

Produksi Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* Menggunakan Substrat Kaya Pati dan Infektifitasnya terhadap *Tribolium castaneum*

Production of The Entomopathogenic Fungi Beauveria bassiana using Starch Rich Substrate and Its Infectivity against Tribolium castaneum

Lutfi Afifah^{1*}, Dhiya Mutsila Afifah¹, Tatang Surjana¹, Anik Kurniati², Rosalia Maryana²
¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Singaperbangsa Karawang
²Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tanaman, Karawang

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

ABSTRACT

The entomopathogenic fungi of *Beauveria bassiana* is known to infect the *Tribolium castaneum* pest. Mass production of *B. bassiana* is currently carried out using alternative media, the amount of conidia produced on alternative media is quite large and can tolerate temperature. This research aims to select alternative media for the propagation of *B. bassiana* to gain germination, conidia density, and virulence of the best alternative media concentration against the pest of *T. castaneum*. The method used was a compiled in the Completely Randomized Design (RAL) at all stages of research. In the first stage of alternative media selection consisting of 4 treatments in 6 replications: A (PDA); B (peanuts); C (soybean); D (old coconut meat). The second stage of alternative media infectivity consisting of 5 treatments in 5 replications: positive control (synthesis insecticide); negative control (aquades); 10^7 ; 10^8 ; 10^9 spores/ml. The results achieved that alternative media selection given a highest colony diameter is 4.39 cm on soybean, the highest conidia density is $5,61 \times 10^8$ spores/ml on peanuts, the highest germinating power is 31.76% on peanuts. Furthermore, the infectivity of alternative media obtained on peanut media had a significant effect on the mortality of *T. castaneum* (36.00%) at a concentration of 10^9 spores/ml, LC_{50} was obtained at 5.6×10^5 spores/ml, and LT_{50} within 5.42 days. The results indicated that the peanut media was a good propagation medium of *B. bassiana* and it was necessary to find other alternatives to increase the infectivity of *B. bassiana* against *T. castaneum*.

Keywords: *Beauveria bassiana*, mortality of *Tribolium castaneum*, mass production.

PENDAHULUAN

Keberadaan serangga hama *Tribolium castaneum* Herbst pada gudang produk pertanian dan industri makanan atau pakan ternak sulit dideteksi dengan mata telanjang, kecuali jika populasinya telah melimpah. Hal ini disebabkan karena baik larva maupun serangga dewasa (kumbang) melakukan aktivitas makan di dalam bahan makanan tersebut (Campbell *et al.*, 2002). Infestasi *T. castaneum* secara langsung dapat menyebabkan penurunan kualitas bahan pangan seperti tepung selama penyimpanan (Hodges *et al.*, 1996). Tingkat kerusakan ekonomi pada tepung selama penyimpanan berkisar antara 34-40% (Ajayi & Rahman, 2006).

Di Indonesia pada umumnya, pengendalian hama tersebut masih banyak menggunakan insektisida sintetik yang dilakukan secara intensif, yang dapat mengakibatkan berbagai dampak negatif, terutama terbunuhnya musuh alami dan akumulasi residu pestisida (Hasnah *et al.*, 2012). Penggunaan pestisida sintetik yang

berlebihan tentunya akan berdampak tidak hanya pada resistensi/kekebalan hama terhadap pestisida namun juga penurunan kualitas lingkungan dan pencemaran lingkungan. Pestisida sintetik dapat bertahan cukup lama di ekosistem dan sukar terdegradasi. Penggunaan pestisida sintetik berbahan aktif organofosfat, piretroid/karbamat, fosfin, dan metil bromide menjadi pestisida sintetik yang diandalkan untuk mengendalikan hama gudang (Dadang, 2004).

Pengendalian Hama Terpadu (PHT) menggunakan konsep dimana kita bisa mengintegrasikan berbagai Teknik pengendalian yang aman dan ramah lingkungan seperti penggunaan kultur teknis, pengendalian fisik, pengendalian mekanik, pengendalian biologi, dan juga pengendalian kimiawi sebagai alternatif paling akhir dalam pengendalian. Pengendalian secara biologi bisa menggunakan agens hayati seperti predator, parasitoid, entomopatogen, dan lain lain yang dinilai lebih aman terhadap lingkungan (Untung, 2001).

Pemanfaatan agens biologis sebagai pengendali hama sudah banyak dilakukan seperti contohnya pada penelitian (Herlinda *et al.* 2008) yang menggunakan bioinsektisida *B. bassiana* sebagai agen pengendali hama. *B. bassiana* di Indonesia telah banyak dipublikasikan, terutama untuk mengendalikan hama penghisap polong kedelai *Riptortus linearis*, ulat grayak *Spodoptera litura*, dan walang sangit pada padi *Leptocorisa oratoria* (Soetopo & Indrayani, 2007). Selain itu penggunaan agens hayati sebagai agens pengendali juga dilakukan oleh (Afifah (2011); Afifah & Saputro (2020); Afifah *et al.* (2020); Septian *et al.* (2021) untuk mengendalikan hama pada pertanaman jagung juga untuk mengendalikan hama kutu daun *Aphis glycines*, dan hama boleh *Cylas formicarius*.

Produksi massal *B. bassiana* saat ini menggunakan media alternatif, yaitu melalui media semi sintetik seperti PDA (*Potato Dextrose Agar*), ataupun media alternatif seperti media beras. Jumlah konidia yang dihasilkan pada media alternatif cukup besar dan mampu toleran terhadap suhu, namun tingkat virulensinya menurun dibandingkan media alami (Santoro *et al.*, 2014). Karakteristik yang digunakan untuk produksi massal harus mempunyai sporulasi yang tinggi pada media buatan, virulensi yang tinggi dalam melawan organisme target, dan kemampuan untuk bertahan pada lingkungan tempat hama tersebut berada (Moore *et al.*, 1972; Mutmainnah, 2015). Tujuan penelitian ini adalah menseleksi substrat terbaik untuk perbanyak *B. bassiana* guna mendapatkan daya kecambah, jumlah konidia, viabilitas konidia, serta mortalitasnya terhadap hama *T. castaneum*.

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen pola Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian dilaksanakan secara 2 (dua) tahap, tahap I uji seleksi media alternatif untuk perbanyak cendawan *B. bassiana*. Uji seleksi media alternatif dengan 4 perlakuan dan diulang sebanyak 6 kali. Berikut perlakuan sebagai berikut: PDA (kontrol) sebagai pembanding, kacang tanah, kacang kedelai, dan daging kelapa tua. Tahap II uji konsentrasi media alternatif terbaik terhadap hama *T. castaneum*. Pengujian dilakukan dengan 5 perlakuan dan diulang sebanyak 5 kali. Berikut 5 perlakuan untuk uji konsentrasi media alternatif cendawan *B. bassiana* terhadap *T. castaneum*: insektisida berbahan aktif klorpirofos (kontrol positif), aquades (kontrol

negatif), 10^7 konidia/ml, 10^8 konidia/ml, 10^9 konidia/ml.

Persiapan alat dan bahan

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

Pembuatan media alternative

Media alternatif PDA 39 g/1000ml air, kacang tanah dan kedelai dengan cara: kacang tanah dan kacang kedelai yang akan digunakan dicuci bersih dan direndam selama 12 jam. Setelah 12 jam, dicuci kembali lalu tiriskan dari air rendaman dan dikering-anginkan, lalu ditumbuk sampai tingkat kehancuran sedang menggunakan mortar, dan ditimbang sebanyak 25 gram/cawan petri. Pembuatan media daging kelapa tua dengan cara: daging kelapa tua dibersihkan dari kulitnya, dicuci bersih, kemudian daging kelapa tua diparut. Setelah cukup kering, daging kelapa tua tersebut ditimbang sebanyak 25 gram/cawan petri dan langsung dimasukkan ke dalam cawan petri.

Aplikasi *B. bassiana* terhadap *T. castaneum*.

Penyiapan suspensi *B. bassiana* diambil berdasarkan media alternatif terbaik yaitu pada parameter pengamatan kerapatan konidia. Suspensi media yang disiapkan dari 10 ml air yang disterilkan sebagai larutan induk kemudian dicampur menggunakan vortex selama 3 menit, setelah divortex diambil sebanyak 1 ml dan dimasukkan ke dalam 9 ml air steril untuk dilakukan perhitungan kerapatan konidia serta dibuat seri pengenceran bertingkat yang dibutuhkan (Ahdiaty, 2013). Imago *T. castaneum* diletakkan ke wadah kecil sebanyak 10 ekor di masing-masing wadah. Suspensi cendawan *B. bassiana* yang telah dibuat dan diencerkan berseri (10^7 konidia/ml, 10^8 konidia/ml, 10^9 konidia/ml, dan kontrol) diaplikasikan kepada serangga uji dengan menyemprotkan suspensi menggunakan alat semprot berukuran kecil atau bervolume 1,5 ml. Masing-masing perlakuan disemprot 1 ml/perlakuan dan diulang empat kali.

Variabel pengamatan

Pengamatan dilakukan setiap hari setelah inokulasi *B. bassiana* dilakukan pada setiap ulangan. Variabel pengamatan meliputi:

1. Periode inkubasi yaitu pada saat mulai *B. bassiana* diinokulasikan sampai koloni berhasil tumbuh.
2. Diameter koloni, umur *B. bassiana* 21 hari setelah inkubasi, diamati dengan cara mengukur diameter koloni *B. bassiana* pada cawan petri dengan menggunakan penggaris, pengukuran dilakukan pada 4 titik dan diambil rata-rata dari pengukuran tersebut (Risdiyanto, 2007; Lestari, 2017).
3. Kerapatan konidia dihitung menggunakan rumus Sudibyo (1994):

$$K = \frac{T}{n \times 0,25} \times 10^6$$

Keterangan:

K = konsentrasi konidia, T = jumlah konidia yang diamati, N = jumlah kotak yang diamati

4. Daya kecambah, dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Viabilitas} = \frac{\text{Jumlah konidia berkecambah}}{\text{Jumlah konidia yang diamati}} \times 100\%$$

Konidia yang berkecambah bisa dilihat dari ada atau tidaknya tabung kecambah dan diamati dibawah mikroskop.

5. Berat susut media, dilakukan pada awal dan akhir penyimpanan. Berat media yang hilang selama penelitian dianggap sebagai berat yang susut.

6. Mortalitas, LC₅₀, dan LT₅₀

- a. Mortalitas dihitung menggunakan rumus (Abbott, 1952; Prijono, 1999).

$$Po: \frac{r}{n} \times 100\%$$

Keterangan: Po: Persentase mortalitas, r: jumlah imago yang mati, n: jumlah imago keseluruhan.

- b. LC₅₀, nilai *lethal concentration* yang menunjukkan jumlah racun per satuan berat yang dapat mematikan populasi hewan uji (Prijono 1985).

- c. LT₅₀, waktu dalam hari yang diperlukan untuk mematikan 50% populasi serangga uji (Nandita, 2017).

7. Berat susut pakan, berat pakan yang diberi selama aplikasi sebanyak 3 gram. Penghitungan berat susut pakan menggunakan rumus yaitu: Berat susut pakan = berat awal-berat akhir (Hendrival *et al.*, 2019).

Data hasil pengamatan dianalisis ragam dengan uji lanjut BNT taraf 5%, untuk parameter LC₅₀ dan LT₅₀ dianalisis dengan analisis uji probit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Periode inkubasi

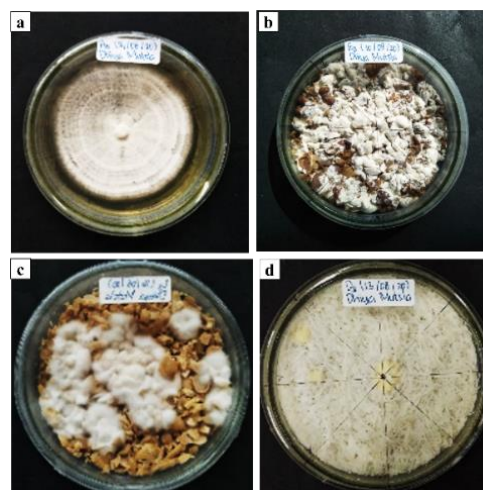
Rata-rata periode inkubasi *B. bassiana* pada media PDA, kacang tanah, dan kacang kedelai terjadi pada 1 hari setelah inokulasi (hsi), sedangkan pada media daging kelapa tua terjadi pada 2 hsi. Hal tersebut dikarenakan komposisi media merupakan salah satu faktor penentu pertumbuhan cendawan (Syafiih, 2015). Penelitian ini bertolak belakang dengan Novianti (2007), periode inkubasi *M. anisopliae* terjadi pada 3 hsi menggunakan media beras, jagung, bekatul, serbuk gergaji, sekam, dan dedak. Berbeda dengan penelitian Aena (2019), periode inkubasi *L. lecanii* adalah 1 hsi pada media jagung, beras, dan dedak. Cendawan akan tumbuh apabila terjadi kontak dengan media biakan yang diberikan karena adanya nutrisi yang dapat dimanfaatkan oleh cendawan (Gusnawaty *et al.*, 2013).

Diameter akhir koloni

Tabel 1. Rata-rata diameter koloni *B. bassiana*

Jenis Media	Diameter koloni (cm)
PDA	6,49a
Kacang tanah	4,32a
Kacang kedelai	4,39a
Daging kelapa tua	1,27b
KK (%)	23,17

Berdasarkan data yang tertera pada Tabel 1, pertumbuhan diameter koloni pada media PDA memberikan hasil tertinggi dengan rata-rata diameter koloni sebesar 6,49 cm tidak berbeda nyata dengan media kacang tanah dan kacang kedelai dengan rata-rata diameter koloni masing-masing sebesar 4,32 cm dan 4,39 cm. Penelitian ini sejalan dengan Prayogo *et al.*, (2011), pembiakkan *L. lecanii* menggunakan media minyak nabati kacang tanah konsentrasi 10 ml setelah 2 hsi menghasilkan pertumbuhan diameter koloni tertinggi sebesar 27,2 mm tidak berbeda nyata dengan media minyak kacang kedelai konsentrasi 10 ml sebesar 27,0 mm, namun berbeda nyata dengan media minyak kelapa konsentrasi 10 ml sebesar 25,8 mm. Berdasarkan penelitian Desriana (2019), diameter koloni *M. anisopliae* 21 hsi pada media kacang hijau sebesar 3,60 cm. Menurut Taurisia *et al.*, (2015), komposisi pada setiap media berbeda sehingga mengakibatkan perbedaan dalam pertumbuhan cendawan. Diameter koloni *B. bassiana* pada umur 21 hsi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *B. bassiana* pada empat jenis media tumbuh alternatif. a) PDA, b) kacang tanah, c) kacang kedelai, d) daging kelapa tua

Kerapatan konidia

Tabel 2. Rata-rata kerapatan konidia *B. bassiana*.

Jenis media	Kerapatan konidia (Konidia/ml)
PDA	8,58 x 10 ^{8a}
Kacang tanah	5,61 x 10 ^{8b}
Kacang kedelai	1,48 x 10 ^{8c}
Daging kelapa tua	3,48 x 10 ^{7d}
KK (%)	2,48

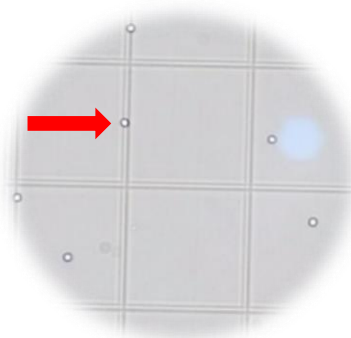
Keterangan: Nilai yang dinotasikan dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut BNT 5% setelah ditransformasi $\sqrt{\text{Log } x}$. KK (Koefisien Keragaman).

Hasil uji lanjut BNT pada taraf 5% menunjukkan bahwa jenis media alternatif memberikan tingkat variabilitas kerapatan konidia pada 4 (empat) jenis media perbanyakan cendawan *B. bassiana*. Berdasarkan data pada Tabel 2, secara umum *B. bassiana* pada media PDA memiliki rata-rata kerapatan konidia tertinggi sebesar 8,58 x 10⁸ konidia/ml, sedangkan rata-rata kerapatan konidia terendah pada media daging kelapa tua 3,48 x 10⁷ konidia/ml. Hal ini dapat terjadi karena hifa pada media PDA lebih cepat tumbuh daripada media jagung dan beras yang disebabkan adanya perbedaan nutrisi pada masing-masing media (Afifah, 2011).

Nilai rata-rata kerapatan konidia pada penelitian ini tergolong rendah diduga karena kelembaban yang tidak optimal. Suhu selama percobaan berlangsung berkisar 21,8°C - 28°C. Keadaan suhu selama percobaan optimal untuk pertumbuhan *B. bassiana*. Menurut Lecuona *et al.* (2001) dan Rosfiansyah, (2009), cendawan entomopatogen *B. bassiana* mampu berkembang pada kisaran suhu 15-35°C. Kelembaban selama percobaan berlangsung berkisar 45%- 66%. Kelembaban tersebut tidak optimal untuk pertumbuhan dan perkembangan cendawan *B. bassiana*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Soundarapandian *et al.*, (2007), bahwa konidia akan tumbuh dengan baik dan maksimum pada kelembaban udara 80-92%. Salah satu faktor yang mendukung perkembangan cendawan yaitu kelembaban udara (Novianti, 2017).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kerapatan konidia pada media kacang tanah sebesar 5,61 x 10⁸ konidia/ml masih relatif cukup tinggi. Berdasarkan penelitian Junianto *et al.*, (2000), *B. bassiana* pada media jagung

menunjukkan kerapatan konidia 2,7x10¹⁰ konidia/ml. Afifah & Saputro (2020), kerapatan konidia *B. bassiana* menggunakan media kacang hijau 21 hsi 6,75 x 10⁷ konidia/ml. Berdasarkan (Afifah *et al.*, 2021) menyatakan bahwa pada perbanyakan *Metarhizium anisopliae* media kacang hijau memberikan hasil kepadatan spora terbaik yaitu 2,08x10⁷. Sedangkan (Fajarani, 2021) menyatakan bahwa pada perbanyakan *M. anisopliae* media yang terbaik adalah media beras dan menghasilkan kerapatan konidia sebesar 4,62 x 10⁸ konidia/ml. Tingginya kerapatan konidia pada media kacang hijau ini karena dalam 100g biji mengandung protein sebesar 24%, lemak sebesar 1,20%, karbohidrat sebesar 62,90%, kalsium 125,00 mg, fosfor 320,00 mg (Triyono, 2010). Menurut Syahrir (2007), protein dan karbohidrat sangat dibutuhkan cendawan untuk pertumbuhan vegetatif dan pembentukan konidia. Bentuk konidia cendawan *B. bassiana* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Bentuk konidia cendawan *B. bassiana* pada perbesaran 400x

Daya kecambah

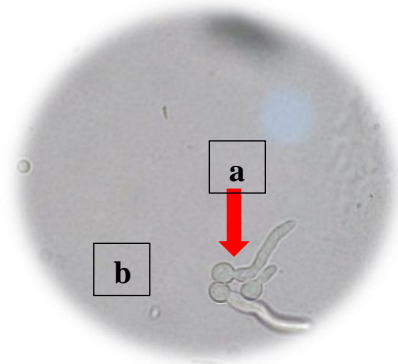
Tabel 3. Rata-rata daya kecambah *B. bassiana*.

Jenis media	Daya kecambah (%)
PDA	63,46a
Kacang tanah	31,76b
Kacang kedelai	29,82b
Daging kelapa tua	6,38c
KK (%)	27,93%

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

Hasil uji lanjut BNT pada taraf 5% menunjukkan bahwa jenis media alternatif memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kerapatan konidia *B. bassiana* umur 21 hsi. Pada Tabel 3 tampak bahwa daya kecambah dengan

media kacang tanah dan kacang kedelai tidak menunjukkan perlakuan berbeda nyata. Penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Afifah & Saputro (2020), daya kecambah *B. bassiana* pada media kacang hijau sebesar 65,76%. Penelitian Alfian (2019), *M. anisopliae* menggunakan media *Coconut Water and Extract Larvae Sucrose Agar* (CWELSA) menghasilkan daya kecambah 97,17%. Pada penelitian Effendy (2010), *M. anisopliae* pada media tepung jagung menghasilkan daya kecambah 59,5%. Menurut Pujiastuti *et al.* (2006), perbedaan viabilitas konidia dapat disebabkan oleh media biakan, suhu, dan kelembaban selama percobaan berlangsung. Bentuk konidia *B. bassiana* yang telah berkecambah dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Konidia cendawan *B. bassiana* yang telah berkecambah pada 16 Jam Setelah Inkubasi (jsi). (a) tabung kecambah (b) tabung kecambah yang berkembang menjadi hifa

Berat susut media

Tabel 4. Rata-rata berat media *B. bassiana* pada beberapa media tumbuh alternatif.

Jenis media	Selisih berat media (g)
PDA	1,70a
Kacang tanah	1,53a
Kacang kedelai	1,52a
Daging kelapa tua	1,24b
KK (%)	11,90

Hasil uji lanjut BNT pada taraf 5% menunjukkan bahwa jenis media alternatif memberikan pengaruh yang signifikan terhadap berat susut media *B. bassiana*. Berdasarkan data pada Tabel 4, media PDA memberikan hasil berat susut media tertinggi dengan rata-rata sebesar 1,70 gram tidak berbeda nyata dengan media kacang tanah dan kacang kedelai dengan

rata-rata berat susut masing-masing sebesar 1,53 gram dan 1,52 gram, namun berbeda nyata dengan media daging kelapa tua dengan rata-rata berat susut media sebesar 1,24 gram. Hasil berat susut tertinggi yang terjadi pada media PDA tidak berarti bahwa rendahnya aktivitas cendawan dalam memanfaatkan nutrisi pada substrat. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Desriana (2019), yang menyebutkan bahwa berat susut media *M. anisopliae* tertinggi terjadi pada 42 hsi sebesar 2,64 gram pada media kacang hijau. Aena (2019), berat susut media *L. lecanii* tertinggi terjadi pada media jagung 21 hsi 1,35 gram. Kandungan nutrisi yang tersedia pada media tersebut, cendawan lebih mudah untuk merombak nutrisi yang ada di dalam media untuk dapat diserap. Selain itu aktivitas cendawan juga menyebabkan berkurangnya kadar air (Gusnawaty *et al.*, 2013).

Mortalitas *T. castaneum* setelah aplikasi *B. bassiana*

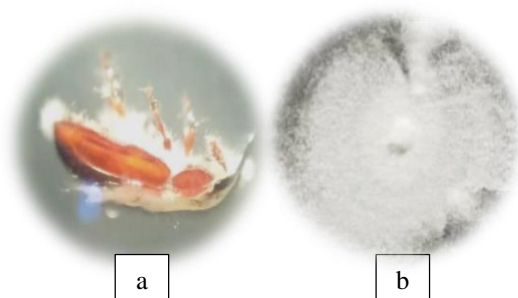
Tabel 5. Rata-rata persentase mortalitas total *T. castaneum*.

Kerapatan konidia (konidia/ml)	Mortalitas (%)
K _{atas}	88,00a
K _{bawah}	2,00d
10 ⁷	14,00b
10 ⁸	22,00c
10 ⁹	36,00c
KK (%)	26,55

Keterangan: Nilai yang dinotasikan dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut BNT 5%. KK (Koefisien Keragaman). K (kontrol)_{atas}: insektisida sintesis; K (kontrol)_{bawah}: akuades.

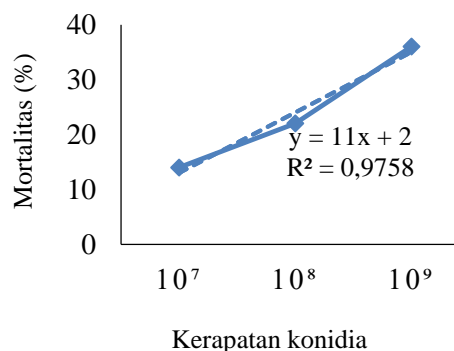
Hasil uji lanjut BNT pada taraf 5% menunjukkan bahwa terdapat pengaruh nyata antara aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* dengan tiga (3) tingkat kerapatan konidia berbeda serta kontrol terhadap mortalitas *T. castaneum*. Nilai rata-rata mortalitas pada Tabel 5, aplikasi insektisida sintesis memberikan nilai rata-rata mortalitas sebesar 88% berbeda nyata dengan seluruh aplikasi menggunakan suspensi konidia *B. bassiana* yang berasal dari media kacang tanah. Namun, aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* 10⁹ konidia/ml dengan rata-rata mortalitas 36% tidak berbeda nyata dengan aplikasi 10⁸ konidia/ml rata-rata mortalitas 22%. Nilai rata-rata mortalitas pada aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* 10⁹ konidia/ml tidak sejalan dengan penelitian Bashir *et al.*

2018), aplikasi *B. bassiana* 9×10^7 konidia/ml pada 21 hari setelah aplikasi (hsa) mortalitas *T. castaneum* sebesar 49%. Yassin *et al.*, (2020), aplikasi *B. bassiana* 1×10^9 konidia/ml terhadap *S. oryzae* mortalitas sebesar 98,8%, sedangkan aplikasi *M. anisopliae* 1×10^9 konidia/ml terhadap *S. oryzae* menghasilkan mortalitas 28,2% pada 10 hsa. Menurut Bari (2006), tingkat kematian *C. formicarius* yang disebabkan oleh *B. bassiana* adalah 10^8 konidia/ml pada hari ke-6 sampai ke-10 hampir 100%. Menurut Trizelia *et al.* (2010), semakin tinggi konsentrasi konidia yang diinfeksi, maka semakin tinggi kontak antara patogen dengan inang. Semakin tinggi serangan tersebut, maka proses kematian serangga yang terinfeksi akan semakin cepat. Kondisi *T. castaneum* yang terinfeksi oleh cendawan *B. bassiana* disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. (a) *T. castaneum* yang mati karena aplikasi suspensi *B. bassiana* dilihat menggunakan perbesaran 2,5x. (b) koloni *B. bassiana* yang tumbuh dari hasil *surface sterilization*.

Pada Gambar 5 tampak hubungan antara mortalitas *T. castaneum* dengan tingkat kerapatan konidia *B. bassiana* ditunjukkan dengan persamaan regresi yaitu $y = 11x + 2$. Hal ini menunjukkan bahwa, jika kerapatan konidia cendawan *B. bassiana* dari media alternatif naik sebesar satu unit satuan, maka mortalitas *T. castaneum* akan naik 11 %. Garis regresi dengan menggunakan tiga kerapatan konidia 10^7 , 10^8 , dan 10^9 konidia/ml menunjukkan hubungan linier dengan nilai $R^2 = 0,9758$. Hasil regresi tersebut memberikan pengaruh nyata dari penambahan kerapatan konidia terhadap tingkat mortalitas *T. castaneum*. Nilai mortalitas tertinggi terdapat pada aplikasi suspensi konidia 10^9 konidia/ml, sehingga dapat dijadikan alternatif pengendalian hayati karena efektivitasnya akan lebih cepat dalam mematikan hama sasaran.



Gambar 5. Hubungan antara kerapatan konidia cendawan entomopatogen *B. bassiana* dengan mortalitas *T. castaneum*

Pengukuran LC₅₀ dan LT₅₀

Tabel 6. Uji probit *B. bassiana* terhadap LC₅₀ dan LT₅₀

Analisis Probit	<i>B. bassiana</i>
LC ₅₀	$5,6 \times 10^5$ konidia/ml
LT ₅₀	5,42 hari

Hasil uji probit yang tertera pada Tabel 6, nilai LC₅₀ sebesar $5,6 \times 10^5$ konidia/ml. Berdasarkan hal tersebut, dengan kerapatan konidia yang berasal dari *B. bassiana* pada media kacang tanah $5,6 \times 10^5$ konidia/ml mampu mengakibatkan kematian pada imago *T. castaneum* sebesar 50%. Hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian Akmal *et al.*, (2020), LC₅₀ sebesar $3,31 \times 10^8$ konidia/ml pada *B. bassiana* terhadap *T. castaneum* instar ke-2 pada 7 hsa dan pengaplikasian dengan menggunakan *Isaria fumosorosea* terhadap instar ke-2 *T. castaneum* memperoleh nilai LC₅₀ sebesar $4,18 \times 10^8$ konidia/ml pada 7 hsa. Nandita (2017) memperoleh nilai LC₅₀ sebesar $1,9 \times 10^9$ konidia/ml pada pengaplikasian *B. bassiana* terhadap imago *R. linearis*. Ratissa (2011), memperoleh nilai LC₅₀ *B. bassiana* untuk *C. formicarius* sebesar $1,1 \times 10^9$ konidia/ml.

Menurut Priyanto (2009), LC₅₀ merupakan konsentrasi yang diberikan sekali (tunggal) atau beberapa kali dalam 24 jam dari suatu zat secara statistik yang diharapkan dapat mematikan 50% hewan uji. Kemampuan patogen dalam menginfeksi serangga sasaran ditentukan oleh tiga faktor yaitu patogen, serangga inang, lingkungan dan waktu. Jenis patogen, besaran dosis dan konsentrasi, serta cara aplikasi akan mempengaruhi mortalitas serangga. Sedangkan dari segi inang, faktor fisiologis dan morfologis

setiap serangga uji mempengaruhi kerentanan serangga terhadap cendawan (Inglis *et al.*, 2001).

Hasil uji probit pada Tabel 6 dapat diketahui bahwa LT_{50} sebesar 5,42 hari. Dapat dijelaskan bahwa pengaplikasian menggunakan *B. bassiana* $5,6 \times 10^5$ konidia/ml dalam waktu 5 sampai 6 hari mampu mengakibatkan kematian pada imago *T. castaneum* sebesar 50%. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Sepe *et al.*, (2020), *B. bassiana* 10^6 konidia/ml menghasilkan nilai LT_{50} 5,31 hari pada imago *T. castaneum*. Berdasarkan penelitian Ozdemir *et al.* (2020), LT_{50} untuk mematikan imago *Callosobruchus maculatus* sebesar 5,17 hari menggunakan *M. anisopliae* 10^8 konidia/ml pada suhu 22 °C dan menggunakan *B. bassiana* 10^8 konidia/ml memperoleh nilai LT_{50} sebesar 4,07 hari pada suhu 26 °C. Berbeda dengan Ak (2019), nilai LT_{50} dari *I. fumosorosea* dan *M. anisopliae* untuk imago *S. oryzae* pada konsentrasi 10^8 konidia/ml menghasilkan nilai LT_{50} masing-masing sebesar 2,75 hari dan 2,88 hari pada suhu 20°C. Kematian pada imago *T. castaneum* juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan diantaranya suhu. Menurut Kartasapoetra (2008), suhu digolongkan tinggi jika suhu tersebut lebih rendah 30°C. Hal ini sejalan dengan pendapat Dadang & Priyono (2008), pada kisaran suhu tertentu, daya racun senyawa bioaktif pada umumnya meningkat dengan semakin tingginya suhu karena peningkatan suhu akan mempercepat terjadinya interaksi senyawa bioaktif dengan bagian sasaran atau mempercepat terbentuknya senyawa metabolit yang lebih beracun.

Berat susut pakan

Tabel 7. Rata-rata berat susut pakan pada *T. castaneum* dengan perlakuan berbagai konsentrasi *B. bassiana*.

Kerapatan konidia (konidia/ml)	Berat susut pakan (g)
K _{atas}	0,00a
K _{bawah}	0,03a
10^7	0,02a
10^8	0,01a
10^9	0,01a
KK (%)	0,996

Hasil analisis ragam pada Tabel 7 menunjukkan bahwa pemberian 10 ekor hama *T. castaneum* memberikan pengaruh yang tidak signifikan terhadap berat susut pakan selama aplikasi berlangsung. Berat susut pakan

tertinggi terdapat pada kontrol_{bawah} (akuades) sebesar 0,03 gram. Hasil ini sejalan dengan penelitian Dharmaputra *et al.* (2014), bahwa pemberian 10 pasang *T. castaneum* pada pakan beras setelah 3 bulan penyimpanan tidak memberikan pengaruh yang nyata. Menurut Hendrival & Riska (2019), terdapat peningkatan persentase susut bobot tepung sorgum varietas Suri 4 yaitu 21,68% yang diberi 100 imago *T. castaneum*. Menurut Dharmaputra *et al.* (2014), semakin meningkatnya susut bobot dapat disebabkan oleh peningkatan populasi serangga dengan semakin lamanya penyimpanan dan semakin bertambahnya jumlah pasangan *T. castaneum* yang diinfestasikan. Hal ini sesuai dengan penelitian Hendrival *et al.* (2016), bahwa peningkatan persentase susut bobot tepung selama penyimpanan ditentukan oleh populasi dan median waktu perkembangan *T. castaneum*.

KESIMPULAN

Media kacang tanah memberikan nilai kerapatan konidia, daya kecambah, dan selisih berat susut media tertinggi dengan nilai rata-rata masing-masing sebesar $5,61 \times 10^8$, 31,76%, dan 1,53 gram. Media tersebut dapat digunakan sebagai alternatif media untuk perbanyakan *B. bassiana*.

Aplikasi suspensi media kacang tanah 10^9 konidia/ml memberikan nilai mortalitas tertinggi terhadap *T. castaneum* sebesar 36,00%. Nilai LC_{50} sebesar $5,6 \times 10^5$ konidia/ml, nilai LT_{50} dengan waktu 5,42 hari dan selisih berat susut pakan *T. castaneum* memberikan pengaruh tidak signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

Abbott WS. 1952. A Method of Computing the Effective Ness of an Insecticide. *Journal Econ. Entomol.* **18**: 265-267.

Aena AC. 2019. *Seleksi Media Alternatif untuk Perbanyakan Cendawan Entomopatogen Lecanicillium lecanii (Zimmermann) Viegas Serta Infektivitasnya Terhadap Hama Lanas Ubi Jalar Cylas formicarius (Fabricius)*. Skripsi. Universitas Singaperbangsa Karawang. Karawang.

Afifah L & Saputro NW. 2020. Growth and Viability of Entomopathogenic Fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin in Different Alternative Media. *E&ES.* **468**(1): 012037.

Afifah L. 2011. *Pertumbuhan Cendawan Entomopatogen Lecanicillium lecanii pada*

- Berbagai Media Serta Infektivitasnya Terhadap Kutu Daun Aphis glycyines Matsumura (Hemiptera: Aphididae)*. Skripsi pada Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Afifah L, Desriana R, Kurniati A & Maryana R. 2021. Viability of Entomopathogenic Fungi *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin in Some Alternative Media and Different Shelf-Life. *International Journal of Agriculture System*. **8**(2):108-118.
- Ahdiaty I. 2013. *Pengaruh Umur Cendawan Beauveria bassiana (Balsamo) Vuillemin Terhadap Infektivitasnya pada Cylas formicarius Fabricius (Coleoptera: Brentidae)*. Skripsi pada Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ajayi FA & Rahman SA. 2006. Susceptibility of Some Staple Processed Meals to Red Flour Beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Pakistan Journal of Biological Sciences*. **9**:1744-1748.
- Ak K. 2019. Efficacy of Entomopathogenic Fungi against the Stored-grain Pests *Sitophilus granus* L. and *S. oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). *Egypt Journal Biol Pest Control*. **29**(12).
- Akmal M, Shoaib F, Bilal M & Naeem M. 2020. A Laboratory Evaluation for the Potential of Entomopathogenic Fungi against *Tribolium castaneum* (Herbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*. **8**(6): 1232-1235.
- Alfiyan JMZ. 2019. *Media Pertumbuhan Cendawan Metarhizium anisopliae untuk Meningkatkan Keparatan dan Viabilitas*. Skripsi pada Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Bari D. 2006. *Keefektifan Beberapa Isolat Cendawan Entomopatogen Beauveria bassiana (Balsamo) Vuillemin Terhadap Hama Boleng Cylas formicarius (Fabr.) (Coleoptera: Curculionidae) di Laboratorium*. Skripsi pada Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Bashir NH, Talha N, Nasir M. 2018. In vitro Entomopathogenic Efficacy of *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales) against *Corcyra cephalonica* (Lepidoptera: Pyralidae) and *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Entomol*. **15**:56-61.
- Campbell JF, Mullen MA, Dowdy AK. 2002. Monitoring Stored Product Pest in Food Processing Plants Using with Pheromone Trapping, Contour Mapping, and Mark Recapture. *Journal Econ. Entomol*. **95**(5): 1089-1101.
- Dadang. 2004. *Penggunaan Ekstrak Tumbuhan Sebagai Teknologi Alternatif Yang Ramah Lingkungan Dalam Pengendalian Hama Gudang*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Dadang P. 2008. *Insektisida Nabati*. Departemen Proteksi Tanaman Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Desriana R. 2019. *Respon Pertumbuhan Cendawan Metarhizium anisopliae (Metsch) Sorokin pada Beberapa Media Alternatif dengan Umur Simpan yang Berbeda*. Skripsi pada Universitas Singaperbangsa Karawang. Karawang.
- Dharmaputra OS, Hariyadi H & Sunjaya. 2014. Serangan *Tribolium castaneum* pada Beras di Penyimpanan dan Pengaruhnya Terhadap Serangan Cendawan dan Susut Bobot. *Jurnal fitopatologi*. **10**(4): 126-132.
- Effendy TA. 2010. *Uji Toksisitas Bioinsektisida Jamur Metarhizium sp. Berbahan Pembawa Bentuk Tepung untuk Mengendalikan Nilaparvata lugens (Stal.) (Homoptera: Delphacidae)*. Prosiding Seminar Nasional UNSRI.
- Fajarani AD, Afifah L & Surjana T. 2021. Seleksi Media Perbanyak Cendawan Entomopatogen *Metarhizium rileyi* dan Efikasinya Terhadap Hama Kumbang Tepung (*Tribolium castaneum*). *Jurnal Agrotek Indonesia (Indonesian Journal of Agrotech)*, **6**(1):44-53.
- Gusnawaty HS, Taufik M & Wahyudin E. 2013. Uji Efektivitas Beberapa Media untuk Perbanyak Agens Hayati *Gliocladium sp.* *Jurnal Agroteknos*. **3**(2):73-79.
- Hasnah, Susanna & Husin S. 2012. Keefektifan Cendawan *Beauveria bassiana* Vuill Terhadap Mortalitas Kepik *Nezara viridula* L. Pada Stadia Nimfa dan Imago. *Jurnal Floratek*. **7**:13-24.
- Hendrihal H & Riska A. 2019. Kerentanan Relatif Tepung Sorgum Terhadap Kumbang Tepung Merah (*Tribolium castaneum* Herbst). *Jurnal Agrin*. **23**(2).
- Hendrihal H, Latifah, Saputra D & Orina. 2016. Kerentanan Jenis Tepung Terhadap Infestasi Kumbang Tepung Merah (*Tribolium castaneum* Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Jurnal Agrikultura*. **27**(3):148-153.
- Herlinda S, Sri IM & Suwandi. 2008. Cendawan

- Entomopatogen Berformulasi Cair sebagai Bioinsektisida untuk Pengendali Wereng Coklat. *Jurnal Agritrop*. **27**(3):119-126.
- Hodges RJ, Robinson R & Hall DR. 1996. Quinine Contamination of Dehusked Rice by *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Stored Product Research*. **32**: 31-37.
- Inglis GD, Goettel MS, Butt TM & Strasser H. 2001. *Use of hyphomycetous fungi for managing insect pests*. In: Butt, T.M, Jackson, C.W., & Magan, N. (Eds). *Fungi as Biocontrol Agents, Progress, Problems and Potential*. London: CABI Publishing. Pp 23.
- Junianto YD, Semangun H, Harsojo A & Rahayu ES. 2000. Viabilitas dan Virulensi Blastokonidia *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill Kering Beku pada Beberapa Suhu Simpan. *Jurnal Pelita Perkebunan*. **16**:30-39.
- Kartasapoetra AG. 2008. *Klimatologi Pengaruh Iklim Terhadap Tanah dan Tanaman*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Lecuona RE, Edelstein JD, Berretta MF, La Rossa FR & Arcas JA. 2001. Evaluation of *Beauveria Bassiana* (Hyphomycetes) Strains Potential Agents for Control of *Triatoma infestans* (Hemiptera: Reduviidae). *Journal Med Entomol*. **38**: 172-179.
- Lestari A & Jajuli M. 2017. Isolat, Karakteristik dan Produksi Inokulan Cendawan Merang (*Volvariella volvaceae* bull. Ex. Fr) Sing dari Beberapa Lokasi Budidaya di Karawang. *Jurnal Agrotek Indonesia*. **2**(1): 54-59.
- Moore E & Landecker. 1972. *Fundamentals of the Fungi*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Mutmainnah. 2015. Perbanyak Cendawan Entomopatogen *Penicillium* sp. Isolat Bone Pada Beberapa Media Tumbuh Organik. *Jurnal Perbal*. **3**(3).
- Nandita, M.A. 2017. *Pengaruh Media Pertumbuhan Terhadap Virulensi Beauveria bassiana (Balsamo) Vuillemin pada Riptortus linearis L. (Hemiptera: alydidae)*. Skripsi pada Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Novianti D. 2017. Efektivitas Beberapa Media untuk Perbanyak Jamur *Metarhizium anisopliae*. *Jurnal sainmatika*. **14**(2): 81-88.
- Nurwibawanto BR. 2016. *Kualitas Cendawan Metarhizium anisopliae (Metsch) pada Berbagai Media dan Lama Penyimpanan Terhadap Tenebrionolitor*. Skripsi. Repository Universitas Jember. Jember.
- Ozdemir IO, Tuncer C & Erper I. 2020. Efficacy of the Entomopathogenic Fungi: *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* against the cowpea weevil, *Callosobruchus macalatus* F. (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae). *Egypt Journal Biol Pest Control*. **30**(24).
- Prayogo Y, Teguh S, Utomo K & Lisdar IS. 2011. Peningkatan Efikasi Cendawan *Lecanicillium lecanii* untuk Mengendalikan Telur Hama Kepik Coklat pada Kedelai. *Jurnal Tanaman Pangan*. **30**(1).
- Prijono D. 1985. *Penuntun Praktikum Pestisida dan Alat Aplikasi Bagian Insektisida*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Prijono D. 1999. *Prinsip-Prinsip Uji Hayati*. Bahan Pelatihan Pengembangan dan Pemanfaatan Insektisida Alami. Pusat Pengendalian Hama Terpadu. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Priyanto. 2009. *Toksikologi: Mekanisme, Terapi Antidotum, dan Penilaian Resiko*. Lembaga Studi dan Konsultasi Farmakologi Indonesia (LESKONFI).
- Pujiastuti Y, Erfansyah & Herlinda S. 2006. Keefektifan *Beauveria bassiana* (bals.) Vuill. Isolat Indigenous Pagaralam Sumatera Selatan pada Media Beras Terhadap Larva *Plutelle xylostella* Linn. *Jurnal Entomol Indonesia*. **3**(1):30-40.
- Ratissa DA. 2011. *Keefektifan Cendawan Entomopatogen Beauveria bassiana (Bals.) Vuill Terhadap Cylas formicarius (F.) (Coleoptera: Brentidae) dan Pengaruhnya pada Keperidian*. Skripsi pada Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Risdianto, D. 2007. *Optimisasi Proses Koagulasi Flokulasi untuk Pengolahan Air Limbah Industri Jamu*. Tesis. UNDIP. Semarang.
- Rosfiansyah. 2009. *Pengaruh aplikasi Beauveria bassiana (Balsamo) Vuillemin dan Heterorhabditis sp. terhadap Serangan Hama Ubi Jalar Cylas Formicarius (Fabr.)(Coleoptera; Brentidae)*. Tesis pada Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Santoro PH, Zorzetti P, Constanski K & Neves PMOJ. 2014. Conidial Production, Virulence, and Stress Tolerance of *Beauveria bassiana* Conidia after Successive *in vitro* Subculturing. *Journal of Revista Colombiana de Entomología*. **40**(1): 85-90.
- Sepe M, Itji DD, Ahdin G & Firdaus. 2020.

- Infectivity of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Against *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal appl. Res in Plant Sci.* **1**(2):53-58.
- Soetopo D & Indrayani IGAA, 2007. Status Teknologi dan Prospek *Beauveria bassiana* untuk Pengendalian Serangga Hama Tanaman Perkebunan yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Perspektif.* **6**(1): 29-46.
- Soundarapandian P & Chandra. 2007. Mass Production of Endomopathogenic Fungus *Metharizium anisopliae* (Deuteromycota: Hyphomycetes) in the Laboratory. *Res. Journal of Microbiol.* **2**(9): 690-695.
- Sudibyo, D. 1994. *Petunjuk Praktis Cara Menghitung Jumlah Kerapatan dan Viabilitas Konidia Jamur. Laboratorium Utama Pengendalian Hayati.* Dinas Perkebunan Propinsi Jawa Timur.
- Syafiih A. 2015. *Efektivitas Media Kultur dengan Penambahan Serbuk Gergaji dan Sumber Nutrisi terhadap Pertumbuhan Miselia *Pleurotus ostreatus*.* Tesis pada Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Syahrir S. 2007. Substitusi Jagung dengan Gabah dalam Ransum Broiler Fase Finisher. *Buletin Nutrisi dan Makanan Ternak.* **6**(1): 25-30.
- Taurisia PP, Proborini MW & Nuhantoro I. 2015. Pengaruh Media Terhadap Pertumbuhan dan Biomassa Cendawan *Alternaria alternata* (Fries) Keissler. *Jurnal Biologi.* **19**(1): 30-33.
- Triyono A. 2010. *Mempelajari Pengaruh Maltodekstrin dan Susu Skim Terhadap Karakteristik Yoghurt Kacang Hijau (*Phaseolus radiates* L.).* Seminar Rekayasa Kimia dan Proses, 4-5 Agustus 2010.
- Trizelia & Nurdin F. 2010. Virulence of Entomopathogenic Fungus *Beauveria bassiana* Isolates to *Crocidolomia pavonana* F (Lepidoptera: Crambidae). *Jurnal Agrivita.* **32**(3): 254-260.
- Untung K. 2001. *Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu.* Yogyakarta: Fakultas Pertanian. Universitas Gadjah Mada Press.
- Yassin MA, Rochman N & Setyono. 2020. Kemangkusan *Metarhizium anisoplae* dan *Beauveria bassiana* Sebagai Bioinsektisida bagi Hama Gudang *Sitophilus oryzae*. *Jurnal Agronida.* **6**(1).