

**FORMULASI BIOINSEKTISIDA BERBAHAN AKTIF *Metarrhizium anisopliae* ISOLAT
LOKAL UNTUK MENGENDALIKAN HAMA *Cylas formicarius*
(BIOINSECTICIDE FORMULATION WITH ACTIVE INGREDIENTS *Metarrhizium
anisopliae* LOCAL ISOLATE FOR CONTROLLING *Cylas formicarius* PEST)**

Nina J. Lapinangga¹ Jemrifs H. H. Sonbai¹ Jacqueline A. Bunga¹

¹ *Program Studi Tanaman Pangan dan Hortikultura, Jurusan Tanaman Pangan dan Hortikultura,
Politeknik Pertanian Negeri Kupang, Nusa Tenggara Timur, Indonesia*
coresponding author: ninalapinangga@yahoo.co.id

ABSTRAK

Salah satu faktor pembatas produktivitas ubi jalar di wilayah Kabupaten Timor Tengah Selatan yaitu serangan hama *Cylas formicarius*. Pengendalian ini menggunakan pestisida sintetik dapat menimbulkan dampak negatif. Salah satu alternatif pengendalian hama yang dapat mengurangi dampak tersebut ialah pengendalian hama secara hayati. Salah satu agens hayati adalah jamur entomopatogen. Pemanfaatan bioinsektisida dari jamur entomopatogen dalam skala luas perlu memperhatikan bentuk formulasi tepat yang dapat membantu dalam hal ketersediaan, perbanyakan massal, penyimpanan dan pengaplikasiannya. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan formulasi *M. anisopliae* yang tepat dan efektif untuk produksi massal. Hasil penelitian ini berupa formulasi jamur *Metarrhizium anisopliae* isolat lokal yang diperkaya dengan tepung serangga dengan tingkat virulensi yang tinggi. Ada tiga jenis formulasi yang dibuat dan diuji yaitu formulasi pelet, tepung, dan cair. Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 kali ulangan. Data pertumbuhan jamur dan patogenesitas diuji dengan sidik ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan konidia *M. anisopliae* formulasi cair, nyata lebih besar (10.31×10^9 /ml) dibandingkan dengan formulasi pelet alginat (8.65×10^9 /ml) dan formulasi tepung (8.65×10^9 /ml). Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa jenis formulasi jamur entomopatogen *Metarrhizium anisopliae* yang diuji berpengaruh nyata terhadap mortalitas hama *Cylas formicarius*. Kematian tertinggi terdapat pada formulasi cair. Hal ini berarti bioinsektisida cair berbahan aktif *M. anisopliae* yang paling virulen terhadap larva *C. formicarius*.

Kata kunci: formulasi bioinsektisida, jamur entomopatogen, *Metarrhizium anisopliae*.

ABSTRACT

One of the limiting factors for sweet potato productivity in the South Central Timor District is the *Cylas formicarius* pest attack. This control using synthetic pesticides can have a negative impact. One alternative pest control that can reduce these impacts is biological pest control. The use of bioinsecticides from entomopathogenic fungi on a wide scale needs to pay attention to the right formulation that can help in terms of availability, mass propagation, storage and application. This study aims to find an appropriate and effective formulation of *Metarrhizium anisopliae* for mass production. The results of this study were a local isolate of the fungus *M. anisopliae* which was enriched with insect meal with a high virulence level. There are three types of formulations made and tested, namely pellet, flour, and liquid formulations. This study was arranged using a completely randomized design with 4 treatments and 4 replications. Data on fungal growth and pathogenicity were tested by means of variance and followed by the Least Significant Difference test at the 5% level. The results showed that the density of the conidia of *M. anisopliae* in the liquid formulation was significantly higher (10.31×10^9 /ml) compared to the alginate pellet formulation (8.65×10^9 /ml) and the flour formulation (8.65×10^9 /ml). The highest mortality was found in liquid formulations. This means that the liquid bioinsecticide made from *M. anisopliae* is the most virulent against *C. formicarius* larvae.

Keywords: bioinsecticide formulation, entomopathogenic fungus, *Metarrhizium anisopliae*.

PENDAHULUAN

Salah satu faktor pembatas produktivitas ubi jalar di wilayah Kabupaten Timor Tengah Selatan yaitu serangan hama *Cylas formicarius*. Hama merusak umbi tidak hanya di pertanaman, namun juga menyerang umbi yang disimpan di gudang (Capinera, 2018). Serangan hama ini dapat menyebabkan kehilangan hasil 5-97% (Chen, 2017; Kalshoven, 1981). Pengendalian *C. formicarius* menggunakan pestisida sintetik dapat menimbulkan dampak negatif. Salah satu alternatif pengendalian hama yang dapat mengurangi dampak tersebut ialah pengendalian hama secara hayati. Salah satu agens hayati adalah jamur entomopatogen. Lapinangga., dkk (2021) melaporkan bahwa jamur entomopatogen *Metarhizium anisopliae* isolat lokal yang diperkaya dengan tepung serangga *Oryctes rhinoceros* mampu meningkatkan produksi konidia, viabilitas, dan virulensi konidia jamur *M. anisopliae* sehingga layak dikembangkan sebagai bioinsektisida untuk mengendalikan hama *C. formicarius*.

Pemanfaatan bioinsektisida dari jamur entomopatogen dalam skala luas perlu memperhatikan bentuk formulasi tepat yang dapat membantu dalam hal ketersediaan, perbanyakan massal, penyimpanan dan pengaplikasiannya. Formulasi yang tepat akan menghasilkan produk yang memiliki viabilitas dan infektivitas yang tetap stabil apabila diaplikasikan di lapangan. Tujuan utama dari formulasi bioinsektisida adalah untuk mempertahankan mikroorganisme sebagai bahan aktif tetap hidup, baik dalam keadaan dorman maupun aktif tumbuh, memanipulasi kondisi untuk produksi formula secara besar-besaran dan proses pengiriman, memelihara aktivitas organisme yang diintroduksi, dan menekan pertumbuhan kontaminan yang potensial.

Wardati dan Erawati (2015) membuat formulasi isolat lokal *Beauveria bassiana* dalam bentuk cair, pasta, dan tepung. Hasil uji kualitas menunjukkan bahwa formulasi cair memberikan hasil terbaik dimana produk formulasi relatif lebih stabil, uji viabilitas tertinggi (kerapatan spora 10^9 spora/ml), uji efikasi relatif tinggi (56.67% dalam waktu 96 jam), serta waktu kematian (LT50) tercepat (89.72 jam). Namun, hal berbeda dilaporkan Prayogo dan Santoso (2013), yang menyatakan bahwa viabilitas *Lecanicillium lecanii* dalam formula tepung lebih baik dibandingkan dengan formula dalam bentuk cair. Sedangkan hasil penelitian Nuraida dan Lubis (2016), menunjukkan bahwa formulasi dalam bentuk pelet maupun tepung menunjukkan hasil yang sama terhadap lamanya penyimpanan, kerapatan konidia, viabilitas, bioaktivitas serta lamanya cendawan *M. anisopliae* bertahan di lapangan.

Hasil penelitian Pertiwi., dkk (2016), menunjukkan bahwa aplikasi *Beauveria bassiana* dengan formulasi kering menyebabkan mortalitas kutu daun tertinggi (92%) dibandingkan formulasi cair maupun pasta. Menurut Prithiva., et al (2017) formulasi minyak *B. bassiana* paling efektif terhadap kutu kebul pada tomat dengan penurunan populasi sebesar 45.86% diikuti oleh formulasi tepung (29.62 %).

Merujuk pada hasil-hasil penelitian tersebut, maka perlu dilakukan pengembangan metode produksi dan formulasi yang lebih tepat untuk *M. anisopliae* isolat lokal yang diperkaya tepung serangga untuk kebutuhan petani lokal. Masalah yang dapat dirumuskan di dalam penelitian ini adalah apakah terdapat formulasi cendawan entomopatogen *M. anisopliae* isolat lokal yang tepat untuk produksi massal. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan formulasi *M. anisopliae* yang tepat dan efektif untuk produksi massal.

Hasil penelitian ini berupa formulasi jamur *Metarhizium anisopliae* isolat lokal yang diperkaya dengan tepung serangga dengan tingkat virulensi yang tinggi. Penelitian ini penting untuk dilakukan karena ubi jalar merupakan salah satu komoditi penting dalam kehidupan sosial masyarakat Kabupaten TTS. Hama *Cylas formicarius* menjadi salah satu faktor pembatas produksi yang harus diatasi dengan memanfaatkan sumber daya alam yang tersedia.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Perlindungan Tanaman Jurusan Tanaman Pangan dan Hortikultura, Politeknik Negeri Kupang. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei – Oktober 2022.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah wadah plastik berukuran diameter 10 cm dan tinggi 15 cm, untuk perbanyakan serangga, nampan plastik untuk angin-anginkan serangga, blender untuk menghaluskan serangga, saringan untuk menyaring tepung serangga, toples kaca untuk menyimpan tepung serangga, cawan petri untuk inokulasi jamur, gelas ukur untuk mengukur larutan dan pembuatan formula, lemari pendingin untuk pengeringan serangga, botol plastik ukuran 1000 ml untuk menyimpan formulasi, timbangan digital untuk menimbang bahan kimia, rotamixer untuk mengaduk formulasi, botol plastik untuk mencampur formulasi, hand sprayer untuk aplikasi formulasi, botol plastik kecil untuk pengujian formulasi, pipet steril untuk mengambil larutan. Bahan-bahan yang digunakan adalah 3 jenis serangga untuk pembuatan tepung serangga, jamur isolat lokal *M. anisopliae* untuk pengujian, beras sebagai media perbanyakan jamur, imago hama *Cylas formicarius* sebagai serangga uji, bahan kimia pembuat formulasi (sodium alginat, ragi, etanol, kalsium glukonat, tepung jagung, kaolin, zeolit, indostick, aquades, sukrosa)

Prosedur Penelitian

- Perbanyakan serangga uji. Serangga uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah imago *Cylas formicarius*.
- Pembuatan tepung serangga. Pembuatan tepung serangga sesuai prosedur Lapinangga dkk., (2021). Penambahan jumlah tepung serangga dalam 100 ml media PDA untuk perlakuan yaitu sebanyak 3 g (Lapinangga dkk., 2021).
- Persiapan isolat *M. anisopliae*
Perbanyakan isolat dengan menggunakan media PDA yang telah ditambahkan tepung serangga. Selanjutnya *M. anisopliae* diperbanyak menggunakan media beras.
- Penyediaan tepung biomassa spora jamur *M. anisopliae*.
Tepung biomassa spora jamur diperoleh dengan cara mengeringkan jamur *M. anisopliae* yang tumbuh pada media beras. Pengeringan dilakukan di dalam lemari pendingin pada suhu 10 °C selama 12 hari. Setelah kering lalu dihaluskan dengan cara diblender dan diayak sehingga menjadi tepung halus yang mengandung biomassa spora.
Formulasi dibuat dalam bentuk kering dan cair. Formula produk yang dibuat dengan merujuk pada beberapa temuan sebelumnya.
- Pembuatan formulasi pelet alginat
Larutan sodium alginat diperoleh dengan cara melarutkan 2.5 g sodium alginat kedalam 10 ml etanol 95%. Selanjutnya tepung biomassa spora jamur sebanyak 37 g dimasukkan kedalam 100 ml larutan sodium alginat. Suspensi dicampur sampai homogen di dalam blender. Selama pencampuran, suspensi ditetesi dengan larutan kalsium glukonat 0.25 M dengan menggunakan pipet steril sebanyak 10 ml. Pelet yang dihasilkan dikeringkan. Formula yang dihasilkan siap digunakan setelah 30 hari.
- Pembuatan formulasi tepung
Bahan-bahan pembawa seperti, kaolin, zeolit, dan tepung jagung disterilkan dalam oven dengan suhu 80 °C. Kemudian tepung *M. anisopliae* dengan bahan pembawa dicampurkan di dalam kantong plastik dengan perbandingan tepung biomassa spora 40 g, kaolin 20 g, zeolit 20 g, dan tepung jagung 20 g. Formulasi kering *M. anisopliae* yang telah jadi, kemudian ditimbang sesuai taraf konsentrasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu 15g.l⁻¹. Pengujian formulasi kering berbahan aktif jamur *M. anisopliae* dilakukan dengan cara melarutkan formulasi kering dalam air lalu ditambahkan bahan perata perekat (indostick) sebanyak 1 ml.l⁻¹
- Persiapan Isolat *M. anisopliae* cair
Isolat cair yaitu dengan menggunakan media GYB (Glucose Yeast Broth). Komposisi media GYB adalah setiap 1000 ml air steril dicampur dengan sukrosa 20 g dan yeast 20 g. Media GYB kemudian direisolasi dengan jamur *M. anisopliae* yang berasal dari isolat padat kemudian diinkubasikan selama 7 hari.
- Pembuatan formulasi cair

GYB 600 ml dan sukrosa 300 g dicampur lalu diaduk sampai larut, kemudian memasukkan 10 ml minyak sayur, lalu dimasukkan dalam botol plastik volume 1000 ml. Simpan selama 30 hari. Setelah 30 hari disimpan bioinsektisida siap diaplikasikan.

- Mengukur kualitas jamur dengan menghitung kerapatan dan viabilitas spora
- Selanjutnya isolat *M. anisopliae* yang telah diformulasi diuji patogenisitasnya terhadap serangga uji.
 - a. Serangga uji dimasukkan ke dalam wadah plastik berukuran diameter 10 cm dan tinggi 15 cm, tiap wadah berisi 20 ekor imago. Serangga uji diberi pakan umbi ubi jalar.
 - b. Biakan formulasi kering jamur *M. anisopliae* diambil sebanyak 1 g, kemudian diencerkan dengan 10 ml air steril dalam tabung reaksi lalu dikocok dengan menggunakan rotamixer hingga tercampur merata. Setelah itu, suspensi jamur disemprotkan pada serangga uji sebanyak ± 5 ml.
 - c. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 7 hari setelah aplikasi atau sampai serangga uji mati. Pengamatan meliputi mortalitas serangga uji dan waktu kematian 50% dan 90% (LT50 dan 90).

Penelitian ini disusun dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 kali ulangan. Data pertumbuhan jamur dan patogenesitas diuji dengan sidik ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%. Nilai LT50 dan 90 dianalisis menggunakan analisis probit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kerapatan Konidia dan Viabilitas cendawan *M. anisopliae*

Hasil pengamatan terhadap kerapatan konidia dan viabilitas pada formulasi jamur entomopatogen *Metarrhizium anisopliae* yang berbeda menunjukkan pengaruh nyata (Tabel 1).

Tabel 1. Kerapatan Konidia 3 Formulasi Jamur Entomopatogen *Metarrhizium anisopliae*

Perlakuan (Formulasi)	Kerapatan konidia (10^9 konidia / ml)	Viabilitas (%)
Pelet alginat	8.65b	83
Tepung	8.81b	84
Cair	10.31a	90

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada $\alpha = 5\%$

Kerapatan konidia *M. anisopliae* formulasi cair, nyata lebih besar (10.31×10^9 /ml) dibandingkan dengan formulasi pelet alginat (8.65×10^9 /ml) dan formulasi tepung (8.81×10^9 /ml). Tinggi rendahnya kerapatan konidia tergantung pada bahan pembawa. Sebagaimana yang dinyatakan oleh Effendy (2010) bahwa bahan pembawa berpengaruh nyata terhadap kerapatan konidia jamur *Metarrhizium* sp

Menurut Hasyim et al. (2005) konidia jamur entomopatogen yang berada dalam formulasi cair cenderung lebih tinggi dibandingkan pada media padat. Pada formulasi cair, tidak ditambahkan bahan-bahan pembawa seperti formulasi yang lainnya, sehingga spora dapat terlihat jelas lebih banyak dibandingkan formulasi lain yang ditambahkan bahan-bahan pembawa, yang menjadikan formulasi lebih padat dan spora yang ada tidak terlihat dengan jelas dan lebih sedikit dibandingkan formulasi cair. Hal tersebut diduga karena banyak konidia yang melekat pada bahan pembawa. Selain jumlah konidia, persentase perkecambahan juga menentukan keberhasilan dari jamur entomopatogen dalam menginfeksi inangnya. Pada suhu optimum, konidia dapat berkecambah dan membentuk apresorium.

Viabilitas jamur entomopatogen menggambarkan kemampuan daya tumbuh konidia sebelum diaplikasikan ke serangga inang. Jamur entomopatogen yang sudah diformulasikan ke dalam berbagai bahan formula dapat diketahui daya viabilitasnya dari jumlah konidia yang mampu membentuk tabung kecambah (*germ tube*) atau konidia yang tumbuh membentuk koloni jika konidia ditumbuhkan di dalam media biakan. Hasil percobaan beberapa jenis formulasi entomopatogen *M. anisopliae* terhadap viabilitas konidia menunjukkan bahwa beberapa formulasi entomopatogen *M.*

anisopliae yang diuji berpengaruh sangat nyata terhadap viabilitas konidia *M. anisopliae* (Tabel 1). Uji viabilitas konidia *M. anisopliae* dilakukan untuk mengetahui seberapa besar jumlah konidia berkecambah dalam jangka waktu 24 jam setelah inokulasi. Hal ini perlu dilakukan untuk menentukan potensi jamur *M. anisopliae* menginfeksi serangga inang. Viabilitas konidia yang berkecambah dapat dicirikan dengan perubahan bentuk konidia yang semula berbentuk bulat menjadi bulat berekor. Viabilitas jamur entomopatogen *M. anisopliae* tertinggi pada formulasi cair sebesar 90%, diikuti formulasi tepung sebesar 84% dan pelet alginat sebesar 83%. Menurut Hasyim., dkk (2005), konidia jamur entomopatogen yang berada dalam formulasi cair cenderung memiliki viabilitas lebih tinggi dibandingkan pada media padat sehingga virulensi dapat meningkat. Hal ini disebabkan karena jamur entomopatogen yang tumbuh pada media cair menghasilkan mikotoksin yang lebih banyak dibandingkan yang dibiakan pada media padat. Dengan demikian, pada kondisi formulasi cair jamur entomopatogen membunuh dengan dua lini, yaitu lini pertama karena pertumbuhan konidia jamur, sedangkan pada lini kedua adalah mikotoksin yang ada di dalam formulasi.

Media yang dipakai untuk menumbuhkan jamur entomopatogen sangat menentukan laju pembentukan koloni dan jumlah konidia selama pertumbuhan. Menurut Prithiva dkk., (2017) perbedaan viabilitas konidia dapat disebabkan oleh media biakan, suhu dan kelembaban. Pada percobaan ini jumlah konidia yang berkecambah dalam jangka waktu 24 jam setelah inokulasi menunjukkan hasil sangat berbeda nyata. Hal ini disebabkan oleh bahan-bahan pembawa yang ada pada formulasi.

Patogenisitas jamur entomopatogen *Metarhizium anisopliae*

Uji patogenisitas formulasi jamur entomopatogen *Metarhizium anisopliae* dilakukan dengan mengaplikasikan formulasi pelet alginat, tepung, dan cair pada larva *Cylas formicarius* instar tiga. Hasil analisis persentase mortalitas larva uji disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Mortalitas Larva *Cylas formicarius* pada 3 formulasi jamur entomopatogen *Metarhizium anisopliae*

Perlakuan	Pengamatan hari ke- (%)						
	1	2	3	4	5	6	7
Pelet alginat	0	5	10	40 b	45 b	60 b	75 b
Tepung	0	5	10	35 b	50 b	60 b	80 b
Cair	0	10	25	60 a	85 a	90 a	100 a
Kontrol	0	0	0	0	0	0	0

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada $\alpha = 5\%$

Hasil percobaan menunjukkan bahwa jenis formulasi jamur entomopatogen *Metarhizium anisopliae* yang diuji berpengaruh nyata terhadap mortalitas hama *Cylas formicarius* pada 4 hari setelah aplikasi (hsa). Pada pengamatan 1 sampai 3 hsa, pengaruh perlakuan formulasi tidak nyata. Hari pertama setelah aplikasi belum ada serang uji yang mati, hal ini diduga karena jamur *M. anisopliae* masih membutuhkan proses penetrasi ke dalam tubuh larva. Pada 2 hsa terjadi kematian pada larva uji meskipun masih rendah, berkisar antara 5% hingga 10%. Pengamatan 4, 5, 6, dan 7 hsa perlakuan formulasi baru memberikan pengaruh yang nyata terhadap mortalitas larva uji. Kematian tertinggi setiap harinya dapat dilihat pada formulasi cair, yaitu dihari ke-4 setelah aplikasi sebesar 60%, terus meningkat hingga mortalitas mencapai 100% pada hari ke-7 setelah aplikasi.

Hal ini berarti bioinsektisida cair berbahan aktif *M. anisopliae* virulen terhadap larva *C. formicarius*, dan mengindikasikan bahwa jamur entomopatogen tersebut sangat efektif dan berpotensi dalam mengendalikan serangga hama *C. formicarius*. Herlinda et al. (2008) menambahkan bahwa *M. anisopliae* merupakan salah satu jamur entomopatogen yang terbaik dan efektif juga dalam mematikan nimfa wereng coklat.

Tingginya mortalitas serangga hama pada formulasi cair diduga karena jumlah konidia dan viabilitas konidia terbanyak terdapat pada formulasi cair (Tabel 1). Menurut Herlinda (2010), perbedaan jumlah konidia dan viabilitas konidia jamur entomopatogen berpengaruh terhadap mortalitas serangga inang. Purnomo et al., (2012) menambahkan bahwa keefektifan jamur

entomopatogen dalam mengendalikan serangga juga tergantung pada kepadatan spora, kualitas media tumbuh, daya kecambah spora, dan faktor lingkungan.

Mortalitas larva *C. formicarius* pada perlakuan diduga karena kontak langsung bioinsektisida pada tubuh larva dan adanya kandungan media serta bahan aktif yang berbeda dari masing-masing perlakuan. Purnomo dan Fitriana (2012) menyatakan bahwa pada saat terjadi kontak, spora melakukan penetrasi hingga menembus masuk ke dalam tubuh larva dan menginvasinya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa bahwa kepadatan konidia *M. anisopliae* formulasi cair, nyata lebih besar (10.31×10^9 /ml) dibandingkan dengan formulasi pelet alginat (8.65×10^9 /ml) dan formulasi tepung (8.65×10^9 /ml). Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa jenis formulasi jamur entomopatogen *Metarhizium anisopliae* yang diuji berpengaruh nyata terhadap mortalitas hama *Cylas formicarius*. Kematian tertinggi setiap harinya dapat dilihat pada formulasi cair, yaitu dihari ke-4 setelah aplikasi sebesar 60%, terus meningkat hingga mortalitas mencapai 100% pada hari ke-7 setelah aplikasi.

Pemanfaatan jamur entomopatogen *Metarhizium anisopliae* berformulasi cair dengan tingkat mortalitas yang tinggi dapat menekan populasi hama sehingga akan berdampak pada peningkatan produksi ubi jalar.

DAFTAR PUSTAKA

- Capinera, J. L. 2012. *Sweetpotato Weevil, Cylas formicarius* (Fabricius) (Insecta: Coleoptera: Brentidae (=Curculionidae)). www.edis.ifas.ufl.edu. Diakses 23 Pebruari 2021.
- Chen, J. 2017. *Evaluation of Control Tactics for Management of Sweet potato Weevil (Coleoptera: Curculionidae)*. <https://digitalcommons.lsu.edu/gradschool>. Diakses 22 Pebruari 2021.
- Hasyim, A., Yasir, & Azwana. 2005. *Seleksi Substrat untuk Perbanyakan Beauveria bassiana (Bals.) Vuill. Dan Infektivitasnya Terhadap Hama Penggerek Bonggol Pisang, Cosmopolites sordidus Germar*. J. Hort. 15(2):116-123.
- Herlinda, S., Hartono, dan C. Irsan. 2008. *Efikasi Bioinsektisida Formulasi Cair Berbahan Aktif Beauveria bassiana (Bals.)Vuill dan Metarhizium sp pada Wereng Punggung Putih Sogatella furcifera (Horv.)*. Seminar Nasional dan Kongres PATPI; Palembang, 14-16 Okt 2008.
- Herlinda, S. 2010. *Spore Density and Viability Of Entomopathogenic Fungal Isolates from Indonesia, and Their Virulence Against Aphis gossypii Glover (Homoptera: Aphididae)*. J. Tropic. Life Science. Res. 21(1):13-21.
- Kalshoven, L. G. E. 1981. *Pest of Crop in Indonesia*. PT Ichtiar Baru-Van Hoeve. Jakarta.
- Lapinangga N. J. & Yosefus Fransiskus da Lopez. 2018. *Pemanfaatan Bahan Nabati Lokal Berefek Pesticida untuk Mengendalikan Hama Cylas formicarius pada Tanaman Ubi Jalar*. Agrovigor, 11 (1): 34 – 38 (2018).
- Lapinangga N.J., Jemrift H. H. Sonbai, & Jacqueline A. Bunga. 2021. *Adding Several Types of Insect Flour to Increase The Virulence of Metarrhizium anisopliae Local Isolates Against Pests Cylas formicarius*. http://www.envirobiotechjournals.com/article_abstract.php?aid=13026&iid=364&jid=3.
- Nuraida & Aisyah Lubis. 2016. *Pengaruh Formulasi dan Lama Penyimpanan pada Viabilitas, Bioaktivitas dan Persistensi Cendawan Metarrhizium anisopliae terhadap Crocidolomia pavonana Fabricus*. Jurnal HPT Tropika. ISSN 1411-7525 Vol. 16, No. 2: 196 – 202, September 2016.

- Prayogo, Y. & Teguh Santoso. 2013. *Viabilitas dan Infektivitas Formulasi Cendawan Entomopatogen Lecanicillium lecanii sebagai Biopestisida Pengendalian Telur Kepik Coklat*. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan. Vol. 32 No. 1 2013. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang.
- Pertiwi, S. P., Rosma Hasibuan, dan Lestari Wibowo. 2016. *Pengaruh Jenis Formulasi Jamur Entomopatogen Beauveria bassiana terhadap Pertumbuhan Spora dan Kematian Kutu Daun Kedelai (Aphis glycines Matsumura)*. Jurnal Agrotek Tropika. ISSN 2337-4993 Vol. 4, No. 1: 55 – 61, Januari 2016
- Prithiva, J.N., N Ganapathy and S. Jeyarani. 2017. *Efficacy of different formulations of Beauveria bassiana (Bb 112) against Bemisia tabaci on tomato*. Journal of Entomology and Zoology Studies 2017; 5(4): 1239-1243. E-ISSN: 2320-7078 P-ISSN: 2349-6800.
- Purnomo, T.N., Aeny, dan Y. Fitriana. 2012. *Pembuatan dan Aplikasi Formulasi Kering Tiga Jenis Agensia Hayati untuk Mengendalikan Hama Pencucuk Buah dan Penyakit Busuk Buah Kakao*. Laporan Penelitian Hibah Bersaing. Bandar Lampung.
- Wardati, I dan Dyah Nuning Erawati. 2015. *Uji Formulasi Beauveria bassiana Isolat Lokal Sebagai Pengendali Hayati Hama Utama Kapas*. Jurnal Inovasi. ISSN 1411-5549. Vol. 15 No.1 Hal. 21 – 26, Januari – April 2015.