

UJI EFEKTIVITAS JAMUR *Metarhizium anisopliae* Cps.T.A ISOLAT LOKAL TERHADAP HAMA RAYAP (*Coptotermes curvignathus*)

Khairunnisa, Atria Martina, Titrawani

Mahasiswa Program S1 Biologi

Bidang Mikrobiologi Jurusan Biologi

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia

Nisabalqish21@gmail.com

ABSTRACT

Termites is one of the major pest of oil palm plantations on peatlands. Termite control is generally performed using chemical insecticides. Several chemical insecticides can inhibit termite attack effectively but not efficiently used because it has many negative effects. The negative effect of chemical insecticides can be reduced using biological agents such as entomopathogenic fungus. This research aimed to determine the effectiveness and the best formulation of local isolate of *M. anisopliae* Cps.T.A and with the addition of 10% zeolite in controlling *C. curvignathus*. The research used Complete Randomized Design (CRD) with three treatments and eight replications. The results showed that density of *M. anisopliae* Cps.T.A with addition of 10% zeolite was $2,25 \times 10^8$ spora/g and *M. anisopliae* Cps.T.A was $2,50 \times 10^8$ spora/g. Germination of *M. anisopliae* Cps.T.A with 10% zeolite was 91,2% and *M. anisopliae* Cps.T.A was 88,1%. The treatment of *M. anisopliae* Cps.T.A produced the highest mortality (100%) of *M. anisopliae* Cps.T.A with 51% zeolite, whereas the mortality of termite control was only 16%.

Keywords: *Coptotermes curvignathus*, entomopathogenic, *Metarhizium anisopliae* Cps.TA, zeolite.

ABSTRAK

Rayap merupakan salah satu hama utama di perkebunan kelapa sawit khususnya di lahan gambut. Pengendalian rayap umumnya dilakukan dengan menggunakan insektisida kimia. Beberapa insektisida kimia efektif menekan serangan rayap namun tidak efisien digunakan karena memiliki banyak dampak negatif. Pengaruh negatif dari insektisida kimia dapat dikurangi dengan menggunakan agen hayati yaitu jamur entomopatogen. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan efektivitas dan formulasi terbaik jamur *M. anisopliae* Cps.T.A isolat lokal dan *M. anisopliae* Cps.T.A isolat lokal dengan penambahan zeolit 10% dalam mengendalikan rayap *C. curvignathus*. Efektifitas jamur *M. anisopliae* Cps.T.A menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan dan delapan ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerapatan *M. anisopliae* Cps.T.A dengan penambahan zeolit 10% adalah $2,25 \times 10^8$ spora/g dan *M. anisopliae* Cps.T.A adalah $2,50 \times 10^8$ spora/g. Daya perkecambahan *M. anisopliae* Cps.T.A dengan zeolit 10% adalah 91,2% dan

M. anisopliae Cps.T.A adalah 88,1%. Perlakuan *M. anisopliae* Cps.T.A menghasilkan mortalitas tertinggi yaitu 100%, *M. anisopliae* Cps.T.A dengan zeolit yaitu 51%, sedangkan kontrol mortalitas rayap yaitu hanya 16%.

Kata kunci: *Coptotermes curvignathus*, entomopatogen, *Metarhizium anisopliae* Cps.T.A, zeolit.

PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan tanaman utama perkebunan di Indonesia. Provinsi Riau memiliki luas perkebunan kelapa sawit terluas di Indonesia. Namun, banyak permasalahan yang mengakibatkan turunnya produksi kelapa sawit di Riau, salah satunya adalah serangan rayap.

Rayap *C. curvignathus* merupakan hama utama pada tanaman kelapa sawit di lahan gambut. Umumnya *C. curvignathus* lebih banyak ditemukan pada tanaman yang belum produktif terutama pada areal baru bekas hutan. Pembukaan lahan baru menyebabkan serangan rayap sulit untuk dikendalikan karena banyak sisasisa kayu yang merupakan sumber makanan dan tempat perkembangbiakannya yang sesuai. Rayap dapat menyerang batang dan pelepas daun, baik jaringan yang masih hidup maupun jaringan yang mati (Soepadiyo & Haryono, 2003).

Pengendalian hama rayap umumnya dilakukan dengan menggunakan insektisida kimia. Insektisida kimia mempunyai daya bunuh serangga yang sangat tinggi dan hanya butuh biaya yang rendah. Beberapa insektisida kimia efektif menekan serangan rayap namun tidak efisien digunakan. Insektisida kimia memiliki dampak negatif yang besar antara lain: peningkatan resistensi hama terhadap insektisida kimia, terjadinya ledakan populasi serangga hama sekunder, peningkatan resiko

keracunan pada manusia dan hewan ternak, kontaminasi air tanah, penurunan biodiversitas, dan bahaya-bahaya lain yang berkaitan dengan lingkungan (Soetopo & Indriyani, 2007). Pengaruh negatif dari penggunaan insektisida kimia dapat dikurangi dengan menggunakan agen hayati yaitu dengan menggunakan patogen, agar populasi serangga pengganggu tersebut tetap berada pada tingkat rendah (Yusuf & Utomo, 2006).

Salah satu jenis jamur entomopatogenik yang terbukti cukup efektif membunuh serangga hama adalah *M. anisopliae*. Jamur efektif *M. anisopliae* membunuh antara lain ordo Orthoptera, Lepidoptera, Homoptera dan Coleoptera (Herlinda et al., 2008). Prayogo (2006) berhasil mengisolasi jamur *M. anisopliae* dari bangkai *Spodoptera litura*.

Kelembaban merupakan salah satu faktor penting pertumbuhan jamur. Penggunaan zeolit sebagai absorbansi diharapkan menjaga spora jamur agar dapat bertahan dalam waktu yang lama. Menurut Schalamuk et al., (2014), penggunaan batu vulkanik dari gunung merapi dapat menjaga viabilitas konidia jamur *Beuveria bassiana* dalam masa simpan 18 bulan. Zeolit mempunyai sifat-sifat kimia dan struktur yang menarik diantaranya sifat penyerap (absorpsi), penukar kation dan sebagai katalis aktif (Davis, 1991 cit Patmasari, 2007).

Penelitian bertujuan untuk menentukan efektivitas dan formulasi terbaik jamur *M. anisopliae* Cps.T.A

isolat lokal dan *M. anisopliae* Cps.T.A isolat lokal dengan penambahan dalam mengendalikan rayap *C. curvignathus*.

METODE PENELITIAN

a. Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan dari bulan Maret sampai April 2014 di Central Plantation Services (Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman) Jln. HR. Soebrantas No.134 Panam Pekanbaru 28293. Riau - Indonesia.

b. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah oven, autoklaf, timbangan analitik, hemositometer, mikroskop, *hot plate*, *laminar air flow*, pipet mikro.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian adalah medium *Potato sucrose agar* (PSA), isolat *M. anisopliae* Cps.T.A, zeolit, kompos tandan kosong, bahan perekat (indostick), rayap pekerja dan rayap prajurit *C. curvignathus* yang diperoleh dari tanaman kelapa sawit lahan gambut.

c. Rancangan penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri dari tiga perlakuan dan 8 ulangan. Waktu pengamatan adalah enam hari setelah aplikasi. Setiap unit percobaan terdiri dari 25 ekor rayap *C. curvignathus*. Perlakuan meliputi:
 K_0 = Kontrol

K_1 = *M. anisopliae* Cps.T.A+ zeolit (90%:10%)

K_2 = *M. anisopliae* Cps.T.A

d. Prosedur penelitian

Peremajaan jamur *M. anisopliae* Cps.T.A pada media PSA

Isolat *M. anisopliae* Cps.T.A yang digunakan dalam penelitian adalah koleksi dari Laboratorium Patologi Serangga Central Plantation Services yang diisolasi dari larva kumbang tanduk. Isolat ditumbuhkan dan diremajakan pada medium *Potato Sucroce Agar* (PSA).

Pembuatan Media Biakkan Jagung

Biji jagung kasar yang digunakan sebanyak 5 kg dicuci sampai bersih, kemudian dibungkus ke dalam kantong plastik sebanyak 250 g/kantong dan mulut kantong plastik diberi pipa paralon sepanjang 1 cm dan diikat dengan tali kemudian ditutup dengan kapas dan kertas koran, setelah itu disterilisasi di dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 30 menit.

Perbanyak *M. anisopliae* Cps.T.A Pada Media Jagung

Isolat *M. anisopliae* Cps.T.A dari biakan murni yang ditumbuhkan pada media PSA diinokulasi secara aseptis pada media jagung. Sebanyak 5 potong biakan berukuran 2 x 2 cm dimasukkan ke media jagung dan diinkubasi pada suhu 25-27°C lebih kurang 3 minggu (Manurung, 2012).

Penghitungan Kerapatan dan Daya kecambah Spora *M. anisopliae* Cps.T.A

Kerapatan dan daya kecambah spora *M. anisopliae* Cps.T.A dilihat dengan cara media jagung yang telah

ditumbuhi spora jamur dihaluskan. Kemudian *M. anisopliae* Cps.T.A dan *M. anisopliae* Cps.T.A yang telah ditambah zeolit 10% masing-masing diambil sebanyak 1 g. Dilarutkan ke dalam 1000 ml akuades steril dan dihomogenkan menggunakan vortek hingga tercampur merata. Dilakukan pengenceran sebanyak tiga kali dengan mengambil 1 ml suspensi dari larutan induk dimasukkan dalam tabung reaksi yang telah diisi akuades steril 9 ml.

Penentuan kerapatan spora bertujuan untuk mendapatkan spora 10^8 spora/g. Suspensi spora diteteskan pada haemositometer lalu kerapatan spora dihitung di bawah mikroskop binokuler dengan perbesaran 400 kali. Penghitungan spora menggunakan rumus Bibiana & Hastowo (1992) sebagai berikut:

$$C = t \times 50000 \times F$$

Keterangan :

C : kerapatan konidia

t : banyaknya konidia yang dihitung

F : faktor pengenceran = 1

50000: jumlah kotak yang dihitung (5 kotak) / kedalaman (0,1 ml) x volume (1000mm^3).

Viabilitas spora ditentukan dengan mengambil satu tetes dari suspensi 10^8 spora/ml kemudian diteteskan ke medium PSA. Setelah 24 jam dihitung persentase perkembahan konidia dihitung dengan rumus Gabriel & Riyatno (1989):

$$V = \frac{g}{g+u} \times 100\%$$

Keterangan:

V: perkembahan spora (*viability*)

g: jumlah spora yang berkecambah

u: jumlah spora yang tidak berkecambah

Pengujian Efektivitas Formulasi

Rayap yang digunakan pada penelitian ini adalah rayap dari kasta pekerja dan prajurit yang diperoleh dari tanaman kelapa sawit di PT Central Lubuk Sawit Desa Lubuk Sakat Kabupaten Kampar yang telah diaklimatisasi selama 3 hari di laboratorium. Uji mortalitas terhadap *C. curvignathus* menggunakan 2 g/liter spora jamur *M. anisopliae* Cps.T.A. Setiap unit percobaan terdiri atas 20 ekor rayap pekerja dan 5 ekor rayap prajurit dengan delapan ulangan setiap perlakuan. Rayap *C. curvignathus* dimasukkan ke dalam stoples besar yang diisi dengan 500 g kompos tandan kosong yang telah disterilkan sebagai sumber makanan rayap. Kemudian rayap disemprot dengan formulasi sesuai perlakuan. Pada kontrol disemprot dengan akuades. Pengamatan mortalitas rayap dilakukan 6 hari setelah aplikasi.

Perhitungan Mortalitas

Mortalitas rayap dihitung menggunakan rumus Yunianto dan Sulistyowati (19994) cit Irianti *et al.*, (2001):

Persentase Mortalitas: $a/b \times 100\%$

a: jumlah rayap yang mati

b: jumlah rayap yang diuji

e. Analisis Data

Data diolah menggunakan prosedur rancangan acak lengkap (RAL) dianalisis secara statistik dengan Anova One Way. Jika terdapat perbedaan signifikan akan dilanjutkan

uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf nyata %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Kerapatan dan Daya Kecambah Spora *M. anisopliae* Cps.T.A

Dari hasil penelitian kerapatan konidiospora *M. anisopliae* Cps.T.A yang ditambahkan 10% zeolit adalah $2,25 \times 10^8$ dan *M. anisopliae* Cps.T.A adalah $2,50 \times 10^8$. Hal ini menunjukkan kedua formulasi *M. anisopliae* Cps.T.A yang ditambahkan 10% zeolit dan *M. anisopliae* Cps.T.A memiliki kerapatan spora yang tidak berbeda. Sedangkan untuk daya kecambah dengan penambahan zeolit mencapai 91,2% dan tanpa penambahan zeolit mencapai 88,1%, dimana daya kecambah kedua formulasi tersebut juga tidak berbeda (Tabel 1).

Tabel 1. Kerapatan dan daya kecambah pada masing-masing formulasi *M. anisopliae* Cps.T.A

No	Parameter	Formulasi	
		<i>M. anisopliae</i> Cps.T.A + zeolit 10%	<i>M. anisopliae</i> Cps.T.A
1.	Kerapatan spora	$2,25 \times 10^8$ spora/ml	$2,50 \times 10^8$ spora/ml
2.	Daya kecambah	91,2%	88,1%

Hal ini menunjukkan bahwa kedua formulasi yang digunakan memiliki kerapatan dan daya kecambah yang cukup baik. Menurut Vijayavani (2010), pemberian jamur *M. anisopliae* dengan konsntrasi 1×10^7 dan 1×10^8 spora/ml dapat menyebabkan kematian optimum *Helicoverpa armigera* dalam waktu 8 hari setelah aplikasi. Menurut Yohanes (2009), jamur yang memiliki daya kecambah spora diatas 80% telah memenuhi syarat untuk dikembangkan

sebagai bioinsektisida. Semakin banyak spora yang mampu berkecambah patogenitas jamur juga akan meningkat. Daya kecambah (*viability*) jamur entomopatogen merupakan awal dari stadia pertumbuhan jamur sebelum melakukan penetrasi ke integument rayap, sehingga persentase daya kecambah sangat menentukan keberhasilan pertumbuhan jamur pada tubuh rayap.

Feron (1981, cit Heriyanto dan Suharno, 2008) menyatakan bahwa keberhasilan penggunaan jamur entomopatogen dalam pengendalian hama antara lain ditentukan oleh konsentrasi/kepadatan dan daya kecambah spora. Semakin tinggi kepadatan dan daya kecambahnya maka peluang jamur dalam mematikan serangga juga semakin cepat. Simamora *et al.*, 2013 menyatakan

Penggunaan jamur entomopatogen dalam pengendalian hama antara lain ditentukan oleh konsentrasi/kepadatan dan daya kecambah spora. Semakin tinggi kepadatan dan daya kecambahnya maka peluang jamur dalam mematikan serangga juga semakin cepat. Simamora *et al.*, (2013) menyatakan pemberian *M. anisopliae* dengan konsentrasi terendah 5 g/100 cc air, memiliki efektivitas yang lebih rendah

terhadap mortalitas larva tritip. Produksi destruxin A, B, C, D, dan E serta *desmethyldestruxin*, cyclopeptida yang rendah mengakibatkan kemampuan jamur *M. anisopliae* menginfeksi menjadi berkurang. Kemampuan sporulasi juga dapat digunakan sebagai kemampuan isolat untuk penetrasi ke inang sasaran. Isolat yang virulen memiliki kemampuan sporulasi yang lebih baik dibandingkan dengan isolat yang avirulen (Trizelia, 2005 cit Masculen, 2014).

b. Efektivitas formulasi spora *M. anisopliae* Cps.T.A terhadap mortalitas rayap *C. curvignathus*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian formulasi jamur *M. anisopliae* Cps.T.A dapat menyebabkan mortalitas terhadap rayap *C. curvignathus*. Mortalitas rayap yang terjadi menunjukkan bahwa jamur *M. anisopliae* Cps.T.A bersifat patogen terhadap rayap *C. curvignathus*. Tingkat mortalitas rayap dengan perlakuan *M. anisopliae* Cps.T.A telah mencapai 100% setelah 6 hari aplikasi berbeda nyata dengan mortalitas *M. anisopliae* Cps.T.A dengan penambahan zeolit 10% pada hari keenam menyebabkan kematian 51%. Kedua perlakuan berbeda nyata dengan kontrol dimana mortalitas rayap yaitu 16% (Tabel 2).

Tabel 2. Mortalitas rayap *C. curvignathus* (%) dengan pemberian formulasi *M. anisopliae* Cps.T.A yang berbeda setelah 6 hari aplikasi.

Perlakuan	N	Rata-rata mortalitas
Kontrol	8	16 ^a
<i>M. anisopliae</i> + zeolit 10%	8	51 ^b
<i>M. anisopliae</i>	8	100 ^c

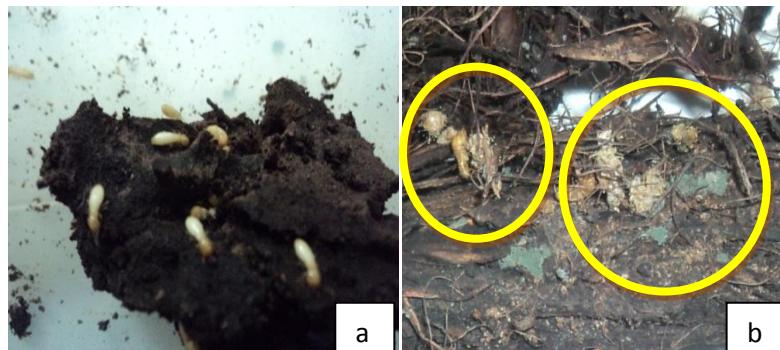
Keterangan: n = ulangan

Angka dalam baris yang diikuti dengan huruf yang sama pada satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%.

Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan *M. anisopliae* Cps.T.A memberi pengaruh terhadap mortalitas rayap *C. curvignathus*. Formulasi *M. anisopliae* Cps.T.A tanpa penambahan zeolit 10% lebih efektif membunuh rayap *C. curvignathus* 100% enam hari setelah aplikasi dibandingkan dengan penambahan zeolit 10%. Pemberian zeolit dapat menjaga viabilitas spora jamur namun membutuhkan waktu yang lebih lama untuk membunuh rayap hingga 100% lebih lama untuk membunuh rayap hingga 100%. Menurut Schalamuk *et al.*, (2014) pemberian batu vulkanik dari gunung merapi berpotensi untuk menjaga viabilitas *Beuveria bassiana* dalam masa simpan 18 bulan dan menyebabkan kematian pada kumbang *Alphitobius diaperinus* 63,3%.

Pada penelitian ini *M. anisopliae* Cps.T.A dengan konsentrasi 10^8 menyebabkan mortalitas rayap 100% setelah 6 hari aplikasi. Jamur ini memberikan hasil yang lebih baik untuk mengendalikan rayap *C. curvignathus* dibanding *Beuveria bassiana*. Hasil penelitian Masculen (2014), menunjukkan pemberian *B. bassiana* menyebabkan kematian *C. curvignathus* 74% setelah 6 hari aplikasi.

Prayogo *et al.*, (2005) menyatakan *M. anisopliae* dapat menginfeksi rayap dengan melakukan kontak antara propagul dengan tubuh serangga. Lalu terjadi penempelan dan perkecambahan propagul jamur pada integumen serangga. Jamur akan menggunakan senyawa-senyawa yang terdapat pada integumen serangga. Selanjutnya akan terjadi penetrasi dan menembus integumen sehingga membentuk tabung kecambah. Tahap terakhir adalah destruksi pada titik penetrasi dan terbentuknya blastospora yang akan menyerang jaringan lain. Pada umumnya semua jaringan dalam tubuh serangga dan cairan tubuh habis digunakan oleh jamur, sehingga serangga akan mati dengan tubuh yang mengeras seperti mumi. Hal ini dikarenakan tubuh rayap diselimuti miselium jamur (Gambar 1).



Gambar 1. (a) Rayap sebelum aplikasi jamur *M. anisopliae* Cps.T.A (b) rayap yang mati setelah aplikasi yang diselimuti miselium jamur *M. anisopliae* Cps.T.A

Kontak antara rayap yang telah terinfeksi dengan rayap yang masih sehat akan membuat jamur menempel pada tubuh rayap lainnya. Penularan spora dari rayap yang terinfeksi kepada rayap yang sehat disebabkan adanya interaksi antar individu, seperti tingkah laku rayap yang saling menuapi (*trophallaxis*) dan saling ber-

sentuhan (*grooming*) (Kramm *et al.*, 1982). Sebagai serangga social laku individu yang selalu berhubungan dengan anggota yang lain dalam koloninya.

Selain mengeras, tubuh larva juga berubah menjadi hitam. Perubahan warna hitam yang terjadi pada tubuh larva disebabkan oleh melanisasi yang merupakan suatu bentuk pertahanan tubuh serangga melawan patogen (Boucias dan Pendland, 1998). Perubahan warna hitam atau melanisasi tersebut akibat dari aktivitas enzim phenoloksidase. Enzim ini diketahui berperan dalam proses penyembuhan luka, sklerotisasi kutikula, dan berperan dalam proses melanisasi terhadap benda asing yang masuk ke dalam hemocoel (Prayogo *et al.*, 2005).

Pada kontrol juga terjadi mortalita rayap, hal ini diduga rayap mengalami

Stress pada saat pemindahan ke dalam wadah dan rayap tidak mampu untuk menyesuaikan diri dengan keadaan yang baru. Mortalitas rayap dipengaruhi oleh sumber makanan yang terdapat di laboratorium. Biasanya rayap di alam dapat memilih makanan rayap hanya memakan makanan yang tersedia saja (Supriana, 1983). Dalam penelitian ini,

sumber makanan yang diberikan pada rayap adalah berupa kompos yang telah disterilisasi. Sterilisasi dilakukan agar organisme-organisme lain yang terdapat di dalam kompos mati dan tidak mengganggu rayap pada aplikasi. Pada tahap ini aktivitas rayap akan rendah. Rayap yang mampu menyesuaikan diri akan tetap bertahan hidup sedangkan rayap yang tidak mampu menyesuaikan diri akan mati.

KESIMPULAN

Formulasi *M. anisopliae* Cps.T.A dengan penambahan zeolit 10% memiliki kerapatan spora yaitu $2,25 \times 10^8$ spora/g dengan daya kecambah mencapai 91,2%. Sedangkan *M. anisopliae* Cps.T.A memiliki kerapatan spora $2,50 \times 10^8$ spora/g dengan daya kecambah mencapai 88,1%. Kedua formulasi memiliki kerapatan spora dan daya kecambah yang cukup baik. Pemberian *M. anisopliae* Cps.T.A lebih efektif membunuh rayap 100% dalam waktu 6 hari setelah aplikasi dibandingkan *M. anisopliae* Cps.T.A dengan penambahan zeolit 10% tingkat mortalitas rayap hanya 51% sedangkan kontrol mortalitas rayap 16%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Central Plantation services services di Jln. HR. Soebrantas No.134 Panam Pekanbaru 28293. Riau-Indonesia melalui hubungan kerja sama jurusan Biologi.

DAFTAR PUSTAKA

Baucias, D.G. Pendlan JC. 1998. *Principles Of Insect Pathology*.

London: Kluwer Academic Publishers.

Bibiana, W. Hastowo, S. 1992. *Mikrobiologi*. Jakarta: Rajawali Pers.

Gabriel, B.P. Riyatno. 1989. *Metarhizium anisopliae* (Metch) Sor: *Taksonomi, Patologi, Produksi dan Aplikasinya*. Jakarta: Direktorat Perlindungan Tanaman Perkebunan, Departemen Pertanian.

Heriyanto dan Suharno. 2008. Studi patogenitas *Metarhizium anisopliae* (metch.) sor hasil perbanyak medium cair alami terhadap larva *Oryctes rhinoceros*. *J. ilmu-ilmu Pertanian*. 4(1): 1858-1226.

Irianti, A.P.T, Wagiman, F.X. Martojo, T. 2001. faktor-faktor yang mempengaruhi patogenesitas *Beauveria bassiana* terhadap bubuk buah kopi (*Hypotenemus hampei*). *J. Agrosains*. 14 (3).

Kramm, West, K.R.D.F. and Rockenbach PG. 1982. Termite pathogens: transfer of the entomopathogen *Metarhizium anisopliae* between Reticulitermes sp. termites. *J. Invert. Pathol.* 40: 1-6.

Manurung, E.M. Tobing. Lubis, L, Priwiratama H. 2012. Efikasi beberapa formulasi *metarhizium anisopliae* terhadap larva *Oryctes rhinoceros* l. (coleoptera: scarabaeidae) di insektarium. *J. Online Agroekoteknologi* 1(1).

- Masculen, N. 2014. Uji efektivitas jamur *Beauveria bassiana* terhadap hama rayap (*Coptotermes curvignathus*) pada tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) lahan gambut [skripsi]. Pekanbaru. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau.
- Patmasari, U. Suharni, T.T, Permana, D.R. 2007. Pengaruh penambahan zeolit terhadap viabilitas bibit jamur merang. *J Biodiversitas*. ISSN: 1412-033X. 8(1): 27–33.
- Prayogo, Y dan Suharsono. 2005. Optimalisasi pengendalian hama pengisap polong kedelai (*Riptortus linearis*) dengan cendawan entomopatogen *Verticillium lecanii*. *J. Litbang Pertanian*. 24 (4).
- Schalamuk, S. Pelizza, S. Scorsetti, A.C. Gonzalez, M. Botto, I.L. 2014. Pyroclastic material from the puyehue-cordon-caulle volcanic complex, chile, as carrier of *Beauveria bassiana* conidia: potential utilization in mycoinsecticide formulations. *J. of Agricultural Chemistry and Environment*. 3(1): 14-21.
- Simamora, L.O. Bakti, D. Oemry, S. Manik F. 2013. Kajian epizootik *Metarhizium anisopliae* pada larva tritip (*Plutella xylostella* L.) (Lepidoptera: Plutellidae) di rumah kaca. *J. Online Agroekoteknologi*. 1(2): 2337-6597.
- Soetopo, D. Indrayani, I. 2007. Status teknologi dan prospek *Beauveria bassiana* untuk pengujian serangga hama tanaman perkebunan yang ramah lingkungan. *J. Perspektif* 6(1): 29-46.
- Soepadiyo, M. Haryono, S. 2003. *Manajemen Agrobisnis Kelapa Sawit*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Supriana, N. 1983. Feeding behaviour or termites (Insecta: Isoptera) on tropical timber and treated materials [thesis]. England: University of Southampton.
- Vijayavani, S. Reddy, K.R.K. Jyothi, G. 2010. Identification of virulent of *Metarhizium anisopliae* (Metschin) Sorokin (Deuteromycotina: Hypomycetes) for the management of *Helicoverpa armigera* (Hubner). *J. of Biopesticides*. 3(3): 556–558.
- Yohanes DJ. 2009. Pengendalian hama kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros*) dan rayap (*Coptotermes curvignathus*) di Asian Agri Group. *Prosiding Pertemuan Teknis Kelapa Sawit*. PPKS. Jakarta.
- Yusuf, S. Utomo, S. 2006. *Hama Pemukiman Indonesia: Pengenalan, Biologi dan Pengendalian*. Bogor: Unit Kajian Pengendalian Hama Pemukiman Fakultas Kedokteran Hewan IPB.