

POTENSI JAMUR ENTOMOPATOGEN *METARHIZIUM ANISOPLIAE* DAN *BEAUVARIA BASSIANA* DALAM PENGENDALIAN POPULASI *Aedes Aegypti* (LINNAEUS, 1762) FASE IMAGO

Melanie¹, Hikmat Kasmara², Zelan Dzulhimmatul Aliana³, Maharani Herawan Ossa Putri⁴

^{1,2,3 & 4}) Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Padjadjaran

Jl. Raya Bandung –Sumedang Km.21

E-mail korespondensi: melanie@unpad.ac.id

Abstrak: Nyamuk *Aedes aegypti* dikenal sebagai vektor utama Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD). Di Indonesia DBD merupakan penyakit dengan tingkat kematian yang tinggi dan menjadi wabah setiap tahun. Cara yang umum dilakukan dengan memutus siklus hidup nyamuk melalui membatasi perkembangbiakan nyamuk serta menggunakan insektisida sintetik sistem aerosol *Ultra Low Volume*, *Fogging*, maupun *Mist Blower*, sebagai contoh bahan dasar insektisida sintetik yang umum digunakan adalah malathion. Pengendalian nyamuk menggunakan insektisida sintetik mempertinggi tingkat resistensi nyamuk sehingga tahan terhadap insektisida juga menimbulkan pencemaran lingkungan. Residu bahan aktif kimia berbahaya terpapar pada pangan dan beresiko toksik terhadap makhluk hidup bukan target. Pengendalian hayati yang menekan efek negatif insektisida sintetik sejauh ini masih belum banyak dikembangkan untuk memutus siklus hidup nyamuk khususnya diaplikasikan terhadap nyamuk dewasa (imago). Musuh alami dari jenis jamur entomopatogen *Metarhizium anisopliae* dan *Beauvaria bassiana* sejauh ini diketahui dapat menginfeksi larva nyamuk *Ae. Aegypti*. Keunggulannya tidak menimbulkan resistensi terhadap nyamuk dan aman bagi manusia. Melalui penelitian ini, potensi infeksi jamur dikembangkan untuk menginfeksi nyamuk *Ae. Aegypti* fase imago (dewasa) dan melihat potensi penularannya diantara imago, sehingga dapat secara alami mengendalikan populasi imago di alam. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimental menggunakan uji hayati (*bioassay test*), dengan menggunakan imago *Ae. aegypti* diinfeksi suspensi spora jamur *M. anisopliae* dan *B. bassiana* yang terdiri dari 7 taraf pengenceran, yaitu kontrol (0 spora/ml); 10^{-1} ; 10^{-2} ; 10^{-3} ; 10^{-4} ; 10^{-5} ; 10^{-6} . Parameter yang diamati jumlah kematian imago selama 48 jam. Selanjutnya, imago *Ae. aegypti* jantan dan betina yang diinfeksi spora masing-masing jamur pada konsentrasi LC_{50} 48 jam. Parameter yang diamati jumlah persentasi mortalitas penularan imago *Ae. aegypti* jantan dan betina yang terinfeksi. Hasil penelitian menunjukkan infeksi jamur *M. anisopliae* lebih efektif menyebabkan mortalitas imago *Ae. aegypti* dibandingkan jamur *B. bassiana* dengan kerapatan spora lebih rendah. Hal ini dilihat dari nilai LC_{50} 48 jam jamur *M. anisopliae* sebesar $9,28 \times 10^2$ spora/ml adapun LC_{50} 48 jam jamur *B. bassiana* sebesar $1,49 \times 10^5$ spora/ml. Kemampuan penularan terbaik terjadi pada infeksi spora *M. anisopliae* terhadap *Ae. aegypti* betina dengan persentasi mortalitas sebesar 63% pada 24 jam dan 86% pada 48 jam. Adapun penularan infeksi spora *B. bassiana* terhadap imago *Ae. aegypti* betina dengan persentasi mortalitas sebesar 67% pada 24 jam dan 77% pada 48 jam.

Kata Kunci: *Aedes aegypti*, Entomopatogen, *Metarhizium anisopliae*, *Beauvaria bassiana*, Fase imago, Pengendalian hayati, LC_{50} , Mortalitas, Infeksi spora

PENDAHULUAN

Penyakit DBD disebabkan oleh virus dengue yang menginfeksi darah manusia. Virus ini ditularkan melalui nyamuk *Aedes aegypti* sebagai vektor utama. Demam berdarah dengue (DBD) merupakan salah satu jenis penyakit yang banyak menimbulkan kematian yang cukup tinggi setiap tahun. Pada tahun 2007, di Kota Bandung jumlah penderita DBD sebanyak 14.418 jiwa dengan angka kematian 420 jiwa (DepKes, 2007), sedangkan pada tahun 2012 jumlah penderita mengalami peningkatan menjadi 19.739 jiwa dengan angka kematian 467 jiwa (DepKes, 2012).

Nyamuk *Ae. aegypti* mempunyai kebiasaan mengigit berulang-ulang (*Multi bitter*), yaitu dapat menggigit beberapa individu secara bergantian dalam waktu singkat. Hal ini menyebabkan penyebaran DBD dapat terjadi pada beberapa individu dalam satu tempat. Penyakit DBD yang ditularkan oleh nyamuk *Ae. aegypti* sampai saat ini belum ditemukan obat atau vaksinnnya, sehingga salah satu cara pencegahan dilakukan dengan memutuskan rantai penularan yaitu mengurangi atau mengendalikan populasi nyamuk *Ae. aegypti*, cara yang paling mudah adalah dengan penggunaan insektisida kimia. Cara yang umum dilakukan dengan insektisida sintetik yang menggunakan sistem aerosol dengan teknik *Ultra Low Volume*, *Fogging*, maupun *Mist Blower*. Salah satu contoh insektisida sintetik yang digunakan berbahan dasar kimia malathion (Boesri & Boewono, 2008). Penggunaan insektisida sintetik untuk pengendalian nyamuk beresiko terkait dengan pencemaran lingkungan, adanya residu kimia berbahaya terpapar pada pangan dan faktor resikonya terhadap makhluk hidup bukan target. Berdasarkan dampak negatif tersebut maka mulai dikembangkan bahan pengendali, yang bersifat biologis (Fathi dkk, 2005).

Pengendalian hayati merupakan suatu teknik pengendalian populasi hama pengganggu tumbuhan, hewan ataupun vektor penyakit dengan memanfaatkan musuh alami yang ada di alam baik berupa parasit, predator, ataupun organisme patogen. Teknik pengendalian ini hanya berfungsi untuk menekan perkembangan serangga hama dan vektor penyakit, mempunyai toksisitas yang rendah terhadap manusia maupun organisme non target lainnya, dan bersifat spesifik. Dengan menggunakan musuh alami ini diharapkan tidak hanya menghilangkan salah satu mata rantai penyebaran penyakit DBD tetapi juga akan mampu menekan perkembangan dari siklus kehidupan vektor tersebut (Indrawati, 2006).

Penelitian berkaitan dengan pengendalian hayati menggunakan agensia hayati patogen serangga diantaranya menggunakan jamur entomopatogen yang diketahui potensial untuk mengendalikan serangga hama dan vektor penyakit adalah *Metarhizium anisopliae* dan *Beauveria bassiana*. Yasmin *et al.* (2008), telah melakukan penelitian tentang analisis efektivitas tepung jamur yaitu *Beauveria bassiana* dan *Metharizium anisopilaie* sebagai larvasida nyamuk *Aedes aegypti*. Penelitian Yasmin *et al.* (2008) diketahui fungsi *M. anisopilaie* mengakibatkan mortalitas larva nyamuk *Ae. aegypti* tertinggi pada rata-rata jumlah konidiospora sebesar $0,4 \times 10^7$ spora/ml sedangkan persentase mortalitas larva yang terendah dan kurang efektif terjadi pada rata-rata jumlah konidiospora sebesar $0,06 \times 10^7$ spora/ml. Berdasarkan hasil penelitian tersebut diketahui bahwa jamur tersebut mampu membunuh larva *Ae. aegypti* yang berada di dalam air. Penelitian Pribadi (2011), menyatakan bahwa kerapatan spora jamur *B. bassiana* yang paling efektif membunuh 50% larva *Ae. aegypti* yang telah didedahkan selama 24 dan 48 jam sebesar $251,7 \times 10^6$ spora/ml dan $173,08 \times 10^6$ spora/ml. Adapun penelitian Widayanti *et al.* (2004), pada konsentrasi $2,955 \times 10^7$ spora/ml, *M. anisopliae* dapat membunuh 50% (LC 50) dan pada konsentrasi $8,861 \times 10^7$ spora/ml *M. Anisopliae* dapat membunuh 90% (LC 90) larva nyamuk instar III *Ae. aegypti* pada kondisi laboratorium.

Hingga saat ini, penelitian tentang pengaruh infeksi jamur entomopatogen terhadap nyamuk *Ae. aegypti* dewasa atau fase imago belum banyak informasi yang diperoleh. Hal tersebut menjadi latar belakang dilakukan penelitian infeksi berbagai konsentrasi spora jamur *M. Anisopliae* dan *B. bassiana* terhadap imago *Ae. aegypti* dengan parameter yang diamati adalah mortalitas imago. Disamping itu, ingin diketahui pula kemungkinan terjadinya penularan jamur *M. Anisopliae* dan *B. bassiana* diantara populasi nyamuk *Ae. aegypti* fase imago.

METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan pada penelitian adalah metode eksperimental menggunakan rancangan faktor tunggal dengan uji hayati $3 \times$ pengulangan di laboratorium. Dalam penelitian ini akan dilakukan uji hayati infeksi jamur *M. anisopliae* terhadap imago dengan menyemprotkan 5ml larutan spora jamur pada 10 ekor imago di dalam tabung Millard, uji hayati kemampuan nyamuk *Ae. aegypti* dalam menularkan spora jamur *M. Anisopliae*, dengan menginfeksi 10 ekor jantan dan betina nyamuk, dan dimasukan kedalam tabung Millard yang berisi 10 ekor imago jantan dan betina yang tidak diinfeksi. Parameter yang diamati pada uji pertama dan kedua adalah mortalitas dengan 7 taraf uji yaitu, k_0 : 0 spora/ml (Kontrol); k_1 : 10^{-1} spora/ml; k_2 : 10^{-2} spora/ml ; k_3 : 10^{-3} ; k_4 : 10^{-4} spora/ml; k_5 : 10^{-5} spora/ml, k_6 : 10^{-6} spora/ml (berdasarkan metode penelitian yang dilakukan oleh Yasmin dan Fitri, 2010). Parameter yang diamati adalah jumlah kematian imago yang telah didedahkan selama 24 jam dan 48 jam setelah perlakuan..

Analisis Data pada uji hayati diolah dengan menggunakan analisis probit dari Finney (1971) untuk mendapatkan nilai LC_{50} 24 jam dan 48 jam. Uji hayati penularan jamur diantara populasi imago dianalisis secara

deskriptif kuantitatif dengan menghitung persentase tingkat kematian nyamuk *Ae. aegypti* yang tidak diinfeksi spora jamur *M. Anisopliae* dan *B. bassiana*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Uji Hayati Infeksi Spora Jamur *M. Anisopliae* dan *Beauveria bassiana* terhadap Mortalitas *Ae. aegypti* Fase Imago

Hasil uji mortalitas infeksi jamur *M. anisopliae* dan *Beauveria bassiana* terhadap nyamuk *Ae. aegypti* fase imago menunjukkan bahwa semakin besar jumlah infeksi kerapatan spora dan semakin lama waktu pendedahan, maka semakin banyak imago nyamuk *Ae. aegypti* yang mati (Tabel 1 dan Tabel 2). Pada hasil infeksi jamur *M. anisopliae* kematian yang paling tinggi terdapat infeksi dengan spora jamur pada pengenceran 10^{-1} kerapatan jumlah spora $1,0968 \times 10^9$ spora/mL terdapat 16 ekor larva yang mati pada 24 jam, dan 24 ekor larva yang mati pada 48 jam. Tingkat kematian yang paling rendah terdapat pada pengenceran 10^{-6} dengan kerapatan jumlah spora $1,52 \times 10^2$ spora/mL terdapat 5 ekor larva yang mati pada 24 jam dan 9 ekor larva yang mati pada 48 jam (Tabel .1). Adapun hasil infeksi spora jamur *B. bassiana* pada uji imago dalam waktu 24 jam jumlah imago *Ae. aegypti* yang mati pada taraf pengenceran 10^{-1} sampai 10^{-6} berturut-turut sebesar 26 ekor, 21 ekor, 18 ekor, 15 ekor, 8 ekor, dan 3 ekor. Setelah aplikasi penyemprotan selama 48 jam terjadi peningkatan jumlah kematian imago. Pada taraf pengenceran spora jamur *B. bassiana* 10^{-1} sampai 10^{-6} jumlah imago *Ae. aegypti* yang mati setelah diinfeksi spora jamur selama 48 jam berturut-turut sebesar 30 ekor, 27 ekor, 24 ekor, 19 ekor, 15 ekor, dan 10 ekor (Tabel 2).

Tabel 1. Mortalitas imago *Ae. aegypti* 24 jam dan 48 jam oleh infeksi spora jamur *M. anisopliae*

Tingkat Pengenceran	Jumlah rata-rata kerapatan spora (spora/ml)	Jumlah kematian larva (ekor)	
		24 jam	48 jam
10^{-1} / kontrol	0	0	0
10^{-1}	$1,0968 \times 10^9$	23	29
10^{-2}	$2,152 \times 10^8$	21	25
10^{-3}	$0,4 \times 10^6$	15	19
10^{-4}	$0,2 \times 10^5$	11	15
10^{-5}	$0,9 \times 10^3$	7	19
10^{-6}	$1,52 \times 10^2$	3	12

Tabel 2. Mortalitas imago *Ae. aegypti* 24 jam dan 48 jam oleh infeksi spora jamur *B. bassiana*

Tingkat Pengenceran	Jumlah rata-rata kerapatan spora (spora/ml)	Jumlah kematian larva (ekor)	
		24 jam	48 jam
10^{-1} / kontrol	0	0	0
10^{-1}	$54,6 \times 10^9$	26	30
10^{-2}	$21,2 \times 10^8$	21	27
10^{-3}	$1,7 \times 10^6$	18	24
10^{-4}	$1,5 \times 10^5$	15	19
10^{-5}	$0,6 \times 10^3$	8	15
10^{-6}	$0,3 \times 10^2$	3	10

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi kenaikan mortalitas imago nyamuk *Ae. aegypti* yang diinfeksi spora jamur seiring dengan semakin tinggi tingkat konsentrasi spora dan waktu infeksi semakin lama. Konsentrasi spora jamur yang semakin tinggi dalam waktu yang lebih lama memiliki potensi spora yang

menginfeksi nyamuk lebih besar, karena peluang jamur untuk berkecambah akan semakin banyak. Banyaknya spora yang menempel pada tubuh serangga makin besar peluang spora tersebut untuk tumbuh dan berkembang pada serangga sasaran yang selanjutnya dapat mematikan serangga (Feron, 1981). Menurut Kershaw *et al.*, (1999), pada konsentrasi yang relatif rendah, serangga yang terinfeksi dapat bertahan hidup, namun gagal mengalami perkembangan dan secara perlahan mengalami kematian.

Penentuan LC₅₀ dilakukan untuk mengetahui konsentrasi yang efektif spora jamur *M. anisopliae* dan *B. bassiana* dalam mengakibatkan kematian 50% populasi imago nyamuk uji *Ae. aegypti* setelah pendedahan selama 24 jam dan 48 jam. Dari data hasil penelitian, dengan menggunakan analisis probit, diketahui untuk membunuh 50% imago nyamuk *Ae. aegypti* selama 24 jam dibutuhkan infeksi spora jamur *M. anisopliae* rata-rata $4,8 \times 10^6$ spora/ml, sedangkan untuk membunuh 50% larva nyamuk *Ae. aegypti* selama 48 jam dibutuhkan jumlah spora rata-rata $1,2 \times 10^3$ spora/ml (Tabel.3)

Tabel 3. LC₅₀ imago *Ae. aegypti* 24 jam dan 48 jam oleh spora jamur *M. anisopliae*

LC ₅₀	Jumlah kerapatan spora jamur <i>M. anisopliae</i> (spora/ml)
24 jam	$4,8 \times 10^6$ spora/ml
48 jam	$1,2 \times 10^3$ spora/ml

Adapun nilai LC₅₀ kerapatan spora jamur *B. bassiana* lebih besar dari pada *M. Anisopliae*, selama waktu 24 jam maupun 48 jam. Nilai LC₅₀ 24 jam spora jamur *B. bassiana* sebesar $1,07 \times 10^7$ spora/ml, sedangkan pada waktu 48 jam sebesar $1,49 \times 10^5$ spora/ml (Tabel 4), artinya dalam jumlah yang konsentrasi spora jamur yang lebih rendah *M. Anisopliae* mampu menginfeksi dan mematikan 50% imago nyamuk *Ae. aegypti* lebih besar dibandingkan *B. bassiana*.

Tabel 4. LC₅₀ imago *Ae. aegypti* 24 jam dan 48 jam oleh spora jamur *B. bassiana*

LC ₅₀	Jumlah kerapatan spora jamur <i>B. bassiana</i> (spora/ml)
24 jam	$1,07 \times 10^7$ spora/ml
48 jam	$1,49 \times 10^5$ spora/ml

Kematian nyamuk *Ae. aegypti* terjadi karena konidia jamur *M. anisopliae* mengandung destruxin A (C29H47O7N5), destruxin B (C25H42O6N4), destruxin C,D,E dan dipertimbangkan sebagai bahan aktif insektisida generasi baru. Mittler (1994) dalam Widiyanti *et al.*, (2004) lebih lanjut menyatakan bahwa efek destruxin berpengaruh pada organela sel target (mitokondria, endoplasmik retikulum, endoplasma dan membran inti), menyebabkan paralisis sel dan berubahnya fungsi midgut, tebusul maphigi dan jaringan otot. Dijelaskan pula, destruxin yang dihasilkan oleh *M anisopliae* toksisitasnya berbeda tergantung dari jenis serangga.

b. Potensi Penularan Jamur *M. Anisopliae* dan *Beauvaria bassiana* dalam Populasi Imago *Ae. aegypti*

Hasil uji potensi penularan jamur *M. Anisopliae* diantara populasi jantan dan betina memiliki kemampuan yang sama dalam menularkan jamur untuk menurunkan jumlah populasi nyamuk. Dari hasil penelitian, presentase kematian betina oleh jantan yang terinfeksi pada 24 jam adalah sebesar 60%, sedangkan presentase kematian jantan oleh betina yang terinfeksi pada 24 jam adalah sebesar 63%. Dan presentase kematian betina oleh jantan yang terinfeksi pada 48 jam adalah sebesar 76%, sedangkan presentase kematian jantan oleh betina yang terinfeksi pada 48 jam adalah sebesar 86%. Dapat disimpulkan, potensi nyamuk betina lebih besar dalam menularkan jamur daripada jantan di 24 jam maupun 48 jam

Hasil uji potensi penularan jamur *B. bassiana* menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda dengan jamur *M. anisopliae*. mortalitas imago betina yang mati terinfeksi spora jamur yang ditularkan oleh imago jantan setelah diinfeksi selama 24 dan 48 jam sebesar 47% dan 63%, sedangkan mortalitas imago jantan yang mati

terinfeksi spora jamur yang ditularkan oleh imago betina setelah diinfeksi selama 24 jam dan 48 jam sebesar 67% dan 77%.

Dari hasil uji kedua infeksi jamur entomopatogen tersebut terhadap nyamuk *Ae. aegypti*, dapat dilihat bahwa imago betina memiliki rata-rata kemampuan untuk menularkan lebih tinggi dibanding dengan imago jantan, hal ini disebabkan imago *Ae. aegypti* betina dalam aktivitas *mating* memiliki perilaku poliandri (satu betina dapat dikawini oleh beberapa ekor jantan). Menurut Schoof (1967) nyamuk *Ae. aegypti* betina dapat melakukan perkawinan dengan banyak nyamuk jantan, hal ini mempengaruhi proses penularan spora jamur *M. Anisopliae* dan *B. bassiana* terhadap imago *Ae. aegypti* jantan maupun betina yang terjadi pada saat imago tersebut melakukan perkawinan. Proses penularan terhadap imago terjadi pada saat kontak tubuh antar imago jantan dan betina sehingga spora pada kutikula nyamuk *Ae. aegypti* yang terinfeksi spora jamur *B. bassiana* dapat menempel pada tubuh imago *Ae. Aegypti* yang tidak terinfeksi spora jamur, melalui proses ini nyamuk *Ae. aegypti* yang terinfeksi spora jamur mampu menularkan spora jamur pada nyamuk *Ae. Aegypti* yang tidak terinfeksi



Gambar 1. Imago *Ae. aegypti* yang telah terinfeksi spora jamur Entomopatogen setelah diinfeksi selama 24 dan 48 jam ($p= 10 \times 10$)

(Sumber : Data primer)

SIMPULAN, SARAN, DAN REKOMENDASI

Hasil penelitian diperoleh beberapa kesimpulan, pertama dari hasil uji mortalitas menunjukkan terjadi kenaikan mortalitas imago nyamuk *Ae. aegypti* yang diinfeksi spora jamur *M. anisopliae* maupun jamur *B. bassiana* pada tingkat konsentrasi spora yang semakin tinggi dan waktu infeksi semakin lama menyebabkan tingkat kematian yang semakin tinggi. Konsentrasi spora jamur yang semakin tinggi dalam waktu yang lebih lama memiliki potensi spora yang menginfeksi nyamuk lebih besar, karena peluang jamur untuk berkecambah akan semakin banyak. Selanjutnya disimpulkan hasil infeksi jamur *M. anisopliae* diketahui lebih efektif menyebabkan mortalitas imago *Ae. aegypti* dibandingkan jamur *B. bassiana* dengan kerapatan spora lebih rendah. Hal ini dilihat dari nilai LC_{50} 48 jam jamur *M. anisopliae* sebesar $9,28 \times 10^2$ spora/ml adapun LC_{50} 48 jam jamur *B. bassiana* sebesar $1,49 \times 10^5$ spora/ml. Berdasarkan hasil uji potensi penularan kedua jamur entomopatogen dalam populasi nyamuk imago *Ae. aegypti* diketahui kemampuan penularan terbaik terjadi pada infeksi spora *M. anisopliae* terhadap *Ae. aegypti* betina dengan persentasi mortalitas sebesar 63% pada 24 jam dan 86% pada 48 jam. Adapun penularan infeksi spora *B. bassiana* terhadap imago *Ae. aegypti* betina dengan persentasi mortalitas sebesar 67% pada 24 jam dan 77% pada 48 jam.

Mengacu dari hasil penelitian yang diperoleh maka disarankan Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada tahap perkembangan lolos hidup terhadap larva dan imago setelah terinfeksi spora jamur *M. anisopliae* maupun *B. bassiana* apakah terjadi abnormalitas morfologi atau tidak pada tiap-tiap fase larva hingga fase imago.

DAFTAR PUSTAKA

- Depkes RI, 2007. Pemberantasan Serangan Nyamuk Demam Berdarah Dengue (PSN DBD). Edisi : ke tiga. Depkes Dirjen PP dan PL. Jakarta
- Boesri, H & Boewono, D.T, 2008. Perbandingan Kematian Nyamuk *Aedes aegypti* pada penyemprotan aerosystem menggunakan bifenthrine dengan system thermal fogging menggunakan malathin. *Jurnal kedokteran Yarsi* 16 (2) : 130-14
- Fathi, S; Keman; & Wahyuni, C.U, 2005. Peran Faktor Lingkungan dan Perilaku Terhadap Penularan Demam Berdarah Dengue di Kota Mataram. *Jurnal Kesehatan Lingkungan* 2 (1) : 1-10.
- Feron, P. 1981. Pest Control by The Fungi *Beauveria* and *Metharizium*. In H.D. Burges.(Ed), Microbial Control of pest and plant diseases. New York, Academic Press. 465–482.
- Finney, D.J. 1971. Probit Analysis. Cambridge university Press. England
- Indrawati, A. 2006. Kapang Entomopatogen *Lagenidium giganteum* sebagai Agen Pengendali Hayati Larva Nyamuk *Aedes aegypti* Vektor Penyakit DBD. Sekolah Pasca Sarjana IPB. Bogor.
- Kershaw, M. J., E. R. Moorhouse, R. Bateman, S. E. Reynolds, and A. K. Charnley. 1999. The Role of Destruxin in the Pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* for Three Species of Insect. *Journal of Invertebrate Pathology* 74 : 213– 223.
- Pribadi, F.E. 2011. Toksisitas Spora Jamur *Beauveria bassiana* terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Ae. aegypti* L. Universitas Jember
- Schoof, F.H. 1967. Mating Resting Habits and Dispersal of *Aedes aegypti*. *Bul. Org. Mond. Santé*. Vol. 36, 600-601
- Widayanti, N.L.P.M & Sanusi, M. 2004. Uji Toksisitas Jamur *Metarhizium anisopliae* terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Media Litbangkes* 14 (3) : 1-6.
- Yasmin, Y., Hamelly, E & Lenni, F. 2008. Penanggulangan Larva *Aedes aegypti* Secara Hayati. Laporan Penelitian Project: Riset Grand I-MHERE. Banda Aceh
- Yasmin, Y & Lenni, F. 2010. Efek Jamur *M. anisopliae* terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Natural Indonesia* 9 (1): 1-10.