



## Isolation and Identification of Entomopathogenic Fungi from Teak Leaf Little Soil and Paddy Soil with Various Isolation Methods

(Isolasi dan Identifikasi Kapang Entomopatogen dari Tanah Serasah Daun Jati dan Tanah Sawah Dengan Berbagai Metode Isolasi)

Wahyu Aji Mahardhika<sup>1\*</sup>, Gendis Angger Pitaloka<sup>1</sup>, Rizky Nurcahyo<sup>1</sup>,  
Iswordo Rukmi<sup>1</sup>, Agung Suprihadi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro  
\*Corresponding author: [mahardhikaaji@gmail.com](mailto:mahardhikaaji@gmail.com)

Abstrak	Abstract
<p>Kapang entomopatogen merupakan kapang yang memiliki kemampuan untuk menginfeksi serangga. Kapang tersebut dapat menginfeksi dengan cara penembusan hifa ke tubuh serangga inang melalui kulit, saluran pencernaan, spirakel dan lubang lainnya. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengisolasi dan mengidentifikasi kapang entomopatogen pada tanah serasah daun jati dan tanah sawah dengan metode isolasi yang berbeda. Metode isolasi kapang entomopatogen menggunakan metode <i>insect bait</i>, <i>insect bait</i> dengan pengayakan tanah, dan metode pengenceran. Serangga yang digunakan untuk uji larva <i>Tenebrio molitor</i>. Isolasi tanah sawah berhasil menumbuhkan kapang entomopatogen pada tubuh larva <i>Tenebrio molitor</i> ditandai dengan adanya miselium kapang menutupi tubuh larva. Hasil isolasi didapatkan 6 isolat yaitu S2A, S2B, S2C, S3A, S3B, S3C. Keenam isolat tersebut merupakan kapang <i>Fusarium</i> sp.</p> <p>Kata kunci: <i>Fusarium</i> sp., identifikasi, isolasi, kapang Entomopatogen, <i>T. molitor</i></p>	<p><i>Entomopathogenic fungi are molds that can infect insects. The mold infected the host by penetrating the hyphae into the insect's body through the skin, digestive tract, spiracles, and other holes. The purpose of this study is to isolate and identify entomopathogenic molds in teak leaf litter and paddy fields with different isolation methods. Entomopathogenic molds are collected using various techniques such as the insect bait method, insect bait with soil sieving, and the dilution method. Tenebrio molitor had utilized as an insect object for the larval test. Isolation of paddy fields has succeeded in growing entomopathogenic molds on the larval body of Tenebrio molitor. The presence of mold mycelium covering the larval body supported it. The isolation results obtained six isolates, namely S2A, S2B, S2C, S3A, S3B, and S3C. The six isolats were Fusarium sp.</i></p> <p><i>Keywords: Entomopathogenic fungi, Fusarium sp., Identification, Isolation, T. molitor</i></p>

**How to Cite:** Mahardhika, W. A., Pitaloka, G. A., Nurcahyo, R., Rukmi, I., & Suprihadi, A. (2022). Isolation And Identification Of Entomopathogenic Fungi From Teak Leaf Little Soil And Paddy Soil With Various Isolation Methods. *Jurnal Ilmiah Biologi Eksperimen Dan Keanekaragaman Hayati (J-BEKH)*, 9(2), 23–30. 10.23960/jbekh.v9i2.228

## PENDAHULUAN

Serangga pada bidang pertanian dapat berperan menguntungkan atau merugikan bagi tanaman. Keuntungan adanya serangga di bidang pertanian salah satunya sebagai polinator, namun kerugian yang timbul akibat serangan serangga diantaranya adalah infeksi pada jaringan, merusak bagian tanaman, dan sebagainya, sehingga tanaman mati dan mengalami gagal panen (Meilin & Nasamsir, 2016). Upaya pengendalian hama serangga telah banyak dilakukan dengan pestisida, akan tetapi akan menimbulkan hal buruk jika pestisida tersebut masuk ke dalam tubuh manusia dan juga berakibat buruk untuk lingkungan, padahal kebutuhan akan pangan yang bebas pestisida meningkat. Salah satu alternatifnya adalah menggunakan pengendalian hayati dengan memanfaatkan musuh alamnya (Nicolopoulou-Stamati *et al.*, 2016). Pengendalian hayati tidak akan merusak lingkungan dan hanya membunuh organisme target yang dituju (Tambingsila & Rudias, 2015). Cara tersebut akan memanfaatkan faktor pengendali yang sudah tersedia di alam yang merupakan musuh alami dari organisme target. Musuh alami dapat mencakup predator, patogen, dan parasit (Herlinda *et al.*, 2015).

Salah satu agen yang dapat digunakan adalah kapang. Kapang merupakan mikroorganisme yang mampu hidup dalam tanah, dan dapat berasosiasi dengan organisme lain. Kapang tanah memiliki peranan penting dalam kehidupan sebagai dekomposer utama flora maupun fauna yang telah mati (Watanabe, 2010). Pemanfaatan kapang tanah dapat digunakan dalam berbagai aspek, baik pertanian, kesehatan, dan sebagainya. Dalam bidang pertanian, selain digunakan sebagai biofertilizer, kapang tanah juga digunakan untuk bioinsektisida. Kapang yang mampu menginfeksi serangga tersebut adalah kapang entomopatogen. Kapang tersebut dapat menginfeksi serangga dengan masuk melalui kulit, saluran pencernaan, spirakel, dan beberapa bagian tubuh yang lain (Rosa *et al.*, 2020). Hifa kapang tersebut akan menempel di tubuh

inang dan menembusi secara mekanik atau kimia dengan menggunakan enzim dan toksin. Kapang kemudian akan menyebar ke seluruh bagian serangga dan menyebabkan kematian pada inangnya (Ebani & Mancianti, 2021). Beberapa kapang yang dikenal sebagai entomopatogen antara lain *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, *Verticillium* sp. dan lain sebagainya (Maina *et al.*, 2018). Selain itu *Ophiocordyceps sinensis* dan *Cordyceps militaris* juga digunakan sebagai agen biologis sebagai jamur entomopatogen disamping perannya sebagai pengobatan (Wang & Yao, 2011; Wāng *et al.*, 2020).

Kapang entomopatogen dapat digunakan sebagai agen pengendalian hayati yang tidak berbahaya dikarenakan biodegradable, *eco-friendly* dan efektif untuk serangga. Berdasarkan uraian tersebut, perlu adanya penelitian tentang isolasi kapang entomopatogen dengan beberapa metode dan mengidentifikasi kapang tersebut.

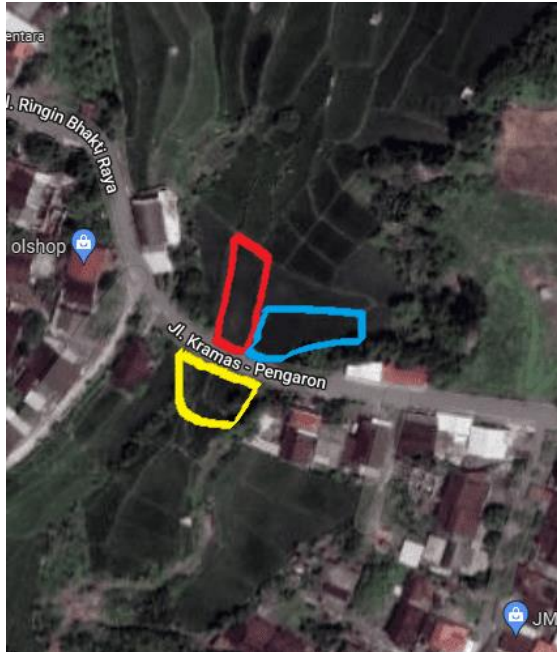
## METODE PENELITIAN

### Pengambilan Sampel

Sampel tanah diambil secara acak di beberapa titik sampling. Sampel tanah seresah daun jati diambil dari 3 lokasi yang berbeda di Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro yaitu dekat lapangan basket, area parkir motor gedung A dan sekitar pos satpam dekanat. Sampel tanah sawah diambil di sekitar persawahan kelurahan Jabungan, kecamatan Banyumanik, Semarang, Jawa Tengah (Gambar 1 dan Tabel 1). Sampel tanah diambil sebanyak  $\pm 0,5$  kg dengan menggali tanah pada kedalaman 0 -15 cm. Tanah kemudian dimasukkan dalam kantung plastik hitam steril yang sebelumnya telah disterilisasi di bawah sinar UV selama 30 menit. Pengukuran pH dan suhu dilakukan sebelum menggali tanah dengan *soil tester*. Hasil pengukuran



pH dan suhu pengambilan sampel, secara urut, adalah pH 7,5 dan 37°C.



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel pertama (merah), kedua (biru) dan ketiga (kuning) di area persawahan Kelurahan Jabungan.

Table 1. Koordinat pengambilan sampel di area persawahan Kelurahan Jabungan

Lokasi	Koordinat
I	7°04'59.7"S 110°26'49.7"E
II	7°05'00.4"S 110°26'49.8"E
III	7°05'00.8"S 110°26'49.5"E

### Isolasi Kapang Entomopatogen

Isolasi Kapang Entomopatogen dilakukan dengan 3 cara, yaitu *insect bait* dengan menggunakan tanah secara langsung, *insect bait* dengan tanah yang diayak, dan pengenceran sampel tanah.

#### 1) Metode *insect bait*

Sampel tanah dimasukkan ke dalam wadah box plastik, kemudian larva umpan dipaparkan sebanyak 15 buah ke dalam tanah pada masing-masing wadah box plastik. Wadah ditutup dengan kain lalu dimasukkan ke dalam inkubator dengan suhu 20 sampai 25°C selama dua minggu. Selama proses inkubasi wadah yang berisi larva dilembabkan dengan menyemprotkan

air dengan *sprayer* setiap hari. Pengamatan terhadap serangga umpan dimulai pada hari ke-5 sampai pada hari ke-14. Isolasi dilakukan untuk mendapatkan jenis-jenis cendawan entomopatogen. Serangga umpan yang diduga terinfeksi cendawan diambil dan disterilisasi permukaan dengan menggunakan alkohol 70% selama kurang lebih 3–5 detik dan akuades steril masing-masing selama 5–10 detik. Kemudian dikeringkan dengan tissue dan dimasukkan kedalam cawan yang berisi tissue lembab. Setelah 3 hari tubuh larva yang ditumbuhi cendawan kemudian ditanam ke media PDA.

#### 2) Metode *insect bait* dengan pengayakan tanah

Sampel tanah yang sudah dikoleksi diayak terlebih dahulu dengan ayakan kelapa. Selanjutnya tanah yang sudah diayak dimasukkan ke dalam wadah box plastik, kemudian larva umpan dipaparkan sebanyak 15 buah ke dalam tanah pada masing-masing wadah box plastik. Wadah ditutup dengan kain lalu dimasukkan ke dalam inkubator (suhu 20–25 °C) selama dua minggu. Selama proses inkubasi wadah yang berisi larva dilembabkan dengan menyemprotkan air dengan *sprayer* setiap hari. Pengamatan terhadap serangga umpan dimulai pada hari ke-5 sampai pada hari ke-14. Isolasi dilakukan untuk mendapatkan jenis-jenis cendawan entomopatogen. Serangga umpan yang diduga terinfeksi cendawan diambil dan disterilisasi permukaan dengan menggunakan alkohol 70% selama kurang lebih 3–5 detik dan akuades steril masing-masing selama 5–10 detik. Kemudian dikeringkan dengan tissue dan dimasukkan kedalam cawan yang berisi tissue lembab. Setelah 3 hari tubuh larva yang ditumbuhi cendawan kemudian ditanam ke media PDA.

#### 3) Metode pengenceran

Tanah ditimbang 10gram, lalu memasukkan tanah kedalam botol vial yang berisi aquades steril 90 ml, kemudian diambil sebanyak 1ml dengan



mikropipet dan dipindahkan ke tabung reaksi pengenceran  $10^{-1}$  secara aseptis, kemudian dikocok sampai homogen. Selanjutnya mengambil 1 ml dari tabung reaksi pengenceran  $10^{-1}$  dan dipindahkan ke tabung reaksi pengenceran  $10^{-2}$ . Cara yang sama dilakukan hingga pengenceran  $10^{-4}$ . Hasil pengenceran dimasukan kedalam cawan petri. Selanjutnya cawan petri dimasukan kedalam inkubator selama seminggu. Larva *T. molitor* dimasukan kedalam cawan Petri yang sudah ditumbuhi oleh kapang. Apabila larva terinfeksi maka kapang tersebut termasuk kapang entomopatogen.

### Purifikasi Kapang Entomopatogen

Kapang entomopatogen yang tumbuh pada larva *T. molitor* diisolasi dan ditumbuhkan di medium PDA. Permukaan integumen larva yang terinfeksi disterilkan metode yang dilakukan Irwan (2017). Integumen disterilkan dengan alkohol 70% selama 3-5 detik dan kemudian dibilas menggunakan akuades steril selama 5-10 detik, lalu dikeringkan dengan kertas tissue steril. Larva kemudian dipindahkan ke cawan petri yang berisi tissue basah steril secara aseptis dan diinkubasi untuk menstimulasi pertumbuhan kapang. Kapang entomopatogen yang terdapat pada tubuh larva yang mati dipindahkan ke medium PDA, keudian diinkubasi selama 7 hari dengan suhu  $25^{\circ}\text{C}$ . Koloni kapang yang representatif kemudian dipindahkan ke cawan Petri dan agar miring yang berisi medium PDA.

### Identifikasi Kapang Entomopatogen

Kapang entomopatogen diidentifikasi berdasarkan morfologi makroskopis dan mikroskopis isolat. Karakteristik makroskopis ditinjau berdasarkan morfologi koloni yang meliputi warna, diameter, tekstur permukaan, *reverse of colony*, ada tidaknya *growing zone* dan tetes eksudat, sedangkan mikroskopis meliputi hifa (septa/asepta), sel kaki, konidiofor, konidia, dan sebagainya. Hasil yang telah didapatkan kemudian diidentifikasi dengan beberapa literatur, (Brown & Proctor, 2013;

Crous et al., 2009; Guo et al., 2018; Watanabe, 2010).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Isolasi Kapang Entomopatogen dengan Berbagai Metode

#### 1) Sampel serasah daun jati

Isolasi kapang entomopatogen dari tanah serasah daun jati tidak menunjukkan pertumbuhan kapang entomopatogen. Hal ini menandakan bahwa kapang entomopatogen tidak ada didalam sampel tanah serasah daun jati. Ketidakberhasilan isolasi kapang entomopatogen pada tanah serasah daun jati ini terjadi karena beberapa faktor. Faktor pertama yaitu terkait pH tanah sampel. Kapang entomopatogen sendiri dapat tumbuh pada pH kurang lebih 3-7. Mochi *et al.*, (2005) menyatakan bahwa konidia jamur entomopatogen akan mati pada suhu  $40^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit. Namun dapat mentoleransi kisaran yang luas dari konsentrasi ion hidrogen antara pH 5-10 dengan pH optimum sekitar 7. Hal ini diperkuat dengan pendapat Lübeck & Lübeck, (2022) bahwa pH sangat penting untuk pertumbuhan fungi, karena enzim-enzim tertentu akan mengurai substrat sesuai dengan aktivitasnya pada pH tertentu.

#### 2) Sampel tanah sawah

Isolasi kapang entomopatogen dari tanah sawah dilakukan dengan metode *insect bait*. Hasil dari percobaan tersebut, ditemukan adanya perubahan perilaku dari larva yang tidak seaktif biasanya, kemudian terdapat larva yang telah mati dan ditumbuhi oleh kapang entomopatogen. Sebanyak 6 larva mengalami perubahan, yaitu terdapat titik hitam di dalam kulitnya. Titik hitam ini merupakan mekanisme tubuh larva dalam menyerang kapang entomopatogen yang tumbuh di dalam tubuhnya. Menurut Sanjaya *et al.*, (2010), keadaan larva yang menghitam menjelang dan setelah kematiannya menandakan adanya mekanisme



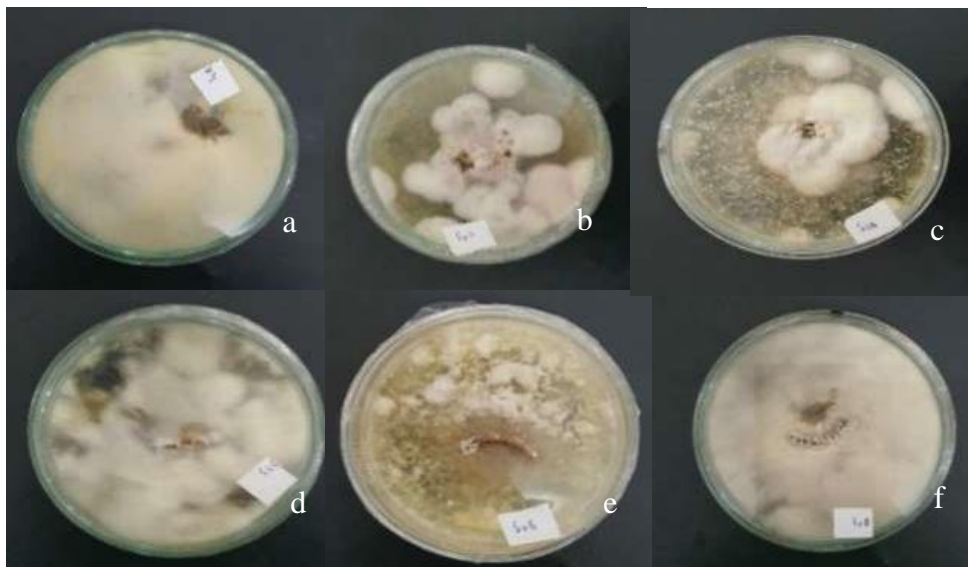
pertahanan pada tubuh larva *S. litura*. Hal ini menunjukkan adanya melanisasi di daerah sekitar infeksi yang bertujuan untuk mencegah perkembangan jamur ke arah yang lebih lanjut.

### Isolasi dan Pemurnian Kapang Entomopatogen

Sebanyak delapan belas larva *T. molitor* dari ketiga lokasi sampling diduga terinfeksi kapang entomopatogen. Larva yang diduga terinfeksi lalu dicelupkan kedalam alkohol 70% dan aquadest steril selama masing-masing 5 detik. Jumlah larva yang ditumbuhi oleh kapang entomopatogen setelah dicelupkan dalam alkohol hanya enam larva saja dari delapan belas. Keenam larva selanjutnya diambil dan diinokulasi pada cawan petri berisikan media PDA dan diinkubasi selama 5 sampai 7 hari. Koloni

kapang yang representatif kemudian dipindahkan ke media PDA baru untuk dilakukan identifikasi.

Isolasi dari tanah sawah ini dikatakan berhasil karena karakteristik tanah sawah yang terdapat genangan air berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroba, diantaranya yaitu kapang entomopatogen. Hal ini sesuai dengan pendapat *Lantoi et al.*, (2016) pada tanah sawah, genangan air sangat berpengaruh terhadap proses metabolisme mikroba, sedangkan tanaman padi, termasuk akar dan rizosfir merupakan tempat beraktivitas mikroba. Isolasi dari tanah sawah didapatkan 6 isolat kapang entomopatogen. Keenam isolat ini diantaranya yaitu isolat S2A, isolat S2B, isolat S2C, isolat S3A, isolat S3B, dan isolat S3C (Gambar 2).

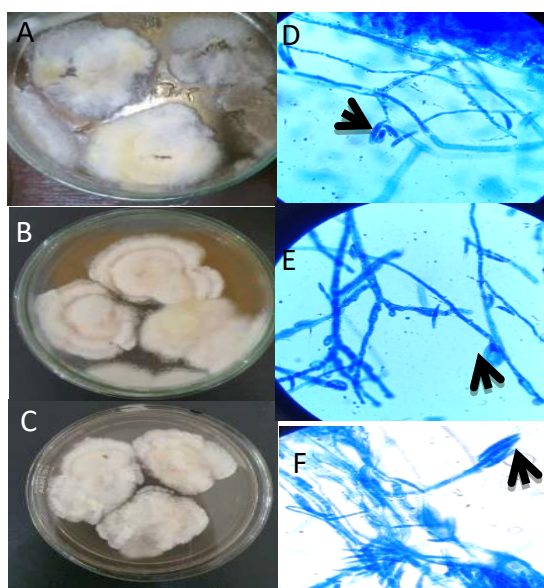


Gambar 2. Koloni kapang entomopatogen: (a) isolat S<sub>3A</sub>, (b) isolat S<sub>2C</sub>, (c) isolat S<sub>2A</sub>, (d) isolat S<sub>3C</sub>, (e) isolat S<sub>2B</sub>, (f) isolat S<sub>3B</sub>.

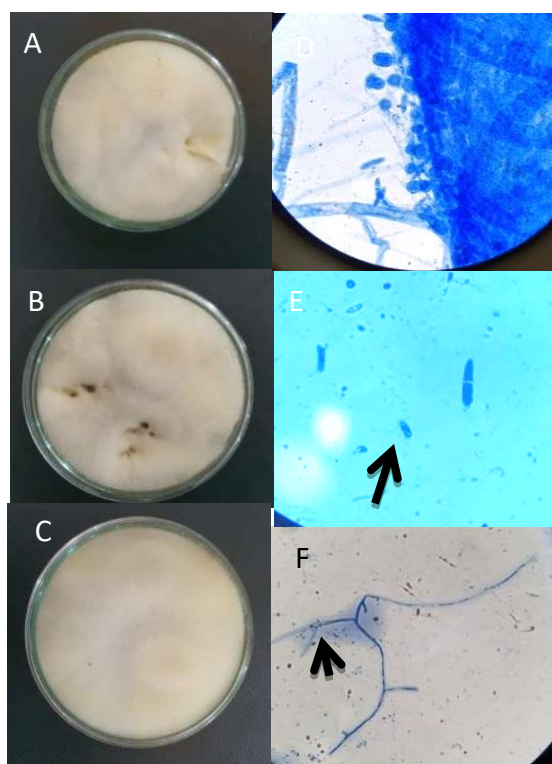
### Identifikasi Kapang Entomopatogen

Isolat kapang kemudian diidentifikasi secara makroskopis dan mikroskopis. Hasil identifikasi menyebutkan bahwa keenam isolat kapang merupakan *Fusarium* sp. (Gambar 3 dan 4). Hasil tersebut didukung

dengan morfologi makroskopis koloni kapang yang bertekstur seperti kapas, selain itu karakter mikroskopis adalah terdapat makrokonidia yang berbentuk lunata pada keenam isolat yang didapatkan.



Gambar 3. Morfologi makroskopis dan mikroskopis *Fusarium* sp. pada media PDA (A & D) S2A (*Fusarium* sp. 1), (B & E) S2B.1 (*Fusarium* sp. 2), (C & F) S2C (*Fusarium* sp. 3).



Gambar 4. Morfologi makroskopis dan mikroskopis *Fusarium* sp. pada media PDA. (A & D) S3A, (B & E) S3B, (C & F) S3C.

*Fusarium* merupakan kapang yang memiliki banyak peran, diantaranya sebagai endofit, saprofit dan parasit, contohnya parasit pada serangga. Brown dan Proctor (2013) menyatakan bahwa karakteristik morfologi penting untuk mengidentifikasi *Fusarium* dengan kapang yang lain. Karakteristik primer pada *Fusarium* sp dapat dilihat dari ukuran makrokonidia, mikrokonidia, dan kladospora. Produksi pigmen dapat dijadikan karakteristik sekunder untuk mengidentifikasi kapang tersebut. Karakteristik mikroskopis *Fusarium* yang paling khas adalah mempunyai hifa yang bersekat, makrokonidia yang berbentuk lunata atau seperti pisang, konidia yang bersekat, dan memiliki mikrokonidia.

*Fusarium* telah banyak diteliti mampu menginfeksi beberapa serangga. Penelitian oleh Prayogo, (2011) menyatakan bahwa *Fusarium* dapat diisolasi dari lahan pertanian dan mempunyai kemampuan untuk menginfeksi berbagai serangga. Hal ini didukung pula oleh Suciatmih *et al.*, (2015) *Fusarium* dapat diisolasi dari berbagai rizosfer dan mampu menginfeksi serangga umpan berupa ulat *Xystroscera festiva* dan rayap *Coptotermes* sp. Santos *et al.*, (2020) menyebutkan pula berbagai *Fusarium* seperti *F. chlamidosporum* dan *F. moniliforme* yang diisolasi dari tanah, *F. fujikuroi*, dan lain sebagainya mampu menjadi kapang kandidat biocontrol serangga. Hal tersebut dibuktikan pula dengan tingkat mortalitas dari setiap kapang dalam menginfeksi serangga. Penelitian selanjutnya perlu dilakukan uji postulat Koch terhadap serangga lain dan juga terhadap tumbuhan, selain itu juga perlu adanya identifikasi molekuler untuk mengetahui spesies *Fusarium* tersebut lebih rinci

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, metode yang berhasil untuk mendapatkan kapang entomopatogen adalah metode *insect baiting*. Kapang tersebut setelah dilakukan identifikasi

secara morfologi diperoleh isolat tersebut berasal dari genus *Fusarium*. Saran terhadap penelitian selanjutnya antara lain identifikasi molekuler terhadap isolat yang diperoleh, uji Postulat Koch, virulensinya terhadap serangga dan tanaman, senyawa bioaktif, dan lain sebagainya agar menjadi kandidat bioinsektisida.

## DAFTAR PUSTAKA

- Brown, D. W., & Proctor, R. H. (2013). *Fusarium. Genomics, Molecular and Cellular Biology*.
- Crous, P. W., Verkley, G. J. M., Groenewald, J. Z., & Samson, R. A. (2009). *Fungal Biodiversity. CBS Laboratory Manual Series*. Westerdijk Fungal Biodiversity Institute.
- Ebani, V. V., & Mancianti, F. (2021). Entomopathogenic Fungi and Bacteria in a Veterinary Perspective. In *Biology* (Vol. 10, Issue 6). <https://doi.org/10.3390/biology10060479>
- Guo, Z., Pfohl, K., Karlovsky, P., Dehne, H.-W., & Altincicek, B. (2018). Dissemination of *Fusarium proliferatum* by mealworm beetle *Tenebrio molitor*. *PLOS ONE*, *13*(9), e0204602. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204602>
- Herlinda, S., Kusuma, A., . S., & Wijaya, A. (2015). Perbandingan Efek Pemberian Bioinsektisida dan Ekstrak Kompos terhadap Produksi Padi Ratus dan Populasi Serangga Hama. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, *43*(1), 23. <https://doi.org/10.24831/jai.v43i1.9586>
- Irwan. (2017). *Eksplorasi Cendawan dari Tanah Sawah dan Kebun dengan Menggunakan Larva Tenebrio molitor L. (Coleoptera: Tenebrionidae)*. Universitas Hasanuddin.
- Lantoi, R. R., Darman, S., & Patadungan, Y. S. (2016). Identifikasi Kualitas Tanah Sawah Pada Beberapa Lokasi Di Lembah Palu Dengan Metode Skoring Lowery. *Journal Agroland*, *23*(3), 243–250. <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/AGROLAND/article/viewFile/8323/6604>
- Lübeck, M., & Lübeck, P. S. (2022). Fungal Cell Factories for Efficient and Sustainable Production of Proteins and Peptides. *Microorganisms*, *10*(4). <https://doi.org/10.3390/microorganisms10040753>
- Maina, U. M., Um, M., Zakaria, D., Galadima, I. B., & Gambo, F. M. (2018). A review on the use of entomopathogenic fungi in the management of insect pests of field crops. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, *6*(1), 27–32. <https://www.researchgate.net/publication/323445876>
- Meilin, A., & Nasamsir. (2016). Serangga dan Peranannya Dalam Bidang Pertanian dan Kehidupan. *Jurnal Media Pertanian*, *1*(1), 18. <https://doi.org/10.33087/jagro.v1i1.12>
- Mochi, D. A., A.C. Monteiro, and, & J.C. Barbosa. (2005). Action of pesticides to *Metarhizium anisopliae* in Soil. *Neotropical Entomology*, *6*(6), 961–971.
- Nicolopoulou-Stamati, P., Maipas, S., Kotampasi, C., Stamatis, P., & Hens, L. (2016). Chemical Pesticides and Human Health: The Urgent Need for a New Concept in Agriculture. *Frontiers in Public Health*, *4*(July), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.0148>
- Prayogo, Y. (2011). Isolasi Virulen Cendawan Entomopatogen *Lecanicillium lecanii* Sebagai Bioinsektisida untuk Pengendalian Telur Kepik Coklat *Riptortus linearis* (F.) Pada Kedelai. *Buletin Palawija*, *54*(21), 39–54.
- Rosa, E., Ekowati, C. N., Handayani, T., Ikhsanudin, A., Apriliani, F., & Arifiyanto, A. (2020). *Characterization of entomopathogenic fungi as a natural biological control of American cockroaches (Periplaneta americana)*. *21*(11). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d211131>
- 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.
- Santos, A. C. da S., Diniz, A. G., Tiago, P. V., & Oliveira, N. T. de. (2020). Entomopathogenic *Fusarium* species: a review of their potential for the biological control of insects, implications and prospects. *Fungal Biology Reviews*, 34(1), 41–57. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fbr.2019.12.002>
- Suciatmih, Kartika, T., & Yusuf, S. (2015). Jamur Entomopatogen dan Aktivitas Enzim Ekstraselulernya. *Berita Biologi*, 2(14), 131–142.
- Tambingsila, M., & Rudias. (2015). Isolasi dan Identifikasi Cendawan Berguna Asal Poso Potensinya Sebagai Agens Pengendali Serangga Hama. *AgroPet*, 12(2002), 23–30.
- Wang, X. L., & Yao, Y. J. (2011). Host insect species of ophiocordyceps sinensis: A review. *ZooKeys*, 127, 43–59. <https://doi.org/10.3897/zookeys.127.802>
- Wāng, Y., Wang, R., Wáng, Y., Li, Y., Yang, R.-H., Gong, M., Shang, J.-J., Zhang, J.-S., Mao, W.-J., Zou, G., & Bao, D.-P. (2020). Diverse function and regulation of CmSnf1 in entomopathogenic fungus *Cordyceps militaris*. *Fungal Genetics and Biology*, 142, 103415. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fgb.2020.103415>
- Watanabe, T. (2010). *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi: Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species* (3rd ed.). CRC Press.