

**PENGARUH KONSENTRASI ASAM CUKA TERHADAP PRODUKSI KONIDIA DAN PATOGENESITAS JAMUR *Beauveria bassiana* PADA MORTALITAS LARVA *Oryctes rhinoceros***

**Rony S. Mauboy, Maria T. L. Ruma, Yuniuqi Benu**

*Program Studi Biologi FST Undana*

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi asam cuka terhadap produksi konidia *Beauveria bassiana*, patogenesitas jamur *B. bassiana* terhadap mortalitas larva *Oryctes rhinoceros*, LC<sub>50</sub> dan LT<sub>50</sub>. Penelitian ini dilaksanakan di UPT. Perbenihan Kebun Dinas dan Laboratorium Hayati Perkebunan, Dinas Pertanian Provinsi NTT. Metode yang digunakan yaitu eksperimen dengan 6 perlakuan dan 3 ulangan. Adapun perlakuan konsentrasi asam cuka yang digunakan yaitu 0,5% 1% 1,5% 2% 2,5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi asam cuka berpengaruh terhadap produksi konidia. Semakin tinggi konsentrasi asam cuka, semakin rendah produksi konidia. Produksi konidia pada perlakuan tanpa asam cuka adalah  $62,33 \times 10^8$  kon/mL, konsentrasi 0,5% adalah  $69,33 \times 10^8$  kon/mL, konsentrasi 1% adalah  $50,00 \times 10^8$  kon/mL, konsentrasi 1,5% adalah  $40,33 \times 10^8$  kon/mL, konsentrasi 2% adalah  $31,00 \times 10^8$  kon/mL dan konsentrasi 2,5% adalah  $22,33 \times 10^8$  kon/mL. Jamur *B. bassiana* bersifat patogen terhadap larva *O. rhinoceros*. Konsentrasi 1,7% dapat menyebabkan mortalitas larva 50%, sedangkan waktu yang dibutuhkan dalam menyebabkan mortalitas 50% adalah 24 hari pada konsentrasi 1,5%.

**Kata Kunci :** Asam, Cuka, Konidia, Patogenesitas, *Beauveria bassiana*, *Oryctes rhinoceros*

### *Hasil Penelitian*

Pertanian dan perkebunan merupakan sektor utama dalam membentuk perekonomian bagi masyarakat. Salah satu sektor yang cenderung berkembang yaitu perkebunan kelapa. Tanaman kelapa (*Cocos nucifera* L.) memberikan arti yang sangat penting bagi masyarakat. Hal ini dilihat dari semua bagian tanaman kelapa dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan manusia dan sebagai bahan industri yang memberikan penghasilan bagi masyarakat.

Budidaya kelapa saat ini seringkali menghadapi masalah yang sulit untuk ditangani yaitu serangan hama dan penyakit tanaman kelapa. Serangan hama dan penyakit tanaman kelapa ini dapat menimbulkan kerusakan dan kerugian yang sangat besar sehingga perlu mendapatkan perhatian serius dari berbagai pihak. Hama dan penyakit tanaman kelapa ada yang bersifat spesifik lokasi, artinya berbahaya pada suatu daerah tertentu tetapi di daerah lain tidak menimbulkan kerugian yang berarti.

Pengendalian hama yang menyerang tanaman kelapa dilakukan dengan menggunakan pestisida kimia yang dianggap lebih baik bagi para petani. Hal ini dapat dilihat bahwa pestisida kimia yang mudah diperoleh dan mudah diaplikasikan serta mampu memberikan efek pengendalian hama yang lebih cepat. Namun, penggunaan pestisida kimia dapat memberikan dampak buruk bagi lingkungan dan kehidupan manusia. Oleh sebab itu, penggunaan agens pengendalian hayati sebagai biopestisida alami sangat diperlukan untuk dapat mempertahankan dan meningkatkan produksi kelapa.

Ada berbagai jenis jamur yang dapat digunakan untuk biopestisida yaitu *Beauveria* sp, *Spicaria* sp, *Verticillium* sp, *Metarhizium* sp. Berbagai jenis jamur ini mampu menghambat pertumbuhan hama, tergantung pada spesiesnya. *Beauveria bassiana* dapat mengendalikan berbagai hama pada tanaman inang yang berbeda. Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa *B. bassiana* menghasilkan racun (toksin) yang dapat mengakibatkan paralisis secara agresif pada larva dan imago serangga. Beberapa jenis racun yang telah berhasil diisolasi dari *B. bassiana* antara lain *beauvericine*, *beauverolide*, *isorolide* dan zat warna serta asam oksalat (Mahr, 2003).

Berdasarkan hasil penelitian Saputra, dkk (2013) dosis asam cuka 2mL dalam 20gr medium beras jagung mampu meningkatkan produksi konidia, daya kecambah dan patogenesitas *B. Bassiana* terhadap larva *Spodoptera litura*. Pemberian asam cuka pada media perbanyak *B. bassiana* berpengaruh pada nilai pH media.

Tujuan dalam penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh konsentrasi asam cuka terhadap produksi konidia jamur *Beauveria bassiana*, patogenesitas jamur *Beauveria bassiana* terhadap mortalitas larva *Oryctes rhinoceros*,  $LC_{50}$  dan  $LT_{50}$ .

### **MATERI DAN METODE**

#### **Pembuatan Media Tumbuh Jamur**

Jagung ditimbang sebanyak 3kg dicuci bersih dan langsung dikukus selama 30 menit

Jagung diaduk secara bolak-balik sampai setengah matang, kemudian diangkat dan didinginkan. Setelah itu, dimasukkan ke dalam plastik inkubasi dengan volume 100gr. Jagung disterilkan terlebih dahulu menggunakan *autoclave* dengan suhu 121°C, tekanan 1 atm selama 20 menit, kemudian jagung diangkat dan didinginkan. Jagung ditambahkan asam cuka sesuai perlakuan dan diinokulasi selama 12 hari.

#### Perhitungan Kerapatan Konidia (Anonim, 2014)

Perhitungan kerapatan konidia dilakukan sebanyak perlakuan dan diulangi sebanyak tiga kali. Suspensi konidia diambil dari tabung reaksi sebanyak 0,2mL menggunakan *syringe* (jarum suntik) pada pengenceran  $10^{-1}$  kemudian diteteskan secara perlahan pada bidang hitung melalui 2 sisi kanal. Selanjutnya, didiamkan satu menit agar posisi stabil berada di *haemocytometer*. Pengamatan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 40x, kemudian menghitung konidia dengan beberapa kali ulangan. Jumlah konidia dapat dihitung dengan rumus (modifikasi Hadioetomo, 1993) :

$$S = \frac{X}{L (mm^2) \times t (mm) \times d} 10^3$$

Dimana, S adalah kerapatan konidia / mL, X adalah jumlah konidia yang dihitung, L adalah luas kotak hitung ( $0,045 \times 5 = 0,2 \text{ mm}^2$ ), t adalah kedalaman bidang hitung (0,1 mm), d adalah faktor pengenceran,  $10^3$  adalah konstanta.

#### Pengambilan sampel *Oryctes rhinoceros* di lapangan (modifikasi Lein, 2016)

Sampel larva *O. rhinoceros* diambil dari tumpukan serbuk gergaji kayu di meubel kayu UD. Empat Putri Oesapa, Jl. Timor Raya Kecamatan Kelapa Lima Kota Kupang. larva *O. rhinoceros* dimasukkan ke dalam stoples kaca yang telah disediakan, kemudian ditutup dengan kain tile dan diikat dengan karet agar larva tidak keluar dari stoples kaca.

#### Uji patogenesitas *B. bassiana* (Anonim, 2014)

Patogenesitas jamur *B. bassiana* dilakukan dengan metode oles menggunakan kuas. Persentase mortalitas dapat dihitung dengan rumus (modifikasi Sihombing, 2009) :

$$PK = \frac{\sum SM}{\sum SU} \times 100\%$$

Dimana, PK adalah persentase kematian larva, SM adalah jumlah larva yang mati dan SU adalah total larva yang diamati.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Gambaran Umum Penelitian

Jamur *Beauveria bassiana* ditumbuhkan pada media yang diambil dari biakan murni jamur *B. bassiana* (F1). Biakan murni jamur *B. bassiana* diperoleh dari UPT. Perbenihan Kebun Dinas dan Laboratorium Hayati Perkebunan, Dinas Pertanian Provinsi NTT. Jamur *B. bassiana* ditambahkan asam cuka dengan konsentrasi 0,5% 1% 1,5% 2% 2,5% dan tanpa asam cuka (kontrol).

Asam cuka yang digunakan dalam penelitian ini yaitu asam cuka perdagangan dengan kandungan asam asetat 30%, dilihat dari sifat fisika asam cuka mempengaruhi pH media pertumbuhan jamur, sedangkan dari sifat kimia asam cuka mempengaruhi pelestarian pertumbuhan jamur *B. bassiana*.

Larva *Oryctes rhinoceros* diperoleh dari tumpukan serbuk gergaji kayu di meubel kayu UD. Empat Putri Oesapa, Jl. Timor Raya Kecamatan Kelapa Lima Kota Kupang. Kategori larva yang digunakan yaitu larva instar III, dengan ciri-ciri panjang 10-11cm, lebar 3cm, berat 12-14gr, warna putih polos pada bagian tubuh, warna merah kecokelatan pada bagian kepala, tidak memiliki bercak-bercak hitam pada tubuh, pergerakannya aktif dan kedalaman mencapai 20-30cm untuk mendapatkan larva.



Gambar 1. Larva *Oryctes rhinoceros*  
(Dok. Benu, 2017)

### **Pengaruh konsentrasi asam cuka terhadap produksi konidia *Beauveria bassiana***

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh asam cuka terhadap produksi konidia *B. bassiana* dapat dilihat pada tabel 1.

Berdasarkan data pada tabel 1, dapat diketahui bahwa konsentrasi asam cuka berpengaruh negatif terhadap produksi konidia *B. bassiana*.

Semakin tinggi konsentrasi asam cuka, semakin rendah produksi konidia. Pertumbuhan konidia jamur dapat dipengaruhi oleh kadar keasaman (pH). Pada perlakuan tanpa asam cuka produksi konidia lebih rendah dibanding dengan konsentrasi asam cuka 0,5%. Hal ini diduga pada konsentrasi 0,5% berada pada pH optimal untuk pertumbuhan konidia jamur *B. bassiana*. Penelitian Rumambar (2008) dalam Saputra, dkk (2013) yang menyatakan bahwa pemberian asam organik lemah seperti asam cuka mempengaruhi pH.

Produksi konidia tertinggi terdapat pada konsentrasi asam cuka 0,5% ( $69,33 \times 10^8$ kon/mL). Tingginya produksi konidia diduga karena kondisi media jagung lembab yang sesuai untuk pertumbuhan konidia sehingga konidia dengan mudah memanfaatkan nutrisi yang ada. Selain media jagung yang lembab, juga terjadi pengembunan dalam wadah plastik, media yang padat dan koloni telah tumbuh menyelimuti semua butiran jagung. Hal ini sesuai dengan penelitian Suharto, dkk (1998) yang menyatakan bahwa jamur akan tumbuh optimal apabila berada pada kondisi lingkungan yang lembab.

Produksi konidia terendah terdapat pada konsentrasi asam cuka 2,5% ( $22,33 \times 10^8$ kon/mL). Rendahnya produksi konidia diduga karena kondisi media jagung yang semakin mencair sehingga nutrisi yang dimanfaatkan oleh jamur *B. bassiana* tidak maksimal. Selain kondisi media jagung yang semakin mencair, terlihat juga pengembunan uap air yang sedikit mengakibatkan aktivitas jamur dalam mengambil nutrisi untuk tumbuh

Tabel 1. Pengaruh konsentrasi asam cuka terhadap produksi konidia *B. bassiana*

Konsentrasi asam cuka (dalam 100gr media jagung)	Produksi Konidia			Rerata (n x 10 <sup>8</sup> kon/mL)
	Ulangan			
	1	2	3	
0 (kontrol)	60	65	62	62,33 <sup>b</sup>
0,5	72	67	69	69,33 <sup>a</sup>
1	48	52	50	50,00 <sup>c</sup>
1,5	42	40	39	40,33 <sup>d</sup>
2	29	31	33	31,00 <sup>e</sup>
2,5	22	24	21	22,33 <sup>f</sup>

Ket : Superscript yang berbeda menunjukkan hasil berbeda nyata pada uji DMRT (P=0,05)

dan berkembang menjadi terhambat, tekstur media yang tidak padat, koloni menyelimuti sebagian butiran jagung. Hal ini sesuai dengan Taborsky (1997) dalam Herlinda, *dkk* (2006) yang menyatakan bahwa setiap media cenderung memiliki kemampuan yang berbeda dalam memanfaatkan nutrisi yang ada.

Perbedaan konidia yang dihasilkan pada setiap konsentrasi asam cuka diduga karena asam cuka mempengaruhi jumlah karbon dan nitrogen yang terkandung dalam media jagung. Susanto (2007) menyatakan bahwa jamur membutuhkan bahan organik karbon dan bahan anorganik seperti nitrogen sebagai sumber energi dan sumber mineral dalam pertumbuhan konidia.

Selain itu, disebabkan karena, pengaruh kadar keasaman pada media, rendahnya temperatur pada ruang, zat makanan dan ketersediaan O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> yang tidak tetap. Berdasarkan hasil uji anova, diperoleh hasil bahwa konsentrasi asam cuka berpengaruh terhadap produksi konidia *B. Bassiana*, dan dilanjutkan dengan uji duncan menunjukkan bahwa konsentrasi asam cuka 0,5% berbeda nyata dengan 0 (kontrol), konsentrasi 1% berbeda nyata dengan 0 (kontrol), konsentrasi 1,5% berbeda nyata dengan 0 (kontrol), konsentrasi 2% berbeda nyata dengan 0 (kontrol) dan konsentrasi 2,5% berbeda nyata dengan 0 (kontrol).



Gambar 2. Produksi Konidia Jamur *Beauveria bassiana*

Gambar 2 menunjukkan bahwa asam cuka berpengaruh terhadap produksi konidia *B. bassiana*. Pada perlakuan tanpa asam cuka (kontrol) dan 0,5% mampu menghasilkan konidia pada kisaran  $62,33 \times 10^8$ kon/mL- $69,33 \times 10^8$ kon/mL. Sedangkan untuk konsentrasi 2,5% produksi konidia paling rendah yaitu  $22,33 \times 10^8$ kon/mL jika dibandingkan dengan perlakuan tanpa asam cuka dan 0,5%. Hal ini terjadi karena pada konsentrasi 2,5% nilai pHnya meningkat atau melewati pH optimal dibanding dengan konsentrasi 0,5% dalam menghasilkan konidia *B. bassiana* pada media jagung.

#### Patogenesitas jamur *Beauveria bassiana* terhadap mortalitas larva *Oryctes rhinoceros*

Berdasarkan hasil penelitian patogenesitas jamur *B. bassiana* terhadap mortalitas larva *O. rhinoceros* menunjukkan respon kematian yang berbeda-beda pada setiap perlakuan. Hal ini dapat dilihat pada tabel 2.

Berdasarkan data pada tabel 2, dapat dilihat bahwa jumlah konidia berpengaruh terhadap mortalitas larva *O. rhinoceros*. Hal ini ditandai dengan semakin tinggi jumlah konidia, semakin tinggi mortalitas larva. Begitupun sebaliknya semakin rendah jumlah konidia, semakin rendah pula mortalitas larva *O. rhinoceros*.

Mortalitas larva tertinggi terdapat pada jumlah konidia  $69,33 \times 10^8$ kon/mL (100%). Tingginya mortalitas larva disebabkan karena toksin yang dimiliki konidia jamur *B. bassiana* sudah merusak sistem otot, sistem gerak dan saluran pencernaan dari larva *O. rhinoceros* sehingga pergerakannya mulai melambat, napsu makan menurun, warna tubuh memudar dan semakin berkerut. Hal ini sejalan dengan Purnama *dkk* (2003), menyatakan bahwa larva yang terinfeksi akan memperlihatkan warna tubuh yang memudar dan jarang bergerak (gerakannya lamban) untuk pindah tempat makan.

Tabel 2. Patogenesitas jamur *B. bassiana* terhadap mortalitas larva *O. rhinoceros*

Jumlah konidia jamur <i>Beauveria bassiana</i> (n x 10 <sup>8</sup> kon/mL)	Mortalitas larva			Total	Rerata mortalitas (ekor)	Persentase mortalitas (%)
	Ulangan					
	1	2	3			
62,33	5	3	4	12	4	80 <sup>b</sup>
69,33	5	5	5	15	5	100 <sup>a</sup>
50,00	5	4	4	13	4	87 <sup>a</sup>
40,33	3	3	4	10	3	67 <sup>b</sup>
31,00	3	3	2	8	2	53 <sup>c</sup>
22,33	2	2	1	5	1	33 <sup>d</sup>

Ket: Superscript yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT (P=0,05), sedangkan angka dengan notasi yang berbeda menunjukkan hasil berbeda nyata pada uji DMRT (P=0,05)

Mortalitas larva terendah terdapat pada jumlah konidia  $22,33 \times 10^8$  kon/mL (33%). Hal ini disebabkan karena pada jumlah konidia  $22,33 \times 10^8$  kon/mL virulensi atau daya bunuh jamur *B. bassiana* semakin menurun mengakibatkan jamur *B. bassiana* lambat dalam menginfeksi serangga sehingga kematian larva juga lebih lama. Hal ini sejalan dengan pendapat Prayogo (2005), mortalitas serangga dapat ditentukan oleh jumlah konidia jamur entomopatogen, semakin tinggi kepadatan dan daya bunuhnya maka peluang jamur dalam mematikan serangga juga semakin cepat, demikian juga sebaliknya semakin rendah kepadatan dan daya bunuh maka peluang jamur dalam mematikan serangga semakin lambat.

Berdasarkan hasil uji anova bahwa setiap perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata, dan setelah dilanjutkan dengan uji duncan menunjukkan bahwa jumlah konidia  $22,33 \times 10^8$  kon/mL berbeda nyata dengan jumlah konidia  $62,33 \times 10^8$  kon/mL,  $69,33 \times 10^8$  kon/mL,  $50,00 \times 10^8$  kon/mL,  $40,33 \times 10^8$  kon/mL dan  $31,00 \times 10^8$  kon/mL. Jumlah konidia  $69,33 \times 10^8$  kon/mL berbeda tidak nyata dengan jumlah konidia  $50,00 \times 10^8$  kon/mL. Jumlah konidia  $50,00 \times 10^8$  kon/mL berbeda nyata dengan jumlah konidia  $31,00 \times 10^8$  kon/mL dan  $22,33 \times 10^8$  kon/mL. Hal ini terjadi karena dipengaruhi oleh kemampuan virulensi atau daya bunuh dari jamur *B. bassiana*.

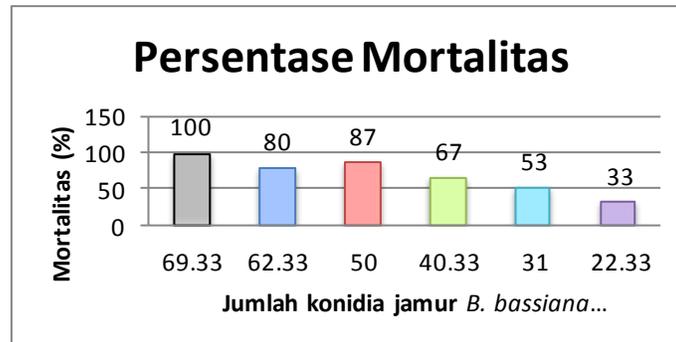
Gambar 3 menunjukkan bahwa jamur *B. bassiana* bersifat patogen terhadap larva *O. rhinoceros*. Pada jumlah konidia  $22,33 \times 10^8$  kon/mL memiliki persentase mortalitas paling rendah jika

dibandingkan dengan jumlah konidia yang lain. Hal ini disebabkan karena pada jumlah konidia  $22,33 \times 10^8$  kon/mL memiliki virulensi atau daya bunuh yang rendah sehingga peluang dalam mematikan serangga semakin lambat.

#### **Lethal Concentration LC<sub>50</sub> (konsentrasi asam cuka yang dapat menyebabkan mortalitas 50% larva *Oryctes rhinoceros*)**

Berdasarkan hasil analisis probit menunjukkan bahwa suspensi jamur *B. bassiana* dapat menyebabkan mortalitas yang berbeda-beda berdasarkan peningkatan konsentrasi asam cuka. Jamur *B. bassiana* dengan konsentrasi 1,7% menyebabkan kematian 50% (LC<sub>50</sub>) larva *O. rhinoceros*. Hal ini diduga karena pada konsentrasi 1,7% memiliki jumlah konidia yang tinggi dan toksin yang masuk dalam tubuh larva lebih banyak mengakibatkan kematian larva lebih cepat. Semakin banyak konidia yang berkecambah dan melakukan penetrasi ke dalam tubuh larva menyebabkan semakin banyak enzim dan toksin yang dikeluarkan oleh jamur *B. bassiana*. Ketika jamur *B. bassiana* berada dalam tubuh larva, jamur akan mengeluarkan toksin *beauvericin* yang dapat menyebabkan paralisis pada seluruh anggota tubuh larva.

Aktivitas suatu insektisida dapat dilihat dari nilai toksisitasnya. Semakin kecil nilai LC<sub>50</sub> dari suatu sampel, maka semakin tinggi bioaktivitasnya. Hal ini diduga karena suspensi jamur *B. bassiana* memiliki senyawa bioaktif yang mampu mengakibatkan reaksi metabolisme dalam tubuh serangga terhenti.



Gambar 3. Persentase Mortalitas Larva *O. rhinoceros*

Hal ini sejalan dengan pendapat Pasaribu (2009) dalam Lein (2016) yang menyatakan bahwa apabila senyawa bioaktif yang berdifusi pada darah yang seharusnya sebagai alat pengangkut, pengatur suhu tubuh, dan pertahanan tubuh akan terganggu, sehingga reaksi metabolisme di dalam tubuh serangga akan terhenti.

#### **Lethal Time $LT_{50}$ (Waktu yang dapat menyebabkan mortalitas 50% larva *Oryctes rhinoceros*)**

Berdasarkan hasil penelitian *lethal time* ( $LT_{50}$ ) menunjukkan bahwa suspensi jamur *B. bassiana* dapat menyebabkan mortalitas yang berbeda-beda berdasarkan peningkatan konsentrasi asam cuka. Pada perlakuan tanpa asam cuka dapat menyebabkan mortalitas 50% pada hari ke-18, konsentrasi 0,5% menyebabkan mortalitas 50% pada hari ke-14, konsentrasi 1% menyebabkan mortalitas 50% pada hari ke-17 dan konsentrasi 1,5% menyebabkan mortalitas 50% pada hari ke-24, sedangkan konsentrasi 2 % dan 2,5% tidak dapat menyebabkan mortalitas 50%.

Waktu yang dapat menyebabkan mortalitas 50% larva *O. rhinoceros* lebih cepat yaitu pada konsentrasi 0,5% (14 hari). Hal ini disebabkan karena pada konsentrasi 0,5% memiliki jumlah konidia yang banyak sehingga peluang dalam mematikan larva pun cepat. Prayogo (2005) jumlah konidia akan menentukan keefektifan jamur entomopatogen dalam mengendalikan serangga uji. Pada produksi konidia yang tinggi, jamur mampu menguraikan lapisan kitin dan lemak dari kutikula serangga sehingga terjadi penetrasi dan infeksi.

## **PENUTUP**

### **Simpulan**

Berdasarkan hasil dan pembahasan dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Konsentrasi asam cuka berpengaruh terhadap produksi konidia. Semakin tinggi konsentrasi asam cuka, semakin rendah produksi konidia.
2. Jamur *Beauveria bassiana* bersifat patogen terhadap larva *Oryctes rhinoceros*.

3. Konsentrasi asam cuka 1,7% menyebabkan mortalitas 50% (LC<sub>50</sub>) larva *Oryctes rhinoceros*.
4. Lama waktu yang dibutuhkan dalam menyebabkan mortalitas 50% (LT<sub>50</sub>) larva *Oryctes rhinoceros* adalah 24 hari pada konsentrasi 1,5%.

#### Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang penggunaan media tumbuh beras sehingga dapat diketahui pertumbuhan konidianya.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang pengukuran kadar air pada media tumbuh yang diberikan konsentrasi 0,5% 1% 1,5% 2% 2,5%.
3. Bagi masyarakat, penggunaan jamur *B. bassiana* dengan konsentrasi asam cuka 0,5% sehingga dapat memberantas hama.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2014. *Agens Pengendali Hayati (APH) Beauveria bassiana*. Badan Standarisasi Nasional. Bogor.
- Hadioetomo, R. S. 1993. *Mikrobiologi Dasar dalam Praktek Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium*. Gramedia. Jakarta
- Herlinda S., Muhamad D. U., Yulia P., dan Suwandi. 2006. Kerapatan dan Viabilitas Konidia *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Akibat Subkultur dan Pengayaan Media, serta Virulensinya Terhadap Larva *Plutella xylostella* (Linn.). *Jurnal HPT. Tropika*, Vol.6, No.2.
- Lein, J. A. M. 2016. *Uji Efektifitas Jamur Metarhizium anisopliae Terhadap Mortalitas Imago Hama Tanaman Kelapa (Brontispa sp)*. Skripsi. Prodi Biologi FST Undana.
- Mahr, S. 2003. *The Entomopathogen Beauveria bassiana*. University of Winconsin, Madison. Diakses dari <http://www.entomology.wisc.edu/mbcn/kyf410.html>. diakses pada 08 Oktober 2016.
- Prayogo, Y. 2005. *Prospek Cendawan Entomopatogen Metarhizium anisopliae untuk mengendalikan Ulat Grayak Spodoptera litura pada kedelai*. Balai Penelitian tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang. Diunduh dari : <http://www.pustakadeptan.go.id/publication/p3251053>.
- Purnama, C. P. Nastiti, J. S. dan Situmorang J. 2003. Uji Patogenitas Jamur *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Isolat Magelang terhadap *Aphis craccivora* koch. *BioSMART*, Vol.5, No.2
- Saputra, D. D, Mudjiono G dan Afandhi A. 2013. Penambahan asam cuka untuk meningkatkan produksi konidia, daya kecambah dan patogenisitas jamur *Beauveria bassiana* Balsamo (Deuteromycetes:Moniliales). *Jurnal HPT*, Vol.1, No.3
- Sihombing, B. M. 2009. *Uji Parasitasi Tetrastichus brontispae Terhadap Kumbang Kelapa Brontispa longissima Di Laboratorium*. Fakultas Pertanian. USU. Medan.
- Suharto., Endang B. T., dan Hari P. 1998. *Kajian Aspek Fisiologik dan Virulensinya Terhadap Helicoverpa armigera*. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, Vol. 4, No.2.
- Susanto, H. 2007. *Pengaruh Insektisida Nabati Terhadap Viabilitas Jamur Entomopatogen Beauveria bassiana Bals*. Skripsi, Jurusan Biologi FST Universitas Islam Negeri (UIN) Malang. Malang.