

Infektivitas Cendawan Entomopatogen *Lecanicillium lecanii* Terhadap Mortalitas Hama Penggerek Ubi Jalar *Cylasformicarius*

Putri Kemala Dewi¹, Lutfi Afifah¹, Tatang Surjana¹, Anik Kurniati²

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Singaperbangsa Karawang, Jl. H.S RonggoWaluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat.

²Balai Besar Penelitian Organisme Pengganggu Tumbuhan (BBPOPT), Jl. Raya Kaliasin Tromol Pos 1, Jatisari, Pangulah Utara, Kecamatan Kotabaru, Kabupaten Karawang, Jawa Barat.

*e-mail:lutfiafifah@staff.unsika.ac.id

ABSTRACT

One of the factors that affect the decrease in yield and quality of sweet potatoes is the attack of the pest Cylasformicarius. The entomopathogenic fungi Lecanicilliumlecanii is one of the biological agents that can be used to control various types of insect pests. This study aimed to determine the effect of the application of the entomopotagenic fungi L. lecanii to control C. formicarius imago. The method used in this research was the experimental method with a single factor Completely Randomized Design (CRD) consisting of 4 treatments in 6 replications: Control (Aquades); 10⁶ conidia/ml; 10⁷ conidia/ml; 10⁸ conidia/ml. Observations were made every day for 10 days after application (HSA) by counting 10 imago C. formicarius that died from being sprayed with 1 ml of suspension of the fungi L. lecanii/treatment. The results showed that the conidia density of L. lecanii 10⁸conida/ml gave the most effective results against 50% mortality of C. formicarius with an LT₅₀ value of 10,024 days. Thus, the entomopathogenic fungi L. lecanii as a biological agent of C. formicarius deserves to be further developed.

Keywords: Cylasformicarius, Lecanicilliumlecanii, Mortality

ABSTRAK

Salah satu faktor yang mempengaruhi dalam penurunan hasil dan kualitas ubi jalar adalah serangan hama Cylas formicarius. Cendawan entomopatogen Lecanicillium lecanii merupakan salah satu agens hayati yang dapat digunakan untuk mengendalikan berbagai jenis serangga hama. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi cendawan entomopotagen L. lecanii untuk mengendalikan imago C. formicarius. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dan rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal yang terdiri dari 4 perlakuan dalam 6 kali ulangan : Kontrol (Aquades); 10⁶ konidia/ml; 10⁷ konidia/ml; 10⁸ konidia/ml. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 10 hari setelah aplikasi (hsa) dengan menghitung 10 imago C. formicarius yang mati akibat disemprot dengan suspensi cendawan L. lecanii sebanyak 1 ml/perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerapatan konidia L. lecanii 10⁸ konida/ml memberikan hasil paling efektif terhadap mortalitas C. formicarius sebesar 50% dengan nilai LT₅₀ sebesar 10,024 hari. Dengan demikian, cendawan entomopatogen L. lecanii sebagai agens hayati C. formicarius layak untuk dikembangkan lebih lanjut.

Kata kunci: Cylasformicarius, Lecanicillium lecanii, Mortalitas

PENDAHULUAN

Gangguan hama merupakan salah satu faktor permasalahan yang dihadapi petani

dalam peningkatan hasil produksi ubi jalar(Lapinangga dan da Lopez, 2018). Kumbang penggerek *Cylas formicarius* merupakan salah satu hama penting pada ubi

jalar yang menyerang pada musim kemarau (Indiati dan Saleh, 2010) dan dapat menurunkan produksi serta kualitas ubi jalar saat pertanaman maupun di gudang penyimpanan (Powel *et al.*, 2001). Gejala kerusakan yang diakibatkan oleh kumbang penggerek ini ditandai dengan adanya lubang-lubang kecil akibat gerakan pada permukaan kulit, mengeluarkan bau busuk yang khas, dan rasa umbi yang pahit akibat terbentuknya senyawa *furanoterpen*, *coumarin*, dan *polifenol* sehingga umbi tidak dapat dikonsumsi (Artanti *et al.*, 2013). Berdasarkan Pusat Data dan Sistem Informasi Kementerian Pertanian (2016) tercatat perkembangan ketersediaan per kapita ubi jalar di Indonesia pada tahun 1993 hingga 2020 cenderung mengalami penurunan dengan rata-rata sebesar 0,06% atau ketersediaan ubi jalar rata-rata sebesar 8,17 kilogram per kapita per tahun. Pengendalian kumbang penggerek yang dilakukan oleh petani sampai saat ini hanya mengandalkan penggunaan pestisida kimia. Menurut Prayogo (2011) lebih dari 90% petani mengaplikasikan pestisida kimia di lapangan dengan dosis dan volume semprot yang tidak sesuai anjuran sehingga memberikan dampak negatif seperti resistensi hama sasaran, resurgensi hama sekunder, terbunuhnya musuh alami, biodiversitas menurun, dan bahaya kesehatan manusia serta ternak jika terkena kontak langsung.

Melihat banyaknya dampak negatif yang ditimbulkan oleh penggunaan pestisida kimia, maka diperlukan pengelolaan untuk menekan penggunaan pestisida kimia tersebut yaitu dengan menerapkan program pengendalian secara terpadu atau PHT (Pengendalian Hama Terpadu) yang lebih selektif, efektif, berkelanjutan, dan berwawasan lingkungan (Fajarani *et al.*, 2021). Salah satu PHT yang dapat digunakan adalah pengendalian secara biologis dengan pemanfaatan agens hayati yang meliputi parasitoid, predator, dan patogen. Cendawan entomopatogen termasuk dalam kelompok patogen yang dapat digunakan untuk pengendalian hama tanaman dengan keuntungan yang dapat diperoleh antara lain kapasitas reproduksi yang tinggi, siklus hidup

yang pendek, dan memiliki ketahanan yang baik dalam kondisi yang tidak menguntungkan (Artanti *et al.*, 2013). Terdapat beberapa jenis cendawan entomopatogen yang telah dikembangkan untuk mengendalikan hama tanaman diantaranya *Metarhizium anisopliae* yang dapat melumpuhkan otot serangga; *Beauveria bassiana* yang dapat merusak jaringan serangga; serta cendawan *Lecanicillium lecanii* yang mampu memproduksi toksin seperti *dipecolinic acid* dan *cyclosporin* yang bersifat insektisidal sehingga sangat toksik terhadap serangga inang (Fadhilah dan Asri, 2019).

Lecanicillium lecanii merupakan salah satu cendawan entomopatogen yang digolongkan dalam divisi *Ascomycota* dan ordo *Hypocreales*, ditemukan pertama kali tahun 1998 oleh Zimmerman, memiliki kisaran inang luas, bersifat kosmopolit atau mudah ditemukan di daerah tropis maupun sub tropis, dan menghasilkan metabolit sekunder berupa *bassionolidae* dan asam *dipercolinic* yang bersifat insektisidal sehingga mampu menginfeksi beberapa jenis serangga inang diantaranya meliputi Ordo Orthoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Thysanoptera dan Coleoptera (Khaerati dan Indriati, 2015). Menurut hasil penelitian Putra *et al.*, (2013) kerapatan konidia *L. lecanii* 10^8 /ml efektif dalam menekan populasi hama *Bemisia tabaci* dengan mortalitas tertinggisebesar 68,5% sehingga dapat menekan intensitas serangan virus *Cowpea Mild Mottle Virus* (CMMV) pada tanaman kedelai. Sementara hasil penelitian Indriati *et al.*, (2015) menunjukkan cendawan *L. lecanii* dapat menginfeksi dan mematikan nimfa *Helopeltis antonii* sebesar 65% di laboratorium dan mengurangi tingkat makan sebesar 83,04%.

Salah satu faktor untuk meningkatkan infektivitas cendawan entomopatogen dalam pengendalian hama yaitu melakukan kombinasi dengan teknologi pengendalian lain seperti ekstrak nabati untuk meningkatkan perkecambahan konidia cendawan sehingga dapat mempercepat penetrasi terhadap serangga inang (Da Silva *et al.*, 2009). Selain itu, keberhasilan

pengendalian hama dengan cendawan entomopatogen juga ditentukan oleh kerapatan konidia yang diaplikasikan, yaitu jumlah konidia dalam setiap milliliter air (Putra *et al.*, 2013). Menurut hasil penelitian Prayogo (2011) penambahan insektisida nabati serbuk daun pacar cina (*Aglaia odorata*), serbuk biji srikaya (*Annona squamosa*), dan serbuk biji jarak (*Jatropha curcas* L.) ke dalam media tumbuh bersifat sinergis karena mampu meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan cendawan *L. lecanii* dan pada kerapatan konidia 10^8 /ml mampu meningkatkan mortalitas hama *Riptortus linearis* pada kedelai. Lebih lanjut hasil penelitian Prayogo *et al.*, (2011) menunjukkan bahwa penambahan minyak nabati kacang tanah, kedelai, dan kelapa mampu meningkatkan efikasi cendawan *L. lecanii* terhadap pengendalian telur kepik coklat hingga 40% di lapangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aplikasi kerapatan konidia cendawan *L. lecanii* yang tepat dan mampu membunuh kumbang penggerek *C. formicarius* skala laboratorium. Dengan demikian, penurunan hasil produksi ubi jalar akibat kumbang penggerek dapat ditekan dan penggunaan pestisida kimia dapat dikurangi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Agens Hayati, Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tumbuhan (BBPOPT) yang terletak di Jalan Raya Kaliasin Tromol Pos 1, Jatisari, Pangulah Utara, Kecamatan Kotabaru, Kabupaten Karawang, Jawa Barat. Penelitian dimulai dari bulan Februari 2022 sampai dengan Juni 2022. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan pola Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktor Tunggal yang terdiri 4 perlakuan dan 6 ulangan. Perlakuan tersebut antara lain Kontrol (Akuades), 10^6 konidia/ml, 10^7 konidia/ml, dan 10^8 konidia/ml. Data dianalisis dengan uji F pada taraf 5%. Jika hasil uji F berbeda nyata maka dilakukan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) taraf 5%.

Alat yang digunakan dalam penelitian

ini adalah cawan Petri, jarum N, *erlenmeyer*, tabung reaksi, *magnetic stirrer*, *vortex*, suntikan 1 ml, *haemocytometer*, mikroskop binokuler, toples, *thinwall*, *handsprayer*, *Laminar Air Flow* (LAF), alat tulis, dan kamera. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat cendawan *L. lecanii* yang berasal dari BBPOPT, media *Potato Dextrose Agar* (PDA), ekstrak biji tumbuhan jarak dan sirsak, serangga *C. formicarius*, dan Akuades steril.

Serangga uji berupa imago *C. formicarius* yang diperoleh dari perbanyakan dalam toples yang berisi ubi jalar yang terserang hama lanas. Toples disimpan di tempat yang gelap dan dijaga kelembapannya agar tidak terdapat genangan air sampai muncul imago. Imago yang muncul selanjutnya dipindahkan ke dalam toples lain yang berisi ubi segar sebagai pakan.

Isolat cendawan *L. lecanii* diperbanyak pada media *Potato Dextrose Agar* yang ditetesi dengan ekstrak biji tumbuhan jarak dan sirsak. Media PDA yang telah disterilisasi dituang ke dalam cawan petri sebanyak 10 ml lalu ditetesi ekstrak biji tumbuhan jarak dan sirsak, lalu diamkan media hingga padat. Setelah itu, isolat cendawan *L. lecanii* diinokulasikan pada media tersebut dan diinkubasi selama 15 hari. Biakan cendawan *L. lecanii* yang telah berumur 15 hari dipanen konidianya dengan cara menambahkan Akuades steril ke dalam cawan petri, lalu konidia dilepaskan menggunakan jarum N dan dimasukkan ke dalam *erlenmeyer* yang berisi 100 ml Akuades steril. Setelah itu, diaduk selama 15 menit dengan *magnetic stirrer*, lalu diambil sebanyak 0,2 ml menggunakan suntikan steril untuk ditetaskan pada bidang *Haemocytometer*. Perhitungan konidia dilakukan dengan mikroskop binokuler pada 5 (lima) kotak secara zigzag dari sisi kiri ke kanan. Hasil perhitungan kerapatan konidia tertinggi digunakan untuk aplikasi terhadap hama *C. formicarius*.

Suspensi cendawan *L. lecanii* dengan kerapatan konidia tertinggi diambil sebanyak 1 ml ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 ml Akuades steril, lalu diaduk selama 3 menit menggunakan *vortex*. Pengenceran tersebut

dilakukan hingga diperoleh kerapatan konidia 10^6 konidia/ml, 10^7 konidia/ml, dan 10^8 konidia/ml. Hasil dari pengenceran dimasukkan ke dalam *handsprayer* yang berukuran 50 ml sebanyak 1 ml/perlakuan.

Pengamatan dilakukan dengan

$$M = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

M = presentase mortalitas

n = jumlah serangga yang mati akibat terinfeksi cendawan

N = jumlah serangga yang diamati

menghitung 10 imago *C. formicarius* yang mati akibat disemprot dengan suspensi cendawan *L. lecanii* pada hari ke 1 – 10 hsa (hari setelah aplikasi). Presentase kematian *C. formicarius* dihitung dengan menggunakan rumus (Afandhi *et al.*, 2020):

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mortalitas Cylas formicarius

Tabel 1. Rata-rata presentase mortalitas *C. formicarius* selama 10 hari setelah aplikasi pada percobaan uji berbagai konsentrasi cendawan entomo patogen *L. lecanii*.

Kerapatan Konidia (konidia/ml)	Mortalitas <i>C. formicarius</i> (%)
K (aquades)	13,33c
10^6	26,67b
10^7	38,33ab
10^8	50,00a
KK (%)	16,84

Keterangan: Nilai rata-rata yang dinotasikan dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut BNT 5% setelah ditransformasi $\sqrt{x + 0,05}$. KK (Koefisien Keragaman).

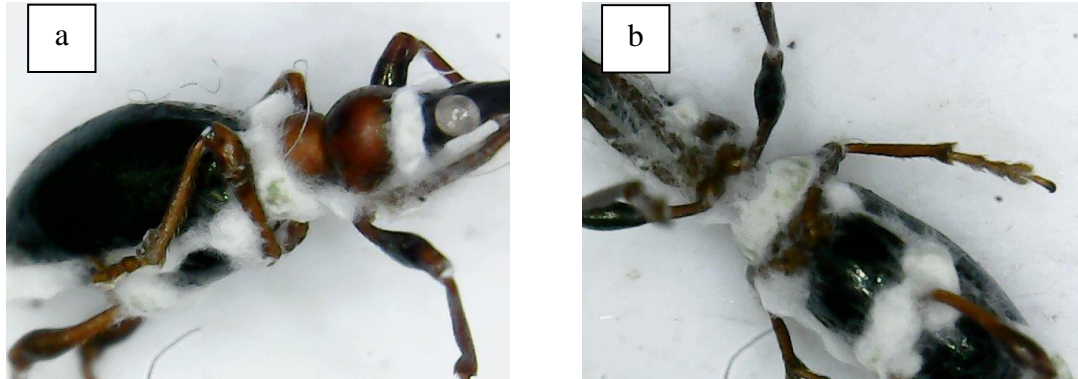
Berdasarkan (Tabel 1), diketahui terdapat pengaruh nyata antara aplikasi suspensi 3 (tiga) tingkat kerapatan konidia cendawan *L. lecanii* beserta kontrol terhadap mortalitas *C. formicarius*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa suspensi dengan kerapatan konidia 10^8 konidia/ml memberikan hasil mortalitas *C. formicarius* lebih tinggi sebesar 50% dibandingkan dengan kerapatan konidia 10^7 konidia/ml dan 10^6 konidia/ml sebesar 38,33% dan 26,67%. Kemampuan *L. lecanii* dalam mengakibatkan mortalitas pada imago *C. formicarius* secara keseluruhan terlihat bahwa semakin tinggi nilai kerapatan konidia maka semakin tinggi pula presentase mortalitas dari serangga *C. formicarius*. Tingkat kerapatan konidia cendawan *L. lecanii* yang semakin tinggi akan menghasilkan miselium dan konidia lebih banyak pula yang tumbuh dan kontak dengan tubuh larva *S. litura*, sehingga peluang konidia untuk menempel, berkecambah, dan

melakukan penetrasi ke dalam tubuh larva *S. litura* akan semakin lebih banyak (Suhairiyah *et al.*, 2013).

Menurut Sari dan Thursana (2012) menjelaskan bahwa cendawan entomopatogen dalam menginfeksi serangga sasaran terdapat 4 (empat) tahap yaitu, tahap pertama inokulasi dan kontak antara propagul cendawan dengan tubuh serangga sasaran. Tahap kedua adalah penempelan dan perkecambahan propagul cendawan entomopatogen pada integumen serangga. Tahap ketiga ialah penetrasi dan invasi pada tubuh serangga dengan bantuan enzim dan toksin yang dimiliki cendawan entomopatogen yang diikuti dengan pembentukan tabung kecambah (appresorium). Tahap keempat yaitu destruksi pada titik penetrasi dan terbentuknya blastospora yang kemudian beredar ke dalam haemolimfa membentuk hifa sekunder untuk merusak jaringan tubuh lainnya. Ketika cendawan sudah mulai

berkembang di dalam tubuh serangga, maka akan menimbulkan gejala sakit seperti gerakan yang melambat, tidak terkoordinasi dan akhirnya menyebabkan kematian. Hasil penelitian menunjukkan *C. formicarius* yang

mati terinfeksi cendawan *L. lecanii* menunjukkan ciri morfologis tubuh kaku, mengeras, dan permukaan tubuh akan mengerut serta mengeluarkan miselia melalui segmen tubuhnya (Gambar 1).

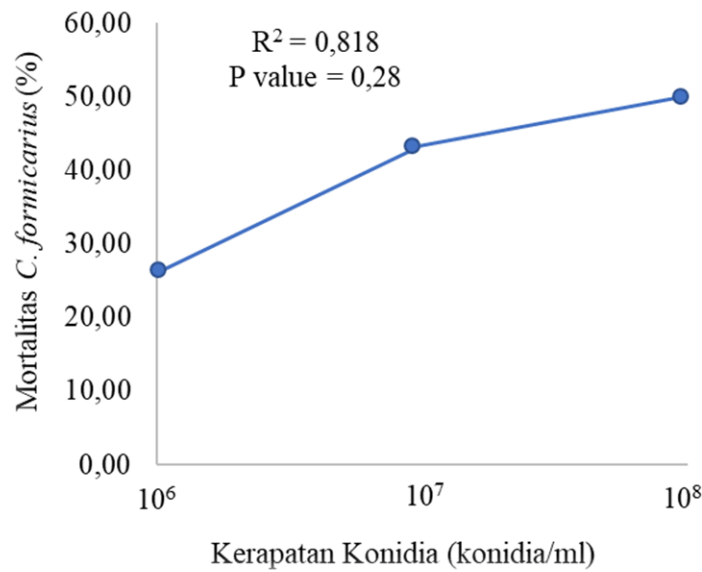


Gambar 1. Imago *C. formicarius* yang mati akibat aplikasi suspensi *L. lecanii* (a) bagian dorsal, (b) bagian ventral.

Tingkat mortalitas *C. formicarius* yang cenderung rendah pada penelitian ini diduga dipengaruhi oleh faktor suhu dan kelembapan yang kurang mendukung pada saat pengamatan percobaan. Menurut Bidochka *et al.*, (2000) cendawan entomopatogen membutuhkan suhu optimum berkisar 22-27° C dengan kelembapan optimum di atas 90% untuk melakukan perkecambahan. Pada kelembapan yang semakin tinggi cendawan semakin virulen, sehingga jika kelembapan udara lebih rendah dari 86% virulensi cendawan akan semakin menurun. Faktor lain yang menyebabkan rendahnya tingkat mortalitas imago *C. formicarius* adalah umur simpan cendawan entomopatogen. Hastuti *et al.*, (2017) menjelaskan semakin lama umur simpan cendawan entomopatogen maka cendawan akan kehabisan cadangan nutrisi. Selanjutnya, konidia cendawan akan membentuk struktur khusus untuk menghindari lingkungan yang tidak sesuai dan beberapa organ cendawan tidak efektif lagi apabila digunakan sebagai organ infeksi terhadap hama sasaran. Tekstur

dari integumen imago *C. formicarius* yang cukup keras dapat menjadi salah satu penyebab sulitnya penetrasi cendawan entomopatogen ke dalam tubuh serangga inang. Mekanisme penetrasi cendawan ke dalam tubuh serangga sangat dipengaruhi oleh struktur kutikula serangga seperti ketebalan, sklerotisasi, kandungan zat anti jamur, dan substansi nutrisi, sehingga jika semakin keras dan tebal kulit maka cendawan entomopatogen maka semakin sulit untuk menginfeksi tubuh inangnya (Anggraeni, 2018).

Berdasarkan hasil analisis regresi pada Gambar 2, hubungan antara mortalitas *C. formicarius* dengan kerapatan konidia menunjukkan nilai R^2 sebesar 0,818 dengan nilai P value yaitu 0,28. Data ini merepresentasikan bahwa kerapatan konidia mampu memberikan informasi atau menjelaskan sebesar 81,8% terhadap mortalitas *C. formicarius* dan kerapatan konidia tidak berpengaruh nyata terhadap mortalitas *C. formicarius*.



Gambar 2. Regresi hubungan antara kerapatan konidia dengan mortalitas *C. formicarius*.

Lethal Time (LT_{50})

Tabel 2. Analisis nilai probit LT_{50} kerapatan konidia *L. lecanii* terhadap mortalitas *C. formicarius*.

Kerapatan (konidia/ml)	LT_{50}
K	30,975
10^6	21,975
10^7	14,327
10^8	10,024

Berdasarkan (Tabel 2), diketahui bahwa uji kerapatan konidia *L. lecanii* terhadap nilai kematian *C. formicarius* selama 10 hsa menunjukkan nilai rata-rata LT_{50} tertinggi yaitu pada kerapatan 10^6 konidia/ml dengan 21,975 hari dan nilai rata-rata LT_{50} terendah yaitu pada kerapatan 10^8 konidia/ml dengan 10,024 hari. Hasil penelitian ini menunjukkan semakin tinggi kerapatan konidia cendawan *L. lecanii* maka semakin rendah nilai LT_{50} imago *C. formicarius* karena dengan kerapatan yang tinggi memungkinkan semakin banyaknya konidia yang menempel pada tubuh imago *C. formicarius* dan penetasi yang terjadi lebih cepat, sehingga potensi imago mengalami kematian semakin cepat dan semakin besar jumlahnya.

Anshori (2017) dalam penelitiannya menunjukkan nilai LT_{50} cendawan *B. bassiana* dan *L. lecanii* masing-masing adalah

4,67 dan 8,20 yang berarti pada kerapatan 10^9 konidia/ml mampu mematikan 50% nimfa instar I *S. annulicornis* dalam waktu 4,67 hari terinfeksi oleh *B. bassiana* dan 8,20 hari terinfeksi oleh *L. lecanii*. Keefektifan cendawan entomopatogen tersebut dalam menginfeksi serangga inang dapat dipengaruhi oleh kerapatan spora, frekuensi aplikasi, umur inang, tempat penyimpanan cendawan entomopatogen, dan media biakan.

KESIMPULAN

Kerapatan konidia cendawan *L. lecanii* paling efektif terdapat pada kerapatan 10^8 konidia/ml dengan memberikan hasil mortalitas *C. formicarius* sebesar 50% dan LT_{50} sebesar 10,024 hari.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada seluruh pegawai Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tumbuhan (BBPOPT) khususnya pegawai Laboratorium Agens Hayati yang telah memfasilitasi, membimbing, dan membantu dalam kegiatan penelitian yang dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandhi, A., Pratiwi, V. R., Hadi, M. S., Setiawan, Y., dan Puspitarini, R. D. 2020. Suitable combination between *Beauveria bassiana* (Balsamo) vuillemin and four plant leaf extracts to control *Spodoptera litura* (fabricius). *Agrivita*. 42(2) : 341–349. <https://doi.org/10.17503/agrivita.v42i2.2678>.
- Anggraeni, Y. 2018. Uji Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Lecanicillium lecanii* dan *Metarhizium anisopliae* Terhadap Hama *Phyllotreta striolata* F. (Coleoptera: Chrysomelidae). Universitas Brawijaya.
- Anshori, M. Y. A. 2017. Infektivitas *Beauveria bassiana* dan *Lecanicillium lecanii* terhadap *Sycanus annulicornis* Dohrn (Hemiptera: Reduvidae). Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Artanti, D., Isnawati, Trimulyono, G., dan Prayogo, Y. 2013. Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* dalam Mengendalikan Telur Hama Penggerek Ubi Jalar (*Cylas formicarius*). *LenteraBio*. 2(1) : 43–48. <http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/lenteraerabio>.
- Bidochka, M. J., Kamp, A. M., dan Croos, J. 2000. *Insect Pathogenic Fungi: From Genes To Populations*.
- Da Silva, R., Neves, P., Santoro, P., dan Cavaguchi, S. 2009. Effect of Agrochemicals Based on Vegetable and Mineral Oil on the Viability of Entomopathogenic Fungi *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin, *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin and *Paecilomyces* sp. Bainier. *BioAssay*. 1 (0) : 1–5. <https://doi.org/10.14295/ba.v1.0.33>.
- Fadhilah, L. N., dan Asri, M. T. 2019. Keefektifan Tiga Jenis Cendawan Entomopatogen terhadap Serangga Kutu Daun *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) pada Tanaman Cabai. *LenteraBio*. 8(1) : 56–61. <http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/lenteraerabio>.
- Fajarani, A. D., Afifah, L., dan Surjana, T. 2021. Seleksi Media Perbanyak Cendawan Entomopatogen *Metharizium rileyi* dan Efikasinya Terhadap Hama Kumbang Tepung (*Tribolium castaneum*). *Jurnal Agrotek Indonesia*. 6(1) : 44–53.
- Hatuti, D., Rusbana, T. B., dan Hidayatullah, D. N., 2017. Pengaruh Lama Penyimpanan Jamur *Metarhizium anisopliae* Terhadap Mortalitas Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) di Laboratorium. *Jurnal Agroekotek*. 9 (1) : 17 - 27.
- Indiati, S., dan Saleh, N. 2010. Hama Boleng Pada Tanaman Ubi Jalar dan Pengendaliannya. *Buletin Palawija*. 19 : 27–37.
- Indriati, G., Samsudin, dan Amaria, W. 2015. Potensi *Lecanicillium lecanii* Untuk Pengendalian *Helopeltis antonii* Pada Tanaman Teh. *Jurnal TIDP*. 2(2) : 99–106.
- Khaerati dan Indriati, G. 2015. *Lecanicillium lecanii* (Ascomycota: Hypocreales) Sebagai Agens Hayati Pengendali Hama dan Penyakit Tanaman. *SIRINOV*. 3(2) : 93–102.
- Lapinangga, N. J., dan da Lopez, Y. 2018. Pemanfaatan Bahan Nabati Lokal Berefek Pestidida untuk Mengendalikan Hama *Cylas formicarius* pada Tanaman Ubi Jalar. *Agrovigor*. 11(1) : 34–38.
- Powel, K. ., Haertemink, A. ., Egenae, J. ., Walo, C., dan Poloma, S. 2001. *Sweet Potato Weevil (Cylas formicarius) Incidence in the Humid Lowlands of PNG*. 736–745. <https://www.researchgate.net/publication>

/40119998.

- Prayogo, Y. 2011. Sinergisme Cendawan Entomopatogen *Lecanicillium lecanii* dengan Insektisida Nabati Untuk Meningkatkan Efikasi Pengendalian Telur Kepik Coklat *Riptortus linearis* Pada Kedelai. *Jurnal HPT Tropika*. 11(2) : 166–177.
- Prayogo, Y., Santoso, T., Kartosuwondo, U., dan Sudirman, L. I. 2011. Peningkatan Efikasi Cendawan *Lecanicillium lecanii* untuk Mengendalikan Telur Hama Kepik Coklat pada Kedelai. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 30(1) : 58–70.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Kementerian Pertanian. 2016. *Outlook Komoditas Pertanian Sub Sektor Tanaman Pangan*.
- Putra, G. M., Hadiastono, T., Afandhi, A., dan Prayogo, Y. 2013. Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Lecanicillium lecanii* (Deuteromycotina; Hyphomycetes) Terhadap *Bemisia tabaci* (G.) Sebagai Vektor Virus *Cowpea Mild Mottle Virus* (CMMV) Pada Tanaman Kedelai. *Jurnal HPT*.1(1) :27–39.
- Sari, K. P., dan Thursana, Y. 2012. Efikasi *Lecanicillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae*, dan *Beauveria bassiana* untuk Pengendalian Hama Kepik Hijau. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang Dan Umbi*. 680–686.
- Suhairiyah, Isnawati, dan Ratnasari, E. 2013. Pengaruh Pemberian Cendawan *Lecanicillium lecanii* terhadap Mortalitas Ulat Grayak (*Spodoptera litura*) Secara *In Vitro*. *LenteraBio*. 2(3) :253–257. <http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio>.