combination of Bb 2 + Ma 1 (40%), while other treatments showed results that were not significantly different with a percentage of defective imago of 16.67-33.33%. The Bb 1 treatment showed the best results because it gave the highest mortality and the least number of imago. In addition, the Bb 2 + Ma 1 treatment was the best combination because it was able to cause a high percentage of deformed imago at 40% even though mortality in larvae was only 26.67%..

**\*Corresponding Author:**

**Reza Oktika Sari**

Program Studi Proteksi Tanaman, Jurusan Perlindungan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu

Email: [rezaoktikasari2@gmail.com](mailto:rezaoktikasari2@gmail.com)

**1. PENDAHULUAN**

Ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) merupakan salah satu jenis hama penting yang sering dilaporkan menyerang tanaman pangan dan sayuran. Permana (2016) menyebutkan bahwa hama ini menimbulkan kerusakan pada tanaman padi, jagung, kedelai, kacang tanah, kubis, ubi jalar, dan kentang. Kehilangan hasil akibat serangan hama tersebut dapat mencapai 80% pada tanaman sawi, bahkan dapat menyebabkan tanaman puso jika tidak dikendalikan.

Larva *S. litura* memakan daun tanaman yang menyebabkan daun menjadi berlubang. Larva instar 1- 2 memakan mesofil daun dan meninggalkan epidermis daun, dan larva instar 3-5 memakan seluruh bagian helai daun muda sehingga hanya tinggal tulang daun saja (Nugroho, 2013). Pada tanaman kedelai *S. litura* menyerang pada vase vegetatif dan generatif. Kerusakan dapat mencapai 60 - 100% (Fateha *et al.*, 2020), dan 10 - 40% (Sundar *et al.*, 2018). Hasil penelitian Fattah (2016), menunjukkan kerusakan yang diakibatkan oleh serangan *S. litura* pada tanaman kedelai varietas Grobogan sebesar 8,61%, Mahameru 17,26%, Gepak Ijo 10,19%, Detam - 19,87%, Mutiara 18,26%, Tidar 2,34% dan pada varietas Wilis 15,45%. Kerusakan yang disebabkan serangan *S. litura* pada tanaman cabai dapat mencapai 40-50% (Vijayalakshmi *et al.*, 2016) dan pada tanaman kubis 25,8 - 100% (Sahu *et al.*, 2020).

Insektisida juga dapat menyebabkan resurgensi hama, misalnya Gao, *et al.* (2023) menyatakan wereng batang coklat yang diaplikasi insektisida berbahan aktif ebamectin benzoate. Perubahan gen terjadi pada hormon juvenil yang mempengaruhi alat reproduksi serangga betina sehingga meningkatkan fekunditas. Dampak negatif akibat penggunaan insektisida kimia tersebut, maka diperlukan alternatif pengendalian yang lebih

ramah lingkungan. Pemanfaatan entomopatogen merupakan salah satu pengendalian yang berwawasan lingkungan. *Metarhizium anisopliae* merupakan cendawan entomopatogen yang berpotensi untuk mematikan serangga hama (Murad *et al.*, 2006) dan *Beauveria bassiana* mempunyai prospek dalam pengendalian hama dan bersifat ramah lingkungan (Jauharlina, 2008). *Beauveria bassiana* mampu menginfeksi serangga Ordo Homoptera, Hemiptera, Orthoptera, Coleoptera, Lepidoptera, Diptera, Isoptera, dan Hymenoptera serta tidak menyebabkan resistensi pada serangga sasaran (Prayogo, 2013). Penelitian yang dilakukan oleh Tafoya *et al.* (2004), menunjukkan aplikasi *B. bassiana* efektif mematikan imago kumbang *Metamasius spinolae* (Coleoptera: Curculionidae) pada tanaman kaktus sebesar 82%. Hasil penelitian Clifton *et al.*, (2020), aplikasi tunggal *B. bassiana* mengurangi kepadatan nimfa *Lycorma delicatula* instar keempat sebesar 48% setelah 14 hari setelah aplikasi. Selanjutnya Clifton *et al.*, (2019) menyatakan *B. bassiana* menyebabkan kematian *Nezara viridula* sebesar 66,67 %.

Arum (2022) melaporkan bahwa penggunaan formulasi tepung cendawan *B. bassiana* dan *M. anisopliae* dengan tingkat kerapatan spora  $10^8 \text{ ml}^{-1}$  menghasilkan mortalitas larva *Spodoptera frugiperda* masing-masing 96,67% dan 93,33%. Sihombing *et al.* (2014) menyatakan bahwa perlakuan suspensi *Metarhizium* sp. 75 g/l dapat mematikan 100% larva *Orytes rhinoceros* 18 hari setelah aplikasi. Selanjutnya Bintang *et al.* (2015), menyatakan bahwa beberapa isolat *Metarhizium* spp. menyebabkan mortalitas larva *O. rhinoceros* dengan kisaran 6,6% sampai 100%.

Kombinasi cendawan *M. anisopliae* dan *B. bassiana* dengan kerapatan konidia  $10^8$  per ml efektif menurunkan intensitas serangan ulat grayak pada daun kedelai hingga 34,74% (Humairoh, 2013). Dwiastuti *et al.* (2007) juga melaporkan bahwa mortalitas *Diaphorina citri* yang diaplikasi *B. bassiana* dan *M. anisopliae* mencapai 43,35%. Daya kecambah konidia entomopatogen *B. bassiana* yang dikombinasikan dengan *M. anisopliae* meningkat dibanding dengan daya kecambah cendawan *B. bassiana* dan *M. anisopliae* secara tunggal. Hal ini menunjukkan terdapat hubungan yang saling menguntungkan antara *B. bassiana* dan *M. anisopliae* jika dikombinasikan (Dwiastuti *et al.*, 2007).

Pada saat ini petani sangat tergantung pada penggunaan insektisida kimia untuk mengendalikan *S. litura*. Kecenderungan tersebut tidak sejalan dengan konsep pertanian berkelanjutan. Alternatif yang lebih ramah lingkungan perlu didahulukan dan pengendalian hama dilakukan dengan mengedepankan konsep pengelolaan hama terpadu yang lebih mengutamakan pemanfaatan sumber daya lokal. Salah satu pengendalian mengendalikan hama yang perlu dikedepankan adalah pengendalian hayati, misalnya menggunakan entomopatogen. *B. bassiana* dan *Metarhizium* spp. merupakan entomopatogen yang sudah banyak diteliti dan berpotensi untuk mengendalikan hama. Beberapa penelitian menunjukkan isolat lokal mampu membunuh serangga hama. Oleh karena itu pengujian isolat lokal perlu dilakukan terhadap *S. litura* yang juga sering menjadi masalah pada tanaman budidaya di Bengkulu. penelitian ini untuk mempelajari patogenesitas *B. bassiana* dan *Metarhizium* spp isolat lokal Bengkulu, dan kombinasinya terhadap larva *S. litura* di laboratorium.

## 2. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dari bulan Oktober - Desember 2023 di Laboratorium Proteksi Tanaman. Larva *S. litura* dikoleksi dari pertanaman ketimun milik petani di Desa Pekik Nyaring, Kecamatan Pondok Kelapa, kabupaten Bengkulu Tengah.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 9 perlakuan dan 3 ulangan. Masing-masing ulangan menggunakan 10 ekor larva instar 2. Konsentrasi konidia yang digunakan adalah  $10^9/\text{ml}$ . adapun perlakuannya adalah:

Kontrol : (Tanpa Perlakuan)

Bb 1 : *B. bassiana* dari penggerek buah kopi daerah Batu Roto (Kabupaten Bengkulu utara).

Bb 2 : *B. bassiana* dari tanah sekitar perakaran kebun kopi Daerah Tangsi Duren (Kabupaten Kepahiang).

Ma 1 : *Metarhizium* spp. dari tanah sekitar perakaran kebun kopi daerah Punguk Beriang (Kabupaten kepahiang).

Ma 2 : *Metarhizium* spp. dari tanah sekitar perakaran kebun kopi daerah Rimbo Pagadang (Kabupaten Lebong).

Bb 1 + Ma 1

Bb 1 + Ma 2

Bb 2 + Ma 1

Bb 2 + Ma 2

### 1. Perbanyak Cendawan Entomopatogen

Isolat *B. bassiana* dan *Metarhizium* sp. yang digunakan adalah koleksi Laboratorium Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu yang diperoleh dari Desa Batu Roto dari serangga pengerek buah kopi tanaman kopi, daerah Tangsi Duren dari tanah tanaman kopi, daerah Pungguk Beriang dari tanah tanaman kopi dan daerah Rimbo Pagadang dari tanah tanaman kopi, Isolat tersebut tersimpan di dalam tabung reaksi dan ditumbuhkan pada media *potato dextrose agar* (PDA).

Pembuatan PDA sebagai media kultur menggunakan 200 g kentang + 1 l akuades dan dipanaskan sampai mendidih. Media kentang disaring dan ekstrak yang dihasilkan ditambahkan 20 g dextrose, 20 g agar, dan 250 mg *kloramfenikol*, diaduk hingga homogen dan dipanaskan kembali sampai mendidih. Media yang sudah jadi dimasukkan kedalam *erlenmeyer* 250 ml dan ditutup rapat menggunakan kapas dan aluminium foil. Media disterilkan di dalam autoklaf pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm selama 30 menit. Media PDA yang sudah steril dituangkan cawan petri di dalam *laminar air flow* (LAF) dan siap digunakan untuk pembiakan cendawan *B. bassiana* dan *Metarhizium*.

Isolat *B. bassiana* dan *Metarhizium* sp. dari stok Laboratorium Proteksi Tanaman ditumbuhkan pada media PDA dengan menggunakan metode kuadran gores. Isolasi dilakukan di Laboratorium Agens Hayati Proteksi Tanaman. Cendawan diinkubasi selama 14 hari. Kemudian diinokulasikan pada media beras. Media beras akan digunakan sebagai media perbanyakan dicuci terlebih dahulu sampai bersih dan direndam dalam baskom selama 12 jam. Beras yang sudah direndam kemudian dicuci kembali untuk menghilangkan bau rendaman, ditiriskan, dan dikering anginkan. Beras yang sudah siap dimasukkan ke dalam kantong plastik dengan jumlah masing-masing 50 g per kantong dan disterilkan di dalam Autoklaf dengan suhu 121°C selama 30 menit. Media yang sudah steril dapat diinokulasi konidia cendawan *B. bassiana* dan *Metarhizium* sp. yang dilakukan di dalam Laminar Air Flow (LAF) dan diinkubasikan selama 3 minggu.

### 2. Aplikasi Konidia *B. bassiana* dan *Metarhizium* spp pada *S. litura*

Aplikasi cendawan entomopatogen dilakukan dengan cara mencelupkan larva uji ke dalam 5 ml suspensi konidia sesuai dengan perlakuan selama 5 detik dan dikering anginkan. Larva yang sudah diaplikasi kemudian dimasukkan ke dalam *cup* plastik volume 200 ml dengan jumlah 1 larva setiap *cup* yang ditutup dengan tutup berventilasi. Larva diberi pakan daun jarak dan diganti setiap hari dengan yang segar sampai larva berubah menjadi pupa. Larva uji penelitian ditata di atas meja percobaan dan diamati setiap hari dan mencatat jumlah yang mati dan menunjukkan gejala mikosis, jumlah yang berkembang menjadi pupa dan dewasa. Perlakuan kombinasi isolate yang digunakan diambil dari suspensi *B. bassiana* dengan *Metarhizium* spp masing-masing dengan kerapatan yang sama sebanyak 50 ml yang dicampur hingga merata.

Variabel yang diamati yaitu mortalitas larva, pupa dan imago; pupa dan imago yang cacat, waktu kematian larva, dan kapasitas makan larva.

#### a. Mortalitas larva uji

*Spodoptera litura* yang mati terinfeksi *B. bassiana* dan *Metarhizium* spp diambil dan dipindahkan ke dalam wadah lain sampai muncul miselia pada permukaan kutikula ulat (terjadi mikosis) dan diamati setiap hari sampai 10 hari setelah inokulasi (HSI). Mortalitas dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Persentase pupa dan imago cacat diamati setiap hari dengan menggunakan rumus:}$$

$$\frac{\text{Jumlah } S. \text{ litura yang mati terinfeksi}}{\text{Jumlah } S. \text{ Litura yang di perlakuka}} \times 100\%$$

$$Pp = \frac{a}{bp} \times 100\%$$

$$Pi = \frac{c}{bp} \times 100\%$$

Pp ≡ Persentase pupa cacat

Pi = Persentase imago cacat

a = Jumlah pupa yang cacat

bp = Jumlah larva per ulangan

c = Jumlah imago yang cacat

- b. Waktu kematian *S. litura* terinfeksi cendawan entomopatogen *B. bassiana* dan *Metarhizium* spp. Waktu kematian diamati setiap hari sampai 10 (HSI). Perhitungan rerata waktu kematian dihitung dengan metode sebagai berikut:

$$\text{Rerata waktu kematian} = \frac{X_1 Y_1 + X_2 Y_2 + X_n Y_n}{\text{Total larva mati terinfeksi entomopatogen}}$$

X = jumlah kematian larva yang terinfeksi terjadi pada hari tertentu

Y = jumlah hari pengamatan (hingga hari ke-n atau akhir pengamatan).

- c. Kapasitas makan larva setelah perlakuan merupakan pengurangan bobot pakan sebelum dan setelah perlakuan. Kapasitas makan dihitung dengan menimbang pakan sebelum dan sesudah perlakuan yang dilakukan setiap hari.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Serangan Entomopatogen pada Serangga Uji

Hasil pengamatan pada larva *S. litura* yang sudah diperlakukan dengan cendawan *B. bassiana* dan/atau *Metarhizium* spp menunjukkan adanya larva *S. litura* yang mati akibat terinfeksi cendawan entomopatogen tersebut. Larva yang terkoloniasi oleh cendawan *B. bassiana* dan *Metarhizium* sp. memiliki gejala kematian yang relatif sama, yaitu berupa aktivitas makan yang menurun, pergerakan menjadi lambat, bersembunyi dibalik daun, tubuh menjadi lemas dan akhirnya mati. Perbedaan yang dapat dilihat dari infeksi kedua jenis entomopatogen tersebut pada mumifikasi yang terjadi, larva yang terinfeksi *B. bassiana* tubuhnya diselimuti miselium cendawan berwarna putih seperti kapas dan yang terserang *Metarhizium* sp. tubuhnya diselimuti miselium cendawan berwarna kehijauan. Manguande *et al.* (2021) menjelaskan bahwa gejala larva yang terinfeksi cendawan entomopatogen menunjukkan aktivitas makan menurun, gerakan menjadi lambat, perubahan warna tubuh dan mati. Larva yang mati akan termumifikasi yang ditandai dengan munculnya miselium cendawan entomopatogen pada permukaan tubuh larva (Gambar 2).

Mumifikasi yang terjadi pada *S. litura* hanya didominasi oleh satu jenis cendawan saja meskipun aplikasi yang dilakukan adalah kombinasi. Hal tersebut dapat terjadi karena cendawan entomopatogen yang dikombinasikan mengalami kompetisi ruang tumbuh pada tubuh larva, sehingga cendawan yang memiliki pertumbuhan lebih cepat akan mendominasi tubuh larva. Dakhel *et al.* (2019) menjelaskan, kompetisi ruang dapat terjadi karena perbedaan virulensi antar cendawan yang dikombinasikan. Cendawan entomopatogen yang memiliki virulensi dan pertumbuhan yang lebih tinggi akan mendominasi tubuh larva yang ditandai dengan miselium pada permukaan tubuh larva. Menurut Nababan *et al.* (2022) bahwa gejala larva yang terinfeksi oleh cendawan entomopatogen umumnya memiliki kemiripan, perbedaan yang dapat dilihat pada saat larva sudah memasuki tahap mumifikasi. Gejala larva yang terserang cendawan entomopatogen yaitu aktivitas makan yang menurun, pergerakan menjadi lambat atau mengalami paralisis (gerak tidak teratur hingga lemas) dan akhirnya mengalami kematian.

Rhamdani *et al.* (2024) menyebutkan gejala infeksi dari *Metarhizium* sp. berupa tubuh larva yang mati dalam keadaan kaku dan diselimuti oleh miselium berwarna putih yang lama kelamaan akan berubah menjadi hijau tua/gelap. Nababan *et al.* (2022) juga menjelaskan gejala larva yang terinfeksi *B. bassiana* berupa tubuh yang termumifikasi oleh miselium cendawan yang berwarna putih kapas dan tanpa ada perubahan warna miselium.



Gambar 1. Mumifikasi larva mati oleh cendawan entomopatogen umur 5 Hari Ssetelah Inokulasi.

Pada pengamatan yang dilakukan juga ditemukan proses mumifikasi oleh dua jenis cendawan yang tumbuh secara bersamaan pada tubuh larva uji (Gambar 3). Hal tersebut diduga terjadi karena daya invasi kedua cendawan di dalam tubuh larva uji sama kuatnya, sehingga keduanya dapat berkembang dan memumifikasi tubuh larva secara bersamaan. Gejala kematian larva yang diaplikasi dengan kombinasi entomopatogen tidak ada perbedaan dengan aplikasi tunggal, hanya saja pada saat mumifikasi terjadi yang muncul hanya salah satu jenis cendawan yang mendominasi saja dan sedikit yang muncul secara bersamaan seperti pada Gambar 2. Dakhel *et al.* (2019) menjelaskan, gejala kematian larva yang diaplikasi kombinasi cendawan entomopatogen seperti pada umumnya yaitu aktivitas makan menurun, pergerakan menjadi lambat dan tidak teratur, bersembunyi dibalik daun dan lama kelamaan akan mati. Miselium yang muncul pada proses mumifikasi adalah salah satu cendawan yang mampu mendominasi tubuh larva, dalam sedikit kasus cendawan entomopatogen mampu berkembang bersama di dalam tubuh inang.

Pada pengamatan yang dilakukan juga ditemukan proses mumifikasi oleh dua jenis cendawan yang tumbuh secara bersamaan pada tubuh larva uji (Gambar 3). Hal tersebut diduga terjadi karena daya invasi kedua cendawan di dalam tubuh larva uji sama kuatnya, sehingga keduanya dapat berkembang dan memumifikasi tubuh larva secara bersamaan. Gejala kematian larva yang diaplikasi dengan kombinasi entomopatogen tidak ada perbedaan dengan aplikasi tunggal, hanya saja pada saat mumifikasi terjadi yang muncul hanya salah satu jenis cendawan yang mendominasi saja dan sedikit yang muncul secara bersamaan seperti pada Gambar 2. Dakhel *et al.* (2019) menjelaskan, gejala kematian larva yang diaplikasi kombinasi cendawan entomopatogen seperti pada umumnya yaitu aktivitas makan menurun, pergerakan menjadi lambat dan tidak teratur, bersembunyi dibalik daun dan lama kelamaan akan mati. Miselium yang muncul pada proses mumifikasi adalah salah satu cendawan yang mampu mendominasi tubuh larva, dalam sedikit kasus cendawan entomopatogen mampu berkembang bersama di dalam tubuh inang.

Harun *et al.* (2022) menjelaskan mekanisme infeksi *B. bassiana* dan *Metharizium* sp. tidak jauh berbeda. Kedua cendawan tersebut menginfeksi larva dengan cara penetrasi langsung melalui kutikula serangga menggunakan enzim yang dapat menghancurkan integument serangga. Infeksi juga dapat dilakukan oleh kedua cendawan tersebut melalui spirakel (lubang pernafasan) serangga.

### 3.2. Mortalitas, waktu kematian, dan konsumsi pakan larva *S. litura* setelah perlakuan dengan cendawan entomopatogen

Perlakuan yang diberikan berpengaruh sangat nyata terhadap mortalitas dan nyata terhadap waktu kematian (Lampiran 1). Hasil yang berbeda nyata tersebut dilakukan uji lanjut BNT 5% untuk melihat perbedaan antar perlakuan yang diberikan.

Hasil analisis uji lanjut BNT menunjukkan waktu kematian *S. litura* berbeda tidak nyata antar seluruh perlakuan, mortalitas menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Mortalitas yang dihasilkan oleh Bb 1, Bb 2, Ma 1 dan Ma 2 menunjukkan hasil yang berbeda tidak nyata ( $P = 2,734$ ). Isolat Bb 1 berbeda nyata dengan Ma 2 dan Bb 1 + Ma 2. Hal tersebut menunjukkan bahwa aplikasi tunggal ataupun kombinasi antar kedua spesies cendawan entomopatogen berbeda nyata pada mortalitas *S. litura* ( $P = 0,010$ ).

Tabel 1. Rerata mortalitas dan waktu kematian *S. litura* setelah diperlakukan dengan isolat lokal cendawan entomopatogen *B. bassiana* dan/atau *Metarhizium* sp.

|             | Mortalitas | Waktu kematian |
|-------------|------------|----------------|
| Bb 1        | 53,33 a    | 4,27 a         |
| Bb 2        | 33,33 ab   | 4,27 a         |
| Ma 1        | 40,00 ab   | 3,83 a         |
| Ma 2        | 10,00 c    | 3,33 a         |
| Bb 2 + Ma 1 | 26,67 ab   | 3,93 a         |
| Bb 1 + Ma 1 | 20,00 bc   | 4,17 a         |
| Bb 2 + Ma 2 | 13,33 bc   | 4,67 a         |
| Bb 1 + Ma 2 | 6,67 c     | 3,67 a         |

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama sekolom menunjukkan berbeda tidak nyata (BNT  $\alpha = 0,05$ ). Kontrol tidak dianalisa karena jadi pembanding.

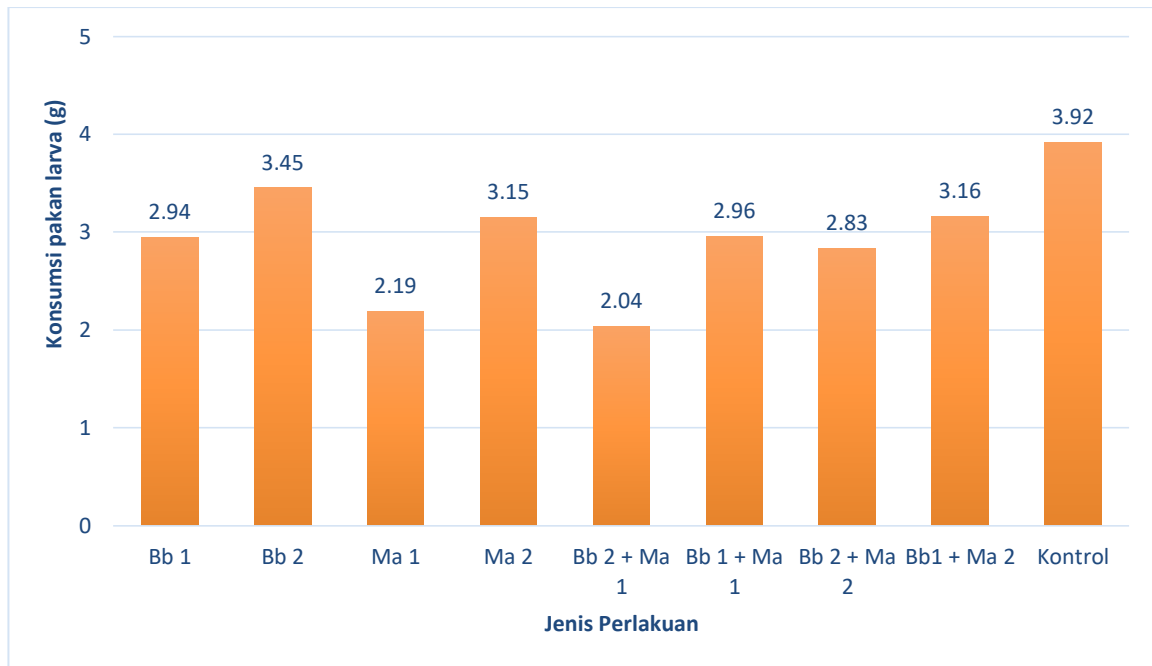
Aplikasi isolat secara tunggal memberikan mortalitas yang lebih tinggi terhadap larva uji dibandingkan dengan isolat yang dikombinasikan (Tabel 1). Hal tersebut disebabkan karena kombinasi yang dilakukan menyebabkan daya saing ruang pertumbuhan di dalam tubuh serangga, sehingga tidak bersifat sinergis. Rao *et al.* (2006) menjelaskan bahwa kombinasi terhadap cendawan entomopatogen dapat bersifat tidak sinergis karena daya saing antar spesies terhadap ruang tumbuhnya. Aplikasi tunggal dapat lebih efektif memberikan mortalitas yang tinggi, hal tersebut disebabkan karena tingkat keganasan spesies yang diaplikasi tunggal dapat lebih maksimal tanpa ada hambatan dari spesies lainnya. Hasil penelitian Dakhel *et al.* (2019) juga menyebutkan bahwa, cendawan entomopatogen yang berbeda jenis belum tentu dapat bersinergi jika dikombinasikan. Serangga uji yang mati akan terkolonisasi oleh satu jenis entomopatogen yang pertumbuhannya mendominasi di dalam tubuh serangga.

Mortalitas dari larva yang diaplikasi *B. bassiana* dan *Metharizium* sp. secara tunggal menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang dikombinasi. Isolat Bb 1 menghasilkan mortalitas tertinggi yaitu sebesar 53,33%, sedangkan mortalitas pada perlakuan lainnya masih dibawah 50%. Hal tersebut diduga disebabkan oleh virulensi cendawan yang digunakan. Nababan *et al.* (2022) juga melaporkan bahwa, mortalitas yang dihasilkan oleh *B. bassiana* dan *Metharizium* sp. berbeda tidak nyata. Perbedaan yang terlihat jelas antara kedua jenis cendawan tersebut ada pada miselium yang menyelubungi tubuh larva. Miselium yang dihasilkan oleh *B. bassiana* yaitu berwarna putih seperti kapas, sedangkan *Metharizium* sp. menghasilkan miselium berwarna putih yang kemudian berubah menjadi hijau hijau gelap atau coklat kehitaman.

Hendra *et al.* (2022) menjelaskan, jenis entomopatogen yang sama dapat memiliki virulensi yang berbeda. Hal tersebut dipengaruhi oleh viabilitas konidia, kemampuan menghasilkan enzim, genetik dan geografi sumber isolat. Trizelia *et al.* (2017) juga menjelaskan bahwa, cendawan entomopatogen jenis yang sama dapat menghasilkan mortalitas yang berbeda meskipun diaplikasikan dengan kerapatan yang sama. Hal tersebut dapat terjadi karena dipengaruhi oleh biologi entomopatogen itu sendiri seperti daya kecambah konidia, kemampuan menghasilkan konidia, lama perkembangan miselium dan kemampuan menghasilkan toksin. Oleh karena itu, penggunaan entomopatogen sebagai biopestisida perlu memperhatikan virulensi isolat yang digunakan, agar pada saat pengaplikasian dapat mengendalikan serangga hama secara optimal.

Larva uji yang diaplikasi dengan cendawan entomopatogen memiliki kemampuan makan yang lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Hal tersebut dapat terjadi karena cendawan entomopatogen yang menginfeksi larva dapat menurunkan nafsu makan larva. Toksin yang dihasilkan oleh cendawan entomopatogen dapat mengganggu sampai merusak sistem pencernaan larva, sehingga larva kehilangan daya makannya. Perlakuan yang dilakukan menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata terhadap kemampuan makan larva. Konsumsi pakan larva pada kontrol yaitu 3,92 g per larva, sedangkan yang diaplikasi menggunakan entomopatogen paling rendah hanya 2,04 g per larva (Bb 2 + Ma 1) dan yang tertinggi yaitu 3,45 g per larva (Bb 2). Rerata kemampuan makan *S. litura* yang diperlakukan dengan entomopatogen disajikan pada Gambar 2.

---



Gambar 2. Kemampuan makan *S. litura* setelah diperlakukan dengan isolat lokal cendawan entomopatogen *B. bassiana* dan/atau *Metarhizium* sp.

Harun *et. al.* (2022) menjelaskan, pada saat *B. bassiana* dan *Metharizium* sp. telah menginfeksi tubuh larva maka cendawan tersebut akan menyerap cairan tubuh larva untuk proses perkembangannya. Selain itu, *B. bassiana* yang masuk ke dalam pencernaan larva akan melepaskan toksin berupa *beauverisin*, *beauverolit*, *bassianalit*, *isorolit*, dan asam oksalat yang akan menyebabkan kerusakan alat pencernaan, system syaraf dan pernafasan. Ramdhani *et al.* (2024) juga menyebutkan bahwa, cendawan *Metharizium* sp. mampu menghasilkan toksin berupa *destruxin*, *cyclopeptida*, dan *desmethyldestruxin* yang dapat menyebabkan kelumpuhan dan kerusakan fungsi lambung serangga. Larva yang terinfeksi *B. bassiana* dan *Metharizium* sp. menunjukkan perilaku makan yang menurun, karena cendawan yang berhasil menginfeksi tubuh serangga akan merusak system pencernaan dan menyerap cairan tubuh serangga. Perubahan perilaku lain seperti gerakan yang melambat, sulit bergerak dan perubahan warna tubuh merupakan ciri-ciri larva yang sudah terinfeksi. Masyita *et al.* (2017) juga menjelaskan, gejala serangga yang terinfeksi cendawan entomopatogen yaitu penurunan nafsu makan, tubuh serangga sulit bergerak (tidak aktif), perubahan warna dan lebih sering bersembunyi ditempat yang terhindar dari cahaya. Sesaat setelah gejala tersebut muncul, akan terlihat tanda berupa miselium cendawan entomopatogen yang muncul di permukaan tubuh serangga.

### 3.3. Pupa dan Imago Terbentuk

Hasil analisis data menunjukkan perberbedaan sangat nyata terhadap persentase pupa terbentuk, persen imago terbentuk dan persen imago cacat. Pada persen pupa cacat menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada seluruh perlakuan.

Tabel 2. Persentase pupa dan imago *S. litura* yang terbentuk setelah diperlakukan dengan isolat lokal cendawan entomopatogen *B. bassiana* dan/atau *Metarhizium* sp.

| Perlakuan | Persentase pupa, pupa cacat, imago dan imago cacat |            |                 |             |
|-----------|----------------------------------------------------|------------|-----------------|-------------|
|           | Pupa terbentuk                                     | Pupa cacat | Imago terbentuk | Imago Cacat |
| Bb 1      | 46,67 b                                            | 6,67       | 40,00 d         | 16,67 cd    |
| Bb 2      | 66,67 ab                                           | 6,67       | 60,00 c         | 33,33 b     |
| Ma 1      | 60,00 ab                                           | 3,33       | 56,67 cd        | 26,67 bc    |

|           |          |       |          |          |
|-----------|----------|-------|----------|----------|
| Ma 2      | 90,00 a  | 10,00 | 80,00 b  | 53,33 a  |
| Bb 2+Ma 1 | 73,33 ab | 13,33 | 60,00 c  | 40,00 ab |
| Bb 1+Ma 1 | 80,00 ab | 16,67 | 63,33 c  | 10,00 d  |
| Bb 2+Ma 2 | 86,67 ab | 16,67 | 70,00 bc | 26,67 bc |
| Bb 1+Ma 2 | 93,33 a  | 6,67  | 86,67 b  | 33,33 b  |
| Kontrol   | 100,00 a | 0,00  | 100,00 a | 0,00 d   |

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama sekolom menunjukkan berbeda tidak nyata (BNT;  $\alpha = 0,05$ ).

Persen pupa terbentuk perlakuan Bb 1 berbeda nyata dengan Ma 2, sedangkan perlakuan lainnya menunjukkan hasil yang berbeda tidak nyata. Persen pupa terbentuk yang paling rendah terjadi pada perlakuan Bb 1 karena pada perlakuan tersebut memiliki mortalitas larva yang paling tinggi (Tabel 1). Persen imago terbentuk yang tertinggi terjadi pada Bb 1+Ma 2 (86,67%), Ma 2 (80,00%) dan Bb 2+Ma 2 (70,00%). Pada perlakuan lainnya menunjukkan hasil yang berbeda tidak nyata, persentase imago terbentuk yaitu 40,00 – 63,33%. Perlakuan yang diberikan banyak menghasilkan imago cacat, persentase imago cacat tertinggi terjadi pada perlakuan Ma 2 sebesar 53,33% dan Bb 2+Ma 1 sebesar 40,00%. Persentase imago cacat terendah yaitu Bb 1 sebesar 16,67% dan Bb 1+Ma 1 sebesar 10,00%. Perlakuan lainnya menunjukkan persentase imago cacat yang berbeda tidak nyata. Manguande *et al.* (2021) juga menjelaskan bahwa, konidia yang diproduksi oleh entomopatogen di dalam tubuh larva dapat bertahan hidup sampai serangga menyelesaikan metamorfosisnya. Pada beberapa kasus, imago yang terbentuk tidak memiliki umur panjang karena konidia entomopatogen yang dorman di dalam tubuhnya berkembang dan menyebabkan kematian serangga.



Gambar 3. Pupa dan imago *S. litura* yang terbentuk setelah diperlakukan dengan isolat lokal cendawan entomopatogen *B. bassiana* dan/atau *Metarhizium* sp. (A) pupa normal, (B) pupa cacat, (C) pupa terinfeksi cendawan entomopatogen, (D) imago normal, (E) imago cacat.

Pupa normal umumnya berbentuk lonjong, bergerak jika disentuh dan integumen mulus, sedangkan pupa cacat memiliki bentuk abnormal, tidak bergerak dan tidak dapat berkembang menjadi imago. Begitu juga dengan

imago yang cacat, memiliki sayap yang berlipat, perkembangan organ tidak sempurna dan umumnya tidak dapat hidup lama. Sanjaya *et al.* (2010) menjelaskan bahwa, pupa dan imago cacat dapat terjadi karena produksi hormone ecdison dan juvenil yang terganggu akibat aktivitas entomopatogen yang menginfeksi. Pupa yang cacat akan berbentuk abnormal, berwarna kehitaman, kaku dan tidak dapat berkembang menjadi imago. Wibawati dan Herminanto (2010) juga menjelaskan bahwa, pupa dan imago yang berasal dari larva yang diaplikasi memiliki persentase hidup yang lebih rendah. Hal tersebut disebabkan karena mikotoksin yang dihasilkan oleh entomopatogen mengendap di dalam tubuh serangga dan menyebabkan gangguan fisiologis. Kecacatan dapat terjadi pada pupa dan imago karena infeksi yang terjadi, sehingga dapat menurunkan persentase keberhasilan larva untuk menjadi dewasa dan berkembang biak.

#### 4. KESIMPULAN

Pengaplikasian cendawan entomopatogen yang dilakukan menunjukkan hasil yang optimal secara tunggal. Mortalitas larva tertinggi terjadi pada isolat Bb 1 yaitu sebesar 53,33%, mortalitas terendah pada Bb 1 + Ma 2 yaitu sebesar 6,67% dan menunjukkan hasil yang berbeda tidak nyata terhadap perlakuan lainnya. Percobaan yang dilakukan tidak menunjukkan penurunan kemampuan makan yang signifikan. Pengaplikasian cendawan entomopatogen mampu menyebabkan imago cacat secara signifikan, sehingga sedikit imago yang dapat hidup normal. Imago normal terendah terjadi pada Bb 2+Ma 1 yaitu 20,00%, serta Bb 1 sebesar 23,33% dan menunjukkan hasil yang berbeda tidak nyata terhadap perlakuan lainnya. Imago cacat tertinggi terjadi pada Ma 2 sebesar 53,33% dan Bb 2+Ma 1 sebesar 40,00%, sedangkan perlakuan lain menunjukkan hasil yang berbeda tidak nyata. Pengaplikasian cendawan entomopatogen secara tunggal masih lebih baik daripada dikombinasikan. Pengujian terhadap virulensi isolat dapat dilakukan untuk menguji tingkat keganasan entomopatogen yang ditemukan dan dilakukan uji biakan ganda agar dapat melihat entomopatogen yang akan dikombinasikan bisa bersinergi atau saling bersaing.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih pada dosen pembimbing yang telah memberi banyak waktu untuk membimbing dan membantu selama penelitian berlangsung sampai dengan selesai, serta memberikan saran dan masukan terhadap penulis dalam menyelesaikan tulisan ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Afandhi, A., S. R. C. Syamsidin, S. M. Mimbar and B. Wiroatmodjo. 2012. Isolation and phenotypic characterization of morphology in fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) vuillemin colony naturally from leaf surface, soil, and insect as host in tomato plantation. *Agrivita* 34 (3): 303-310.
- Aldini, G. M., A. Wijonarko, Witjaksono, H. Putter, H. Hengsdijk and T. Y. Andi. 2021. Insecticide resistance in *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) populations in shallot areas of Java, Indonesia. *Journal of Economic Entomology*, 20(20): 1-7.
- Arum, M.I. 2022. Uji efektivitas jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* pada larva ulat grayak (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuide) di rumah kaca. Skripsi. USU. Medan.
- Aziz, A., E. Martono, S. Indarti and Y. A. Trisyono. 2023. Resistance of *Spodoptera exigua* population from Nganjuk against methomyl, chlorfenapyr and emamectin benzoate. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 27(2): 76-85.
- Bayu, M.S.Y.I., Y. Prayogo dan S. W. Indiaty. 2021. *Beauveria bassiana*: biopestisida ramah lingkungan dan efektif untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman. *Buletin Palawija* 19 (1): 41-63.
- Bintang, A. S., A. Wibowo dan T. Harjaka. 2015. Keragaman genetik *Metarhizium anisopliae* dan virulensinya pada larva kumbang badak (*Oryctes rhinoceros*). *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 19 (1): 12- 18.
- Clifton, E. H., A. E. Hajek, N. E. Jenkins, R. T. Roush, J. P. Rost dan D. J. Biddinger. 2020. Applications of *Beauveria bassiana* (Hymenozoa: Cordycipitaceae) to control populations of spotted lanternfly (Hemiptera: Fulgoridae), in semi-natural landscapes and on grapevines. *Environmental Entomology* 49 (4): 854-864.
- Dakhel, W. H., A. V. Latchinsky and S. T. Jaronski. 2019. Efficacy of two entomopathogenic fungi, *Metarhizium brunneum*, strain F52 alone and combined with *paranosema locustae* against the migratory grasshopper, *Melanoplus sanguinipes*, under laboratory and greenhouse conditions. *Insects* 10 (92): 1-
15. <https://doi.org/10.3390/insects10040094>

- Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan. 2014. Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. Jakarta: Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan.
- Domsch, K. H, W. Gams, and T. H. Anderson. 1993. Compendium of Soil Fungi. Academic Press Ltd., London.
- Dwiastuti, M. E., W. Nawir., dan S. Wuryantini. 2007. Uji patogenisitas jamur entomopatogen *Hirsutella citriformis*, *Beauveria bassiana*, dan *Metarhizium anisopliae* secara eka- dan dwi-infeksi untuk mengendalikan *Diaphorina citri* Kuw. Jurnal Hortikultura 17(1): 75-80.
- Fattah, A., S. Sjam, I. D. Daud, V. S. Dewi and A. Ilyas. 2020. Impact of armyworm *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) attack: damage and loss of yield of three soybean varieties in South Sulawesi, Indonesia. Journal Crop Protection, 9(3): 483-495.
- Gao, Y., S. Su, Z. Liu, D. R. Nassel, C. Bass, C. Gao and S. Wu. 2023. Pesticide-induced resurgence in brown planthopper is mediated by action on a suite of genes that promote juvenile hormone biosynthesis and female fecundity. Ecology. <https://doi.org/10.7554/eLife.91774.1>
- Harun, Y., A. K. Parawansa dan A. Haris. 2022. Kajian patogenisitas *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium* sp terhadap larva ulat grayak (*Spodoptera frugiperda*) pada tanaman jagung. Jurnal Agrotek 6 (2): 81-93.
- Hendra, Y., Trizelia dan M. Syahrawati. 2022. Virulensi empat isolat *Beauveria bassiana* Bals. Vuill terhadap wereng batang coklat (*Nilaparvata lugens* Stall.). Jurnal Pertanian Agros. 24 (2): 552-558.
- Hidayat, L. dan Y. Zulfanedi. 2023. Jamur entomopathogen *beauveria bassiana* sebagai pengendali hayati nyamuk. Jurnal Cakrawala Ilmiah 2(6): 2517-2524.
- Jauharlina. 2008. Potensi *Beauveria bassiana* Vuill. Sebagai Cendawan Entomopatogen pada Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.). J. Agrista, 7(3): 64-71.
- Kastilong, E. B., M. Lengkong dan R. Engka. 2021. Uji patogenisitas jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* Bals. terhadap walang sangit (*Leptocorisa acuta* Thumb.) pada tanaman padi. Cocos, 1(1): 1- 9.
- Manguande, S. P., M. M. Ratulangi, V. B. Montong and S. Tumbelaka. 2021. The use of the fungus *Metarhizium rileyi* F. in the control of *Crociodolomia pavonana* F. on cabbage (*Brassica oleracea* L.). Jurnal Agroekoteknologi Terapan, 2(2): 80-89.
- Masyita, I., S. F. Sitepu dan I. Safni. 2017. Potensi jamur entomopatogen untuk mengendalikan ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) pada tanaman tembakau in vivo. Jurnal Agroekoteknologi, 5(3): 484-493.
- Murad, A. M., R. A. Laumann, T. A. Lima, R. B. C. Sarmento, E. F. Noronha, T. L. Rocha, M. C. Valadares- Inglis and O. L. Franco. 2006. Screening of entomopathogenic *Metarhizium anisopliae* isolates and proteomic analysis of secretion synthesized in response to cowpea weevil (*Callosobruchus maculatus*) exoskeleton. Comparative Biochemistry and Physiology, 142(4): 364-370.
- Nababan, R., M. C. Tobing dan S. F. Sitepu. 2022. Potensi isolat lokal jamur entomopatogen *Metarhizium* sp. dan *Beauveria* sp. terhadap larva *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae). Jurnal Online Agroekoteknologi 10(3): 24-36.
- Permadi, M. A., R. A. Lubis., Mukhlis., L. A. Pahlawan and S. Abdi. 2019. Efficacy of some entomopatogen fungus on green stink bug imago (*Nezara Viridula Linnaeus*) (Hemiptera: Pentatomidae). Budapest International Research in Exact Sciences (BirEx) Journal, 1(2): 21-28.
- Pracaya. 2004. Hama dan Penyakit Tanaman. Penebar Swadaya, Bogor.
- Prasasya. 2008. Uji efikasi jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* balsano dan *Metarhizium anisopliae* (Metch Sorokin terhadap mortalitas larva *Phragmatoecia castanae* Hubner di laboratorium. SKRIPSI. Departemen Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Prayogo, Y. W. Tengkan dan Marwoto. 2005. Prospek cendawan entomopatogen *Metarhizium anisopliae* untuk mengendalikan ulat Grayak *Spodoptera litura* pada kedelai. Jurnal Litbang Pertanian, 24(1): 19- 26.
- Rao, C. U. M., K. U. Devi and P. A. A. Khan. 2006. Effect of combination treatment with entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Nomuraea rileyi* (Hymenoptera: Braconidae) on *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). Biocontrol Science and Technology, 16(3): 221-232.
- Rhamdani, R., S. Soedijo dan H. O. Rosa. 2024. Aplikasi agensi hayati *Metarhizium anisopliae* terhadap *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith. Proteksi Tanaman Tropika, 7(1): 814-822.
- Sahu, B., R. Pachori, R. N. Navya and S. Patidar. 2020. Extent of damage by *Spodoptera litura* on cabbage. J. Entomol. Zool. Studies, 8(3): 1153-1156.
- Sanjaya, Y., H. Nurhaeni dan M. Halima. 2010. Isolasi, identifikasi, dan karakterisasi jamur entomopatogen dari larva *Spodoptera litura* (Fabricius). Bionatura Jurnal Ilmu – Ilmu Hayati dan Fisik, 12(3): 136-141.
- Sihombing, R. H., S. Oemry, L. Lubis. 2014. Uji efektifitas beberapa entomopatogen pada larva *Oryctes rhinoceros* L. (Coleoptera: Scarabaeidae) di laboratorium. Jurnal Online Agroekoteknologi, 2(4): 1300- 1309.
- Soetopo, D. dan I. Indrayani. 2007. Status teknologi dan prospek *Beauveria bassiana* untuk pengendalian serangga

- hama tanaman perkebunan yang ramah lingkungan. *Perspektif*, 6(1): 29-49.
- Tafoya, F., M. Z. Delgadillo, R. Alatorre, J. C. Tovar and D. Stanley. 2004. Pathogenicity of *Beauveria bassiana* (Deuteromycota: Hyphomycetes) against cactus weevil, *Metamasius spinolae* (Coleoptera: Curculionidae), under laboratory conditions. *Florida Entomologist*, 87(4): 533-536.
- Tesfaye, D. and E. Seyoum. 2010. Studies on the pathogenicity of native entomopathogenic fungal isolates on the cotton or melon aphid, *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) Glover, under different temperature regimes. *J. Afr. Entomol.*, 18(2): 302-312.
- Tong, H., Q. Su, X. Zhou and L. Bai. 2013. Field resistance *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) to organophosphates, pyrethroids, carbamate and four newer chemistry insecticides in Hunan, China. *Journal Pest Science*, 86(1): 599-609. <https://doi.org/10.1007%2Fs10340-013-0505-y>
- Trizelia, N. Armon dan H. Jailani. 2015. Keanekaragaman cendawan entomopatogen pada rizosfer berbagai tanaman sayuran. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia, Yogyakarta. Dilaksanakan pada 10 Maret 2015, Yogyakarta.
- Trizelia, N., Nelly, dan A. M. Hendrik. 2017. Karakterisasi fisiologi beberapa isolat cendawan entomopatogen *Beauveria Bassiana* dan virulensinya terhadap *Spodoptera litura*. *Jurnal Proteksi Tanaman*, 1(1): 10-17.
- Trizelia, N., Nurbailis dan D. Ernawati. 2013. Virulensi berbagai isolat jamur entomopatogen *Metarhizium* spp. terhadap hama penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella* Snell.) (Lepidoptera: Gracillariidae). *Jurnal HPT Tropika*, 13(2): 151-158.
- Wibawati, R. dan Herminanto. 2010. Potensi jamur entomopagen *Beauveria bassiana* Vuill. untuk mengendalikan ulat grayak (*Spodoptera litura* F.). *Jurnal Pembangunan Pedesaan*, 10(1): 39-46.
- Wiryadi Putra, S. 1994. Prospek dan kendala pengembangan jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* untuk pengendalian hayati hama penggerek buah kopi *Hypothenemus hampei*. *Pelita Perkebunan*, 9(1): 92- 99.
-