**Seleksi Media Perbanyakan Cendawan Entomopatogen *Metharizium* *rileyi dan Efikasinya Terhadap Hama Kumbang Tepung (Tribolium castaneum)***

***Selection of Entomopathogenic Fungus Propagation Media Metharizium rileyi and Its Effectiveness Against Flour Beetles (Tribolium castaneum)***

**Amalia Diah Fajarani1\*), Lutfi Afifah2) Tatang Surjana3)**

1) Staff Pengajar Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Singaperbangsa Karawang

Jl. H.S Ronggowaluyo Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat 41361

2, 3) Staff Pengajar Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Singaperbangsa Karawang

Jl. H.S Ronggowaluyo Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat 41361

\*Penulis untuk korespondensi: *lutfiafifah@staff.unsika.ac.id*

Diterima 11 Desember 2020 / Disetujui 28 Januari 2021

## *ABSTRACT*

*Propagation media rich in starch is important for the growth and development of the fungus Metharizium rileyi for its efficacy against Tribolium castaneum pests. The aim of this research was to select the best propagation media for Metharizium rileyi in order to obtain the best germination, conidia count, virulence and concentration of the propagation medium against T. castaneum. The method used was a single factor completely randomized design (RAL). The results of this study were the selection of propagation media affected the highest final colony diameter (8.00 cm). Rice media was significantly different from PDA (6.28 cm), Peanut (3.56 cm), and Bran (5.40 cm) The best conidia density was (4.62 x 10⁸ spores / ml) media Rice was not significantly different from PDA (5.95 x 10⁸ spores / ml), the highest germination capacity (58.21%) was on rice media, the difference in media weight was after 21 the highest hsi (1.85 grams) of rice was not significantly different from peanuts (2.22 grams) and rice bran (1.89 grams). The infectivity of the best propagation media on rice media had a significant effect on the mortality of T. castaneum (68.00%) at a concentration of 109 spores / ml, and the LC50 mortality rate was 5.86 x 107 spores / ml with an LT50 of 5.06 days and the difference in feed weight was not. effect on the number of insects in the T. castaneum test. The fungus M. rileyi has potential as a biological control agent to replace insecticides against T. castaneum.*

*Keywords: Conidia density, Lethal Concentration (LC50), Lethal Time (LT50), Metharizium rileyi, Mortality of Tribolium castaneum.*

## *ABSTRAK*

*Media perbanyakan yang kaya pati penting untuk pertumbuhan dan perkembangan cendawan Metharizium rileyi untuk efikasinya terhadap hama Tribolium castaneum. Penelitian bertujuan menyeleksi media perbanyakan Metharizium rileyi guna mendapatkan daya kecambah, jumlah konidia, serta virulensi dan konsentrasi media perbanyakan terbaik terhadap T. castaneum. Metode yang digunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal. Hasil penelitian ini adalah seleksi media perbanyakan berpengaruh terhadap diameter akhir koloni tertinggi (8,00 cm) media Beras berbeda nyata dengan PDA (6,28 cm), Kacang Tanah (3,56 cm), dan Bekatul (5,40 cm), kerapatan konidia terbaik yaitu (4,62 x 10⁸ spora/ml) media Beras tidak berbeda nyata dengan PDA (5,95 x 10⁸ spora/ml), daya kecambah tertinggi (58,21%) pada media Beras, selisih bobot media setelah 21 hsi tertinggi (1,85 gram) media Beras tidak berbeda nyata dengan Kacang Tanah (2,22 gram) dan Bekatul (1,89 gram). Infektivitas media perbanyakan terbaik pada media Beras berpengaruh nyata terhadap mortalitas T. castaneum (68,00%) pada konsentrasi 109 spora/ml, dan nilai kematian LC50 5,86 x 107 spora/ml dengan LT50 5,06 hari dan selisih bobot pakan tidak berpengaruh terhadap jumlah serangga uji T. castaneum. Cendawan M. rileyi mempunyai potensi sebagai agen pengendalian hayati pengganti insektisida terhadap hama T. castaneum.*

*Keywords: Kerapatan konidia, Lethal Concentration (LC50), Lethal Time (LT50), Metharizium rileyi, Mortalitas Tribolium castaneum.*

## PENDAHULUAN

Pascapanen padi mencakup pemanenan hasil dan pemrosesan gabah hingga siap digunakan konsumen. Penyimpanan merupakan salah satu tahap penting karena pada periode tersebut padi mengalami proses penurunan kwalitas dan kwantitas (Ansales, 1988). Kualitas awal, rentang waktu simpan, teknik atau metode penyimpanan, dan kondisi gudang, berpengaruh terhadap proses alami tersebut (Koehler, 2003). Salah satu masalah selama penyimpanan gabah adalah serangan hama gudang. Di Asia Tenggara yang beriklim tropis dan lembab, kerusakan pascapanen padi diperkirakan mencapai 30% (Hayasi, 2003), hama gudang menimbulkan kerusakan pada gabah sehingga menjadi kotor, timbul bau apek, berjamur, saling melekat atau bergumpal, dan adakalanya berkecambah. Kondisi tersebut mengundang hama sekunder untuk merusak gabah sehingga menambah parah tingkat kerusakan (Emery, 2005). Kumbang (Ordo Coleoptera) dan ngengat (Ordo Lepidoptera) merupakan kelompok serangga penyebab utama kerusakan gabah dalam penyimpanan (Hayasi, 2003).

Perlindungan terhadap penyimpanan produk pertanian dari ancaman serangga biasanya dilakukan dengan menggunakan organoklor, organofosfat, dan karbamat (Rahman, 2007). Aplikasi insektisida kimia yang tidak dilakukan secara bijak dalam jangka panjang akan menimbulkan masalah lingkungan diantaranya meningkatkan resistensi hama sasaran, ledakan resurjensi hama bukan sasaran, terbunuhnya musuh alami dan serangga berguna lain, pencemaran tanah dan sumber air, menurunnya biodiversitas serta bahaya kesehatan manusia jika melakukan kontak langsung (Soetopo dan Indrayani, 2017). Melihat banyaknya dampak negatif yang akan ditimbulkan, perlu pengelolaan untuk menekan penggunaan insektisida sintetis yaitu dengan menerapkan program pengendalian secara terpadu atau PHT (Pengendalian Hama Terpadu), salah satunya dengan pengendalian secara biologis dalam pemanfaatan agen hayati, Agen hayati dikelompokkan menjadi parasitoid, predator, dan patogen. Kelompok agen hayati entomopatogen seperti cendawan entomopatogen dapat digunakan (Trizelia *et al.,* 2015).

Penggunaan cendawan untuk PHT yaitu  rata-rata persen kematian *Tribolium castaneum* maksimum (88,13%) dicatat oleh *Beauveria bassiana* (1 × 108 spora/ml) dan DE (Diatomeceus Earth) 400ppm dalam kombinasi mereka setelah interval paparan 21 hari (Rizwan, M*. et al*., 2019). *Metharizium.* sp dengan kerapatan spora 2,50 x 108 spora/ml efektif membunuh rayap (*Coptotermes curvignathus*) sebanyak 100% dalam waktu 6 hari setelah aplikasi (Khairunnisa *et al*., 2014). Menurut Liu, *et al,.* (2012), media sintetik media PDA (*Potato Dextrosa Agar*), OMA (*Oatmeal Agar*), dan media selektif DOA (*The Dodine Oatmeal Agar*) merupakan media yang umumnya digunakan untuk isolasi, pemurnian dan identifikasi *Metharizium*. sp yang dilakukan di laboratorium. Media sintetik tersebut harganya relatif mahal sehingga untuk perbanyakan dan penggunaan di lapangan memerlukan media alternatif dengan biaya terjangkau.

**BAHAN DAN METODE**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Agen Hayati, Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tumbuhan (BBPOPT) yang terletak di Jalan Raya Kaliasin Tromol Pos 1, Jatisari, Pangulah Utara Kotabaru, Kabupaten Karawang, Jawa Barat.Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus – September 2020. Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) non factorial, data dianalisis dengan uji F pada taraf 5%. Jika hasil uji F berbeda nyata maka dilakukan uji lanjut dengan analisis lanjutan dengan menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) taraf 5% (Gomez dan Gomez, 2007).

Tahap pertama penelitian terdapat 4 perlakuan dan 6 ulangan dan pada tahap kedua terdapat 5 perlakuan dan 6 ulangan. Perlakuan tahap pertama yaitu media PDA (control), kacang tanah, beras dan bekatul. Perlakuan tahap ke dua konsterasi *M. rileyi* pada pengaplikasian hama *T. castaneum* yaitu insektisida sintetik berbahan aktif kloropirifos, aquades, 107 spora/ml, 108 spora/ml, 109 spora/ml.

**Pelaksanaan penelitian**

**Persiapan alat dan bahan.** Persiapan alat dan bahan yang diperlukan selama pelaksanaan penelitian yaitu isolat cendawan *M. rileyi* yang diperoleh dari koleksi Laboratorium agen hayati, BBPOPT. Serangga yang diuji adalah *T. castaneum*, diperoleh dari Laboratorium *trichogramma*, BBPOPT.

*Peremajaan Isolate*. Inokulasi starter indukan *M. rileyi* ke media PDA hingga 21 hsi*.*

**Pembuatan Media Alternatif**. Inokulasi starter indukan pada seluruh media penelitian. Pembuatan media PDA 39 g/1000ml air, beras dan kacang tanah direndam selama 12 jam, untuk media kacang tanah ditumbuk sedang tidak terlalu halus, pada media bekatul disaring untuk memisahkan bagian kotor dan kasar. Setelah itu, 25 g media dimasukkan ke dalam petridish, lalu dibungkus dengan koran dan plastik tahan panas, kemudian disterilisasi di autoclave dengan suhu 121⁰C selama 15 menit.

**Aplikasi Konsentrasi Cendawan *M. rileyi* terhadap *T. castaneum.*** Pelaksanaan penelitian pada tahap 2 (dua), yaitu pembuatan suspensi untuk aplikasi terhadap *T. castaneum*. Untuk media alternatif yang telah diinokulasi selama 21 hari, media diaduk dengan rata. Lalu, diambil 1 gr media alternatif dan dimasukkan kedalam Erlenmeyer yang berisi 100 ml aquades. Setelah itu suspensi tersebut diaduk dengan magnetic stirrer selama 15 menit agar tercampur dengan rata. Pelaksanaan aplikasi suspensi *M. rileyi* yaitu, masing – masing suspensi dari semua perlakuan diletakkan sebanyak 1 ml dalam handsprayer volume 15 ml dengan kalibrasi 10 kali semprot.

**Variabel Pengamatan**

1. Rumus perhitungan diameter dengan arah radial (Lestari, A. dan Jajuli, M., 2017) sebagai berikut:

Diameter arah radial =

ØW

ØY

ØZ

ØX

Gambar1. Perhitungan diameter akhir koloni

Keterangan :

ØW : Diameter sumbu W

ØX : Diameter sumbu X

ØY : Diameter sumbu Y

ØZ : Diameter sumbu Z

1. Teknis pengamatan kerapatan konidia cendawan *M. rileyi* diamati lewat mikroskop binokuler yang tersambung dengan monitor computer dengan pembesaran 40 x 10. Kerapatan konidia dihitung menggunakan alat *Haemocytometer* tipe *Neubauer-Improved* setelah umur cendawan mencapai 21 hsi.Kerapatan konidia dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut :
2. Teknis pengamatan daya kecambah M. rileyi dilakukan setelah biakan berumur 21 hsi dan konidia dilihat perkembangannya setelah 20 jam diinkubasi (JSI) menggunakan mikroskop dengan perbesaran 40 × 10 dan dihitung konidia yang berkecambah dan tidak berkecambah menggunakan alat bantuan hand counter. Persentase daya kecambah dihitung menggunakan rumus Goettel dan Inglis (1997) :

x 100%

1. Berat media cendawan *M. rileyi* sebelum aplikasi di timbang terlebih dahulu, lalu saat sudah aplikasi Media di timbang kembali.
2. Mortalitas, LC50, dan LT50
3. Pelaksanaan aplikasi suspensi *M. rileyi* yaitu, masing – masing suspensi dari semua perlakuan diletakkan sebanyak 1 ml dalam handsprayer volume 15 ml dengan kalibrasi 10 kali semprot. Pengamatan mortalitas *T. castaneum* dilakukan selama 10 hari setelah aplikasi (Ahdiaty, 2013). Cara menghitung mortalitas*,* menggunakan rumus berdasarkan (Siregar, *et al*., 2005) :

𝑃 = x 100%

Keterangan :

P: Persentase mortalitas

a: Jumlah imago yang mati

b: Jumlah imago yang hidup

1. Penentuan nilai LC50 dilakukan untuk mengetahui konsentrasi yang dibutuhkan untuk mematikan 50% serangga yang di uji. Penentuan nilai LC50, menggunakan aplikasi PoloPlus ver. 1.0.
2. Penentuan nilai LT50 dilakukan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk mematikan 50% serangga yang di uji, menggunakan aplikasi SPSS ver. 16.
3. Selisih bobot pakan untuk memelihara serangga dihitung dari bobot pakan awal (sebelum diberikan untuk memelihara serangga) dikurangi bobot pakan akhir, dimana satuannya adalah gram.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Periode inkubasi**

Tabel1. Rata-rata periode inkubasi *M. rileyi* pada beberapa media perbanyakan.

|  |  |
| --- | --- |
| Kode Perlakuan | Periode Inkubasi (hari) |
| PDA | 1 |
| Kacang Tanah | 1 |
| Beras | 1 |
| Bekatul | 1 |

Berdasarkan hasil pengamatan percobaan pada uji seleksi media perbanyakan dapat dilihat pada lampiran 3 dan rata-rata waktu pertumbuhan cendawan *M. rileyi* pada 4 (empat) jenis media perbanyakan disajikan pada Tabel 2.

Periode inkubasi adalah masa yang dibutuhkan *M. rileyi* untuk memperbanyak diri pada setiap media, dimulai sejak inokulasi dan *M. rileyi* mulai memperbanyak diri. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa periode inkubasi dari setiap media perbanyakan *M. rileyi,* rata-rata waktu pertumbuhan *M. rileyi* yang diujikan adalah 1 (satu) hsi. Hal ini diduga bahwa *M. rileyi* pada setiap jenis media perbanyakan memiliki kemampuan tumbuh dalam waktu yang sama dan dapat tumbuh pada setiap jenis media yang digunakan.

**Diameter akhir koloni**

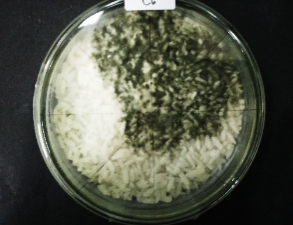
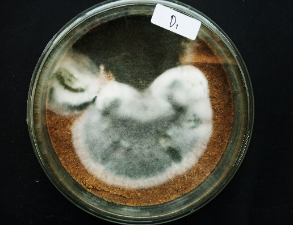
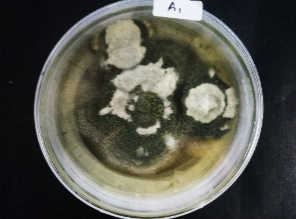
Tabel 2. Rata-rata diameter akhir koloni *M. rileyi* pada percobaan pertumbuhan cendawan *M. rileyi* pada beberapa media tumbuh alternatif.

|  |  |
| --- | --- |
| Jenis Media | Diameter Koloni (cm) |
| PDA | 6,28b |
| Kacang Tanah | 3,56c |
| Beras | 8,00a |
| Bekatul | 5,40b |
| KK (%) | 16,24 |

Keterangan : Nilai rata-rata yang dinotasikan dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut BNT 5%. KK (Koefisien Keragaman).

Media perbanyakan cendawan entomopatogen *M. rileyi* memberikan pengaruh nyata terhadap diameter akhir koloni dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil uji lanjut BNT pada taraf 5% menunjukkan bahwa jenis media perbanyakan berpengaruh signifikan terhadap diameter koloni pada 21 hsi. Hal ini diduga bahwa terdapat perbedaan kecepatan tumbuh pada beberapa jenis media perbanyakan yang dipengaruhi oleh kandungan

nutrisi pada media serta kadar oksigen dalam ruang tumbuh selama inkubasi. Rata-rata pertumbuhan diameter akhir koloni pada media beras 8,00 cm berbeda nyata dengan media PDA, bekatul dan kacang tanah yaitu masing-masing sebesar 6,28 cm, 5,40 cm, dan 3,56 cm pada (Tabel 2). Hal tersebut tidak sejalan dengan penelitian (Aena, 2019) Rata-rata pertumbuhan diameter koloni *L. lecanii* pada media PDA (9,00 cm) lebih tinggi dibanding media jagung, media beras, dan media dedak dengan masing-masing sebesar 8,83 cm, 8,76 cm, dan 5,81 cm. (Afifah dan Saputro. 2020) menyatakan diameter koloni *B. bassiana* selama 21 hari berturut-turut adalah 8,91 dan 8,89 pada media jagung dan kacang hijau nilai tersebut tidak berbeda nyata dengan pertumbuhan koloni pada PDA.



a

b

c

d

Gambar2. *M. rileyi* pada empat jenis media perbanyakan a) Kacang Tanah, b) PDA, c) Bekatul, dan d) Beras pada umur 21 hsi

Gao, *et al*. (2007) dalam studinya mengenai pengaruh perbedaan nutrisi terhadap pertumbuhan dan sporulasi beberapa agensi hayati menyimpulkan bahwa pertumbuhan miselium dan produksi spora pada media buatan tergantung karakter isolat dan kandungan nutrisi dalam media. Oleh karena itu, kandungan nutrisi baik media padat maupun cair sangat menentukan laju pertumbuhan dan virulensi cendawan (Shah dan Tariq, 2005).

**Kerapatan konidia**

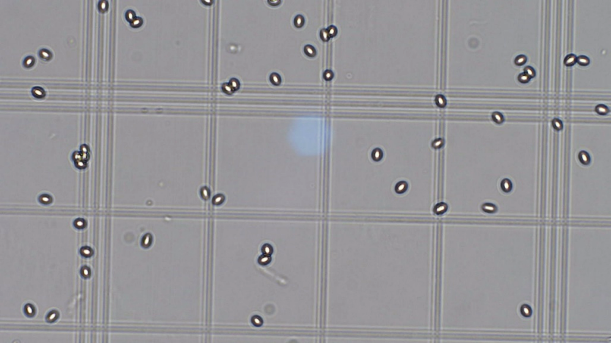
Tabel 3. Rata-rata kerapatan konidia *M. rileyi* pada percobaan pertumbuhan cendawan *M. rileyi* pada beberapa media tumbuh

|  |  |
| --- | --- |
| Jenis Media | Kerapatan Spora |
| PDA | 5,95 x 108a |
| Kacang Tanah | 1,36 x 108b |
| Beras | 4,62 x 108a |
| Bekatul | 2,55 x 108b |
| KK (%) | 5,00 |

Keterangan : Nilai rata-rata yang dinotasikan dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut BNT 5% setelah ditransformasi √Log x. KK (Koefisien Keragaman).

Media beras memberikan nilai kerapatan konidia 4,62 × 108 spora/ml tidak berbeda nyata dengan media PDA 5,95 × 108 spora/ml pada (Tabel 3), namun berbeda nyata dengan media kacang tanah dan bekatul. Media dengan jenis dan komposisi yang tepat sangat mempengaruhi pertumbuhan cendawan untuk menentukan efektivitasnya terhadap serangga inang, Sanjaya (2018) menyatakan bahwa media untuk pertumbuhan cendawan sangat menentukan laju pertumbuhan koloni dan jumlah konidia selama pertumbuhan. Jumlah konidia akan menentukan keefektifan cendawan entomopatogen dalam mengendalikan serangga inang.

Hasil peneltian sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Novianti. 2017) *M. anisopliae* dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada media perbanyakan yang mengandung karbohidrat dengan konsentrasi tinggi. Pada perlakuan media PDA sintetik dan beras menghasilkan perentase pertumbuhan yang sama yaitu 100%, hasil penelitian menunjukkan bahwa media PDA dan media beras untuk perbanyakan *M. anisopliae* memberikan hasil terbaik terhadap persentase pertumbuhan dan kerapatan konidia, kerapatan konidia pada media PDA sintetik yaitu 85,7 x 108 spora/ml dan kerapatan konidia pada media beras yaitu 31,8 x 108 spora/ml. Sejalan dengan penelitian (Wahyunendo, 2002) beras dan jagung mempunyai kandungan nutrisi cukup tinggi, termasuk bagi cendawan entomopatogen.



Gambar 3. Bentuk konidia *M. rileyi* pada perbesaran 40 x 10

**Daya kecambah**

Tabel4. Rata-rata daya kecambah *M. rileyi* pada percobaan pertumbuhan cendawan *M. rileyi* pada beberapa media perbanyakan.

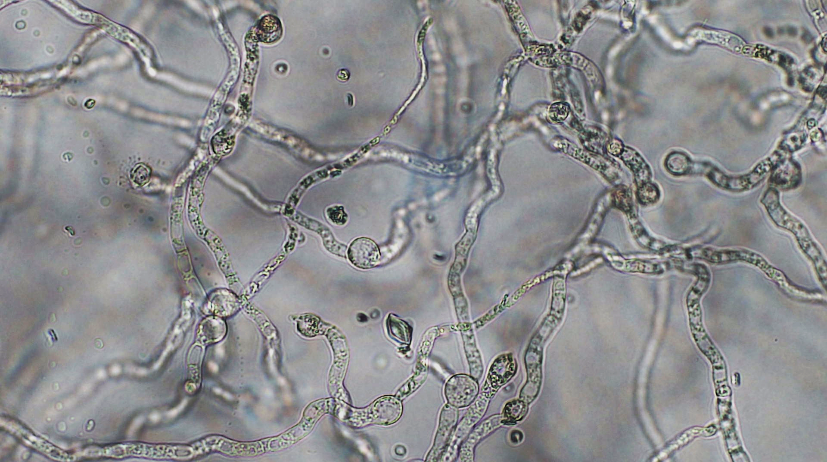
|  |  |
| --- | --- |
| Jenis Media | Daya Kecambah (%) |
| PDA | 65,68a |
| Kacang Tanah | 33,00b |
| Beras | 58,21a |
| Bekatul | 28,14b |
| KK(%) | 22,10 |

Keterangan : Nilai rata-rata yang dinotasikan dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut BNT 5%. KK (Koefisien Keragaman).

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa uji seleksi media perbanyakan cendawan entomopatogen *M. rileyi* memberikan pengaruh nyata terhadap daya kecambah dapat dilihat pada (Tabel 4). Daya kecambah merupakan kemampuan daya tumbuh konidia di awal stadia pertumbuhan cendawan sebelum diaplikasikan pada serangga inang (Prayogo dan Santoso, 2013). Daya kecambah juga mengindikasikan kemampuan konidia

yang dapat tumbuh dan berkembang apabila kondisi lingkungan mendukung (Afifah, 2011).

Kassa (2003), menyatakan bahwa daya kecambah cendawan entomopatogen untuk menginfeksi inang sebesar 80%, namun hasil penelitian tidak sejalan dengan pernyataan tersebut. Persentase perkecambahan *M. rileyi* setelah 20 jam inkubasi (JSI) yang tertinggi yaitu pada media beras 58,21% tidak berbeda nyata dengan media PDA yaitu sebesar 65,68%. Sedangkan pada penelitian (Aena, 2019) Persentase perkecambahan *L. lecanii* setelah 10 jsi pada media jagung dinilai cukup tinggi yaitu 74,31%. Desriana (2019) menunjukan bahwa media dedak yang memberikan daya kecambah tertinggi yaitu sebesar 94,23% berbeda nyata dengan media kacang hijau, namun tidak berbeda nyata dengan media PDA, dan media jagung pada cendawan *M. anisopliae*. Kansrini (2015) menyatakan bahwa viabilitas spora dipengaruhi oleh tingkat kerapatan spora dan nutrisi makanan yang terdapat di dalam media. Sumber nutrisi yang diperlukan dalam perkecambahan spora adalah protein, akan tetapi jumlah protein yang tinggi belum menjamin kemampuan spora untuk berkecambah. Sehingga perlu adanya kesesuaian komposisi antara karbohidrat, protein, pati, glukosa, yang ikut menentukan viabilitas spora untuk berkecambah.



1

2

Gambar 1. Tabung kecambah *M. rileyi* pada 20 jam setelah inkubasi (JSI) konidia (1) tabung kecambah (2) pada perbesaran 40 × 10

**Selisih bobot media**

Tabel 5. Selisih bobot media *M. rileyi* pada beberapa media tumbuh alternatif.

|  |  |
| --- | --- |
| Jenis Media | Selisih Bobot (g) |
| PDA | 1,97b |
| Kacang Tanah | 2,22a |
| Beras | 1,85b |
| Bekatul | 1,89b |
| KK (%) | 25,50 |

Keterangan : Nilai rata-rata yang dinotasikan dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut BNT 5%. KK (Koefisien Keragaman).

Pada data menunjukkan bahwa bobot sebelum inkubasi relatif lebih tinggi dari pada bobot setelah inkubasi, hal ini menunjukkan bahwa media tersebut dipergunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan cendawan *M. rileyi*. Ada energi yang dibutuhkan untuk tumbuh dan cendawan tersebut mempergunakan kandungan dari masing-masing media tersebut, sehingga pada akhir pengamatan media menunjukkan bobot yang lebih ringan, selain itu selisih bobot media juga diduga dipengaruhi pula dari bobot petri dish yang digunakan.

Selisih bobot media terkecil dicapai pada media beras sebesar 1,85 gram yang tidak berbeda nyata dengan masing-masing media bekatul dan PDA yaitu sebesar 1,89 gram dan 1,97 gram, dan berbeda nyata dengan media kacang tanah sebesar 2,22 gram (Tabel 5). Hasil uji lanjut menunjukkan selisih pada media beras jauh lebih kecil, akan tetapi angka tersebut menunjukkan bahwa terdapat penurunan bobot media tertinggi yang diduga dipengaruhi oleh aktivitas cendawan *M. rileyi* selama masa inkubasi.

Safavi *et al.,* (2007) menambahkan kebutuhan nutrisi lengkap untuk setiap spesies cendawan berbeda-beda, namun sumber energi utama yang dibutuhkan sama yaitu karbohidrat dan protein yang berpengaruh terhadap viabilitas, virulensi, dan patogenitas.

**Mortalitas *T. castaneum***

Tabel 6. Rata-rata persentase mortalitas total *T. castaneum* dengan perlakuan berbagai macam suspensi konsentrasi *M. rileyi*.

|  |  |
| --- | --- |
| Kerapatan konidia (spora/ml) | Mortalitas (%) |
| Insektisida sintetik | 96,00a |
| Aquades | 0,00e |
| 107 | 20,00d |
| 108 | 34,00c |
| 109 | 68,00b |
| KK (%) | 19,99 |

Keterangan : Nilai rata-rata yang dinotasikan dengan huruf yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata menurut BNT 5%. KK (Koefisien Keragaman).

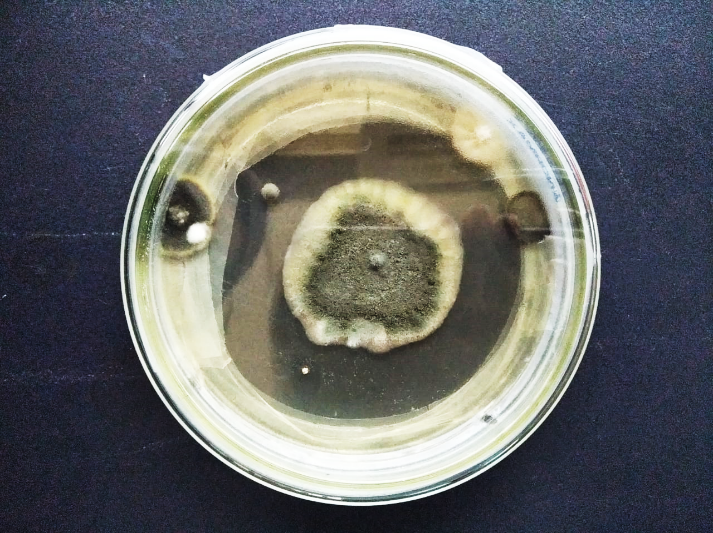
Berdasarkan Tabel 6, diketahui terdapat pengaruh nyata antara aplikasi suspensi konidia *M.rileyi* dengan 3 (tiga) tingkat kerapatan konidia berbeda serta kontrol terhadap mortalitas *T. castaneum*. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa pengendalian *T. castaneum* dengan kontrol aplikasi insektisida sintetis mematikan *T. castaneum* lebih tinggi dibanding dengan aplikasi suspensi konidia *M. rileyi.*

Menunjukkan bahwa mortalitas akibat aplikasi insektisida (A) diperoleh 96% berbeda nyata dengan aplikasi suspensi *M.rileyi* 10⁹ spora/ml, 10⁸ spora/ml dan 10⁷ spora/ml berturut-turut adalah 68%, 34% dan 20%. Mortalitas pada aplikasi suspensi *M. rileyi* 10⁹ spora/ml memberikan nilai kematian yang tidak berbanding lurus dengan persentase perkecambahan spora yaitu sebesar 58,21% (Tabel 6). Dikarenakan bahwa kelembaban untuk mortalitas kematian *T. castaneum* kurang maksimal yaitu kelembaban maksimum hanya sebesar 66% dengan rerata berkisar 54,92%. Hasil penelitian tersebut tidak sejalan dengan (Rizwan, M. *et al*., 2019) gandum yang diberikan cendawan entomopatogen *B. bassiana* dapat memberikan kematian imago *T. castaneum* maksimum 31,67% pada konsentrasi 1 × 108 spora/ml. Selain itu, cendawan *B. bassiana* mampu mengendalikan 80-100% hama tungau (Deciyanto dan Indrayani 2009).

Ciri-ciri ulat terinfeksi cendawan *M. rileyi* pada saat ditemukan di lapang, antara lain: adanya gejala mumifikasi (tubuh kaku), terbentuknya miselium berwarna putih yang menyelimuti seluruh permukaan integumen (ulat), dan adanya massa konidia yang bewarna hijau gelap (Sridhar dan Devaprasad, 1996).

Sutra *et al.,* (2013) menyatakan bahwa terjadinya peningkatan dan penurunan mortalitas yang berbeda-beda pada setiap perlakuan dikarenakan cendawan perlu melakukan penyesuaian pada tubuh serangga inang untuk berkembang dan mendapatkan nutrisi sehingga mortalitas harian dapat menurun dari hari sebelumnya. Oleh karena itu, semakin rendahnya pemberian konsentrasi maka dibutuhkan waktu yang lama untuk mematikan serangga uji karena toksin yang dihasilkan juga rendah.

Menurut Trizelia (2008) bahwa mekanisme infeksi cendawan melalui kutikula dimulai ketika penempelan dan perkecambahan spora pada kutikula. Mekanisme terjadi secara enzimatis dan kimiawi yang dapat menembus kutikula dan mengakibatkan kenaikan pH darah, penggumpalan darah, terhentinya peredaran darah sehingga serangga uji mati. Hasil penelitian menunjukkan *T. castaneum* yang mati terinfeksi cendawan *M. rileyi* menunjukkan ciri morfologis tubuh kaku, mengeras dan semakin lama permukaan tubuh akan mengkerut dan miselia akan keluar lewat segmen-segmen tubuh imago yang yang lunak (Gambar 5a).



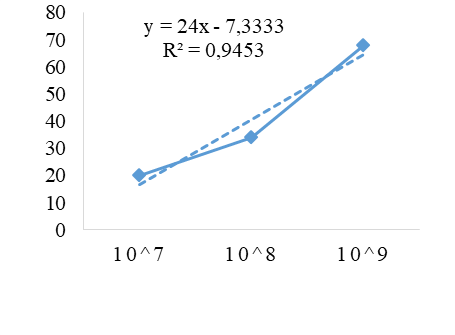
a

b

Gambar5. a) Serangga uji yang terinfeksi cendawan *M. rileyi* perbesaran 2 × 5 dan b) bangkai serangga yang ditumbuhkan pada media PDA

Pada (Gambar 6) hubungan antara mortalitas *T. castaneum* dengan kerapatan konidia ditunjukkan dengan persamaan regresi yaitu y = 24x - 7,3333. Diartikan bahwa apabila kerapatan konidia *M. rileyi* naik sebesar satu unit satuan, maka mortalitas akan naik sebesar 24%. Garis regresi pada kerapatan konidia menunjukkan nilai (R = 0,9453), data ini merepresentasikan bahwa dalam percobaan infektivitas cendawan *M. rileyi* terhadap imago *T. castaneum* dapat bekerja sesuai dengan kerapatan konidia yang digunakan.

Dengan demikian, apabila dilihat dari segi aplikasi penggunaan cendawan entomopatogen *M. rileyi* dengan kerapatan konidia 109 spora/ml dapat dijadikan alternatif pengendalian hayati karena efektivitasnya akan lebih cepat dalam mematikan hama sasaran.



107

108

109

Gambar 6. Hubungan antara kerapatan konidia dengan mortalitas *T. castaneum*

Mortalitas (%)

Kerapatan konidia (spora/ml)

**Berat susut pakan serangga uji**

Hasil uji lanjut BNT pada taraf 5% menunjukkan bahwa macam-macam konstentrasi suspensi *M. rileyi* berpengaruh signifikan terhadap bobot susut pakan serangga uji *T. castaneum*. Selisih bobot menunjukkan adanya pengurangan tetapi tidak berkurang secara berarti atau berkolerasi dengan jumlah serangga uji *T. castaneum* pada Tabel 7, karena bobot pakan awal sebesar 3 gram dan hanya berkurang sekitar 0,01-0,04 gram pada tiap ulangan konsentrasi suspensi *M. rileyi* yang diaplikasikan untuk serangga uji *T. castaneum*.

Tabel 7. Rata-rata selisih bobot pakan serangga uji *T. castaneum* pada beberapa suspensi cendawan *M. rileyi*.

|  |  |
| --- | --- |
| Kode Perlakuan | Rata-rata bobot susut pakan serangga uji (gram) |
| Insektisida sintretik | 0,02b |
| Aquades | 0,03a |
| 107 | 0,02b |
| 108 | 0,03a |
| 109 | 0,02b |
| KK (%) | 24,19 |

Keterangan : Nilai rata-rata yang dinotasikan dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut BNT 5%. KK (Koefisien Keragaman).

Selisih bobot pakan serangga uji suspensi insektisida yaitu 0,02 gram yang tidak berbeda nyata dengan masing-masing suspensi *M. rileyi* 107 spora/ml dan 109 spora/ml dengan selisih bobot pakan yang sama yaitu 0,02 gram pada (Tabel 10). Penelitian tersebut sejalan dengan (Dharmaputra, S.O., *et al*. 2014) berdasarkan analisis ragam pemberian jumlah pasangan *T. castaneum* yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap susut bobot. Susut bobot pada kontrol dan pemberian 5, 10,

dan 20 pasang *T. castaneum* setelah 3 bulan penyimpanan masing-masing ialah 0.34, 1.39, 2.35, dan 3.59% tidak berbeda nyata menurut analisis ragam. Semakin meningkatnya susut bobot disebabkan oleh peningkatan populasi serangga dengan semakin lamanya penyimpanan dan semakin bertambahnya jumlah pasangan *T. castaneum* yang diinfestasikan.

**Lethal Concentration 50 (LC50)**

Tabel 8. Uji probit konsentrasi *M. rileyi* terhadap mortalitas *T. castaneum*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| LC50 | Konsentrasi (spora/ml) | Range |
| 5,86 x 107 | 3,09 x 106<LC50<1,08 x 109 |

Hasil uji probit imago *T. castaneum* diperoleh LC50 sebesar 5,86 x 10⁷ spora/ml (Tabel 8). Berdasarkan hal tersebut, dapat dijelaskan bahwa dengan kerapatan konidia 5,86 x 107 spora/ml cendawan *M. rileyi* mampu mengakibatkan mortalitas 50% imago *T. castaneum* dalam waktu 10 hsa. Faishol (2011) juga menguji *Metarhizium brunneum* terhadap *C. formicarius* dengan nilai LC50 sebesar 4,2 x 106 spora/ml pada hari ke-10 setelah perlakuan. Maharani *et al.,* (2016) mengatakan bahwa mendapatkan nilai LC50 sebesar 4,64 x 106 spora/ml yang menguji *V. lecanii* terhadap *Helopeltis antonii*. Berbeda hal nya dengan penelitian (Amiruddin *et al*., 2012) LC50 24 jam sebesar 8,317 x 109 spora/ml terhadap larva lalat *Musca domestica*. Sedangkan pada penelitian (Anggarawati, S.H., *et al*. 2017) Berdasarkan hasil analisis probit cendawan *L. lecanii* yang dilakukan pada hari kedua hari setelah aplikasi (hsa), diperoleh LC50 sebesar 1.03 x 106 konidia/ml, dengan kata lain kerapatan konidia yang dibutuhkan untuk mengendalikan 50% populasi adalah 1.03 x 106 spora/ml.

Nilai LC50 adalah konsentrasi yang dapat menyebabkan kematian 50% dari serangga hama yang diuji pada pengamatan tertentu (Hasyim, *et al*. 2016).

**Lethal Time 50 (LT50)**

Tabel 9. Uji probit waktu pengamatan *M. rileyi* terhadap mortalitas *T. castaneum*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| LT50 | Waktu (hari) | Range |
| 5,06 | 0,09<LT50<8,01 |

Hasil uji probit imago *T. castaneum* pada 10 hsp (hari setelah perlakuan)diperoleh LT50 sebesar 5,06 (5 – 6 hari) pada (Tabel 9). Sedangkan hasil penelitian (Anggarawati, S.H., *et al*. 2017) analisis probit cendawan *L. lecanii* yang dilakukan pada hari kedua hsp, pada konsentrasi 1.03 x 106 konidia/ml untuk nilai LT50 dan LT95 masing-masing adalah 1.198 (1 – 2 hari) dan 5.25 (5 – 6 hari), untuk hasil analisis probit cendawan *B. bassiana* yang dilakukan pada hari keempat hsp, LT50 dan LT95 masing-masing adalah 4.214 (4 – 5 hari) dan 13.050 (13 hari), berbeda halnya dengan penelitian (Nunilahwati, *et.al*, 2012) dari eksplorasi cendawan entomopatogen ditemukan 9 isolat cendawan entomopatogen dari genus *B. bassiana* di sentra produksi sayuran dataran rendah kota Palembang yaitu Suak, Talang Buruk dan Kenten. Mortalitas larva *P.xylostella* tertinggi berasal dari isolat BPluS yaitu 83%, mortalitas larva *P. xylostella* terendah berasal dari isolat BNIPTr yaitu 41%, sedangkan LT50 terendah ditemukan pada isolat BPluS yaitu 2,09 hari dan LT50 tertinggi pada isolat BNIPTr yaitu 4,33 hari.

Sementara itu pada penelitian Bioinsektisida formulasi cair bahan aktif *B. bassiana* asal substrat jagung giling+200 ml EKKU 20% + 300 ml aquades dengan konsentrasi 107 spora/ml dapat mematikan nimfa *S. furcifera* sebesar 66,67%. Nilai LT50 tercepat ialah 1,69 hari terjadi pada perlakuan cendawan *B. bassiana* asal substrat jagung giling + 200 ml EKKU 20%+300 ml aquades (Herlinda, *et.al*, 2008) dan formulasi cair bioinsektisida berbahan aktif cendawan, *B. bassiana* yang diperbanyak dengan jagung (A) dan *Metarhizium.* sp yang diperbanyak dengan jagung (B) paling efektif membunuh nimfa wereng coklat.

**KESIMPULAN**

Media perbanyakan terbaik terdapat pada media beras dengan diameter akhir koloni 8,00 cm, kerapatan konidia (4,62 × 108 spora/ml) dan daya kecambah 58,21%. Media tersebut digunakan untuk suspensi konidia *M. rileyi* terbaik yaitu 10⁹ spora/ml dengan nilai mortalitas 68,00%, serta nilai LC50 diperoleh sebesar 5,86 × 107 spora/ml dan diperoleh LT50 sebesar 5,06 hari

**SARAN**

Media perbanyakan beras dapat digunakan sebagai alternatif pengganti media PDA. Aplikasi suspensi konidia *M. rileyi* 109 spora/ml dapat dijadikan alternatif pengendalian hayati *T. castaneum* karena tingkat kerapatan konidia dan mortalitas yang tinggi. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai media pertumbuhan dan konsentrasi cendawan *M. rileyi*, lebih di perhatikan kandungan nutrisi, kondisi tesktur media, dan waktu sterilisasi serta tambahan bahan pembawa (carrier) untuk mengetahui potensial media.

**DAFTAR PUSTAKA**

Aena, Qorry. 2019. Seleksi Media Alternatif Untuk Perbanyakan Cendawan Entomopatogen *Lecanicillium lecani* (Zimmermann) Viegas Serta Infektivitasnya Terhadap Hama Lanas Ubi Jalar *Cylas formicarius* (Fabricius). Skripsi, Fakultas Pertanian Universitas Singaperbangsa Karawang. Karawang.

Afifah, L. 2011. Pertumbuhan Cendawan Entomopatogen *Lecanicillium Lecanii* pada Berbagai Media serta Infektivitasnya terhadap Kutudaun Kedelai Aphis *Glycines Matsumura*

(Hemiptera: Aphididae). Skripsi pada InstitutPertanianBogor.Bogor.[Online].https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/53350 [2 Oktober 2019]

Afifah, L., & Saputro, N. W. (2020). Growth and viability of entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin in different alternative media. *E&ES*, *468*(1), 012037.

Ahdiaty, I. 2013. Pengaruh Umur Cenda;wan *Beauveria bassiana* Terhadap Infektivitasmya pada *Cylas formicarius* Fabricus (Coleoptera: Brentidae). Skripsi pada Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Aini, F.N. dan Kuswytasari, N.D,. 2013. Pengaruh Penambahan Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) Terhadap Pertumbuhan Jamur Tiram Putih (Pleurotus ostreatus). *Jurnal Sains dan Seni POMITS*. 2(1).

Anggarawati, S.H. T. Santoso. R. Anwar. 2017. Penggunaan Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* (BALSAMO) Vuillemin dan *Lecanicillium lecanii* (ZIMM) ZARE & GAMS Untuk Mengendaikan *Helopeltis antonii* SIGN (Hemiptera: Miridae). *Jurnal Silvikultur Tropika* 8 (3) : 197-202. ISSN: 2086-8227.

Ansales, S.C. 1988. “Summary Requirements for Safe Grain Storage”. In Sample, R.L. *et al*. Towards Integrated Commodity and Pest Management in Grain Storage. Proccedings and Selected Papers from the Regional Training Course in Integrated Pest Management Strategies in Grain Storage System. Philippines: National Post Harvest Institute for Research an Extension (NAPHIRE), Departement of Agriculture, June 6-18, 1988. *Jurnal Hama Pasca Panen Padi dan Pengendaliannya*: 442-472.

Deciyanto S dan Indrayani IGAA. 2009. Jamur entomopatogen Beauveria bassiana: potensi dan prospeknya dalam pengendalian hama tungau. Perspektif (Ind). 8(2): 65-73.

Desriana, R. 2019. Viabilitas Cendawan *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin Pada Beberapa Media Alternatif Dengan Umur Simpan yang Berbeda. Skripsi, Fakultas Pertanian Universitas Singaperbangsa Karawang. Karawang

Dharmaputra, S.O., H. Halid., Sanjaya. 2014. Serangan *Tribolium castaneum* pada Beras di Penyimpanan dan Pengaruhnya terhadap Serangan Cendawan dan Susut Bobot. *Jurnal Fitopatologi Indonesia* 10 (4) : 126-132

Emery, R. 2005. “Control of Stored Food Insect”. Dept. of Agriculture and State of Western Australia: Garden Note No.45. *Jurnal Hama Pasca Panen Padi dan Pengendaliannya*: 442-472.

Faishol, A. 2011. Keefektifan Cendawan *Metarhizium Brunneum* Petch Terhadap Hama Ubi Jalar *Cylas formicarius* Fabricius (Coleoptera: Brentidae). Skripsi pada Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor. [Online]. https://repository.ipb.ac.id/jspui/bitstream/123456789/64255/1/A11afa.pdf [30 Agustus 2020]

Goettel M. S., Inglis, G. D., Butt, T.M., dan Strasser, H. 1997. *Use of Hypomycetous fungi for managing insect pests.* Di dalam : Butt, T. M.,Jakson dan Magan, N. Editor, Fungi as Biokontrol Agents, Progress,Problems and Potential. London :CABI Publishing. Hlm. 23- 69.

Gao, L., M.H. Sun, X.Z. Liu, and C.S. Yong. 2007. Effects of carbon concentration and carbon to nitrogen ratio on the growth and sporulation of several biocontrol fungi. Mycol. Res. 111(1): 87−92.

Gomez, Kwanchai A. dan Gomez, Arturo A. 2007. *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian.* Terjemahan (Edisi 2). Jakarta: Universitas Indonesia Press.

Hasyim, A, Wiwin, S., Abadi, H dan Luthfy. 2016. Sinergisme Jamur Entomopatogen *Metharizium anisopliae* dengan Insektisida Kimia untuk Meningkatkan Mortalitas Ulat Bawang *Spodoptera exigua*. *Jurnal Hortikultura*. 26 (2): 257-266.

Hayasi, T. 2003. “Control of Stored Product Insect Pest Using Natural Enemies”. JIRCAS Newslatter No.34. *Jurnal Hama Pasca Panen Padi dan Pengendaliannya*: 442-472.

Indrayani, IGAA. 2011. Potensi jamur Entomopatogen *Nomuraea rileyi* (FARLOW) Samson untuk Pengendalian *Helicoverpa Armigera* hubner pada Kapas. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat Indonesian Tobacco and Fibre Crops Research Institute.

Kansrini, Y. 2015. Uji Berbagai Jenis Media Perbanyakan Terhadap Perkembangan Jamur *Beauveria bassiana* di Laboratorium*. Jurnal Agrica Ekstensia* 9: 34-39.

Kassa, A. 2003. Development and Testing of Mycoinsecticides Based on Submerged Spores and Aerial Conidia of The Entomopathogenic Fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) for Control of Locusts, Grasshoppers and

Storage Pests. [Disertation]. [https://ediss.uni-goettingen.de/bitstream/handle/11858/00-](https://ediss.uni-goettingen.de/bitstream/handle/11858/00-1735-0000-0006-AB56-B/kassa.pdf?sequence=1) [1735-0000-0006-AB56-B/kassa.pdf? sequence=1](https://ediss.uni-goettingen.de/bitstream/handle/11858/00-1735-0000-0006-AB56-B/kassa.pdf?sequence=1) [29 Oktober 2020]

Khairunnisa, A, Martina, dan Titrawani. 2014. Uji Efektivitas Jamur *Metarhizium anisopliae* Cps.T.A Isolat Lokal Terhadap Hama Rayap (*Coptotermes curvignathus*). *JOM FMIPA* 1 (2): 430-438.

Koehler, P.G. 2003. *Management of Storage Grain and Peanut Pest*. <http://edis.ifas.ufl.edu> [diakses tanggal 10 Januari 2020]

Kusnadi dan Sanjaya, Y. 2003. Pengujian Efektivitas *Starter* Jamur *Beauveria bassiana* Terhadap Mortalitas *Hypothenemus hampei. Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 9 (2) :87-91.[*e-journal*]. [https://media.neliti.com/media/publications/196564-none-526c87cc.pdf [25](https://media.neliti.com/media/publications/196564-none-526c87cc.pdf%20%5b25) Desember 2019]

Lestari, A. dan Jajuli, M. 2017. Isolasi, Karakterisasi, dan Produksi Inokulan Jamur Merang (*Volvariella volvaceae* *bull*. Ex. Fr) sing dari Beberapa Lokasi Budidaya di Karawang. Jurnal Agrotek Indonesia 2 (1): 54 - 59. [ejournal].https://journal.unsika.ac.id/index.php/agrotek/article/download/72 2/630 [17 Februari 2020]

Liu, L., Z, Rulin, Y, Laying, L, Changcong, Z, Di, dan H, Junshen. 2012. Isolation and Identification of *Metarhizium anisopliae* from Chilo Venosatus (Lepidoptera: Pyralidae) cadaver. African *Journal of Biotechnology* 11 (30).

Maharani, S.A. Rohman, F. dan Rahayu, S.E. 2016. Uji Efektifitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Balsamo dan *Verticillium Lecanii* (Zimmerman) Viegas Terhadap Mortalitas *Helopeltis antonii* Signoret. 13 hlm. [*e-journal*]. [http://jurnal-](http://jurnal-online.um.ac.id/data/artikel/artikelD91ABE35BC8DFCE5B07CDB08912A611A.pdf) [online.um.ac.id/data/artikel/artikelD91ABE35BC8DFCE5B07CDB08912](http://jurnal-online.um.ac.id/data/artikel/artikelD91ABE35BC8DFCE5B07CDB08912A611A.pdf) [A611A.pdf](http://jurnal-online.um.ac.id/data/artikel/artikelD91ABE35BC8DFCE5B07CDB08912A611A.pdf) [1 November 2019]

Novianti, Dewi. 2017. Efektivitas Beberapa Media Untuk Perbanyakan Jamur *Metharizium anisopliae*. *Jurnal Sainmatik*. 14 (2): 81 – 88.

Nunilahwati Haperidah, Herlinda Siti, Irsan Chandra & Pujiastuti Yulia. 2012. Eksplorasi, Isolasi dan Seleksi Jamur Entomopatogen *Plutella xylostella* (lepidoptera: yponomeutidae) pada Pertanaman caisin (*Brassica chinensis*) di Sumatera Selatan. *J. HPT Tropika*. ISSN 1411-7525 12, No. 1: 1

Prayogo, Y. dan T. Santoso. 2013. Viabilitas dan Infektivitas Formulasi Cendawan Entomopatogen *Lecanicillium lecanii* sebagai Biopestisida Pengendalian Telur Kepik Coklat *Riptortus linearis*. Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 32 (1)

Rahman. 2007. Ethanolic Extract of Melgota (*Nacaranga Postulata*) for Repellent Insectisidal Activity Against Rice Weevil (*Sitophilus oryzae*). *Arf J. Biotechnology*, 6 (4): 379-38

Risdianto, H. Setiadi, T. Suhardi, S.H. dan Niloperbowo, W. 2007. *Pemilihan Spesies Jamur dan Media Imobilisasi untuk Produksi Enzim Ligninolitik*. Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses. Semarang.

Rizwan, M. *et al*. 2019. Effect of the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana*, combined with diatomaceous earth on the red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst) (Tenebrionidae: Coleoptera). *Journal of Biological Pest Control*: 1-6.

Safavi, S.A. Shah, F.A. Pakdel, A.K. Rasoulian, G.R. Bandani, A.R. Butt, T.M. 2007. Efect of nutrition on growth and virulence of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana.* FEMS Microbiol Lett 270: 116 – 123. [Online]. <https://watermark.silverchair.com/270-1-116.pdf>[20 Oktober 2019].

Sanjaya, E.M. 2018. Toksisitas Metabolit Sekunder *Penicillium* sp. pada Berbagai Media Kultur untuk Mengendalikan *Spodoptera* sp. In Vitro. hlm 131-137. Talenta Conference Series: Agricultural & Natural Resources (ANR). https://talentaconfseries.usu.ac.id/ [06 Oktober 2020]

Setiawan A. N., L. Utari, dan M. Oktarini. 2005. Pengaruh macam dan ketebalan mulsa organic terhadap populasi gulma dan hasil melon (Cucumis melo L.). Planta Tropika 1(1):11-15.

Shah, F.A. and M.B. Tariq. 2005. Influence of nutrition on the production and physiology of sectors produced by the insect pathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. FEMS. Microbiol. Lett. 250(2):201−207.

Siregar AZ, Tobing MC, Pinde Lumongga. 2013. Pengendalian *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) dan *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) dengan beberapa serbuk biji sebagai insektisida botaniramah lingkungan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.

Sridhar, V. and V. Devaprasad. 1996. Mycoses of *Nomuraea rileyi* in field populations of *Spodoptera litura* in relation to four host plants. Indian J. Ent. 58: 191-193.

Sutra. Salbiah, D. dan Laoh, J.H. 2013. Uji Beberapa Konsentrasi Cendawan Entomopatogen *Beauveria Bassiana* Vuillemin Isolat Lokal untuk Mengendalikan Kumbang Janur Kelapa *Brontispa Longissima* Gestro (Coleoptera: Chrysomelidae). hlm. 1 – 12. [Online]. [http://repository.unri.ac.id:80/handle/123456789/1413](http://repository.unri.ac.id/handle/123456789/1413) [21 Oktober 2020]

Trizelia. 2008. Patogenisitas cendawan entomopatogen *Nomuraea rileyi* (Farl.) Sams. Terhadap hama *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae). Jurnal Entomologi Indonesia 5(2):108-115.

Trizelia. Armon, N. dan Jailani, H. 2015. *Keankaragaman Cendawan Entomopatogen pada Rizosfer Berbagai Tanaman Sayuran*. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia: Padang, Indonesia.

Wahyunendo, Y.D. 2002. Sporulasi cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. pada berbagai media alami dan viabilitasnya di bawah pengaruh suhu dan sinar matahari [Skripsi]. Bogor. Institut Pertanian Bogor. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. 51 hlm.