

PENGARUH APLIKASI BEBERAPA KONSENTRASI FORMULASI KERING *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin ISOLAT TEGINENENG TERHADAP MORTALITAS HAMA PENGISAP BUAH KAKAO (*Helopeltis* spp.)

Zaka Saputra, Purnomo*, Nur Yasin & Lestari Wibowo

Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Lampung
Jl. Prof. Soemantri Brodjonegoro, No.1, Bandar Lampung 35145
E-mail: zakasaputra90@gmail.com

*Korespondensi, E-mail: purjomo@yahoo.com

ABSTRAK

Salah satu musuh alami yang dapat digunakan untuk mengendalikan hama adalah jamur patogen serangga *Metarhizium anisopliae*. Pemanfaatan jamur entomopatogen sebagai bioinsektisida semakin berkembang. Teknologi produksi bioinsektisida dari jenis jamur entomopatogen dalam bentuk formulasi kering berkembang terus dan merupakan objek penelitian yang sangat menarik. Banyak keuntungan dari jamur entomopatogen yang dibuat dalam bentuk formulasi kering, diantaranya adalah dapat disimpan dalam jangka waktu yang cukup lama, praktis, dan mudah diaplikasikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi beberapa konsentrasi formulasi kering *M. anisopliae* isolat Tegineneng terhadap mortalitas hama pengisap buah kakao (*Helopeltis* spp.). Percobaan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok yang terdiri atas 5 perlakuan. Pengelompokan berdasarkan 3 kelompok waktu aplikasi yang berbeda. Perlakuan terdiri atas kontrol (tanpa aplikasi *M. anisopliae*), aplikasi formulasi kering *M. anisopliae* konsentrasi 5 g l⁻¹ air, aplikasi formulasi kering *M. anisopliae* konsentrasi 10 g l⁻¹ air, aplikasi formulasi kering *M. anisopliae* konsentrasi 15 g l⁻¹ air, dan aplikasi formulasi kering *M. anisopliae* konsentrasi 20 g l⁻¹ air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi formulasi kering jamur *M. anisopliae* konsentrasi 20 g l⁻¹ air menyebabkan mortalitas *Helopeltis* spp. sebesar 83,82% berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan perlakuan 5 g l⁻¹ dan 10 g l⁻¹, namun tidak berbeda nyata dibandingkan perlakuan 15 g l⁻¹.

Kata kunci : Formulasi kering, *Helopeltis* spp., *Metarhizium anisopliae*, mortalitas, musuh alami.

PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang mempunyai peran penting dalam perekonomian Indonesia. Tahun 2010 Indonesia merupakan pengekspor biji kakao terbesar ketiga dunia dengan produksi biji kering 550.000 ton setelah negara Pantai Gading (1.242.000 ton) dan Ghana dengan produksi 662.000 ton (ICCO, 2011 dalam Balittri, 2012). Pada tahun 2010, dari 1.475.344 ha areal kakao Indonesia, sekitar 1.372.705 ha atau 93% adalah kakao rakyat (Ditjenbun, 2010 dalam Balittri, 2012). Hal ini mengindikasikan peran penting kakao baik sebagai sumber lapangan kerja maupun pendapatan bagi petani.

Produktivitas kakao di Indonesia dan khususnya di Lampung sampai saat ini belum maksimal disebabkan adanya atau terkendala oleh organisme pengganggu tanaman (OPT). Salah satu OPT yang cukup penting pada tanaman kakao adalah *Helopeltis* spp. *Helopeltis* spp. menimbulkan kerusakan dengan cara menusuk dan mengisap cairan buah maupun tunas-tunas muda. Serangan pada buah muda menyebabkan matinya buah tersebut, sedangkan serangan pada buah berumur sedang

mengakibatkan terbentuknya buah abnormal. Akibatnya, daya hasil dan mutu kakao menurun. Serangan berat *H. antonii* dalam satu musim dapat menurunkan daya hasil rata-rata 42% selama tiga tahun berturut-turut (Wardoyo, 1988 dalam Atmadja, 2003).

Pengendalian *Helopeltis* spp. perlu dilakukan untuk mencegah kehilangan hasil produksi kakao. Pengendalian yang baik pada saat ini adalah pengendalian yang aman dan ramah lingkungan. Menurut Junianto (2000 dalam Prayogo dan Suharsono, 2005) penggunaan musuh alami seperti jamur entomopatogen memenuhi kriteria pengendalian yang aman dan ramah lingkungan.

Beberapa jenis jamur entomopatogen yang telah dimanfaatkan untuk mengendalikan hama tanaman perkebunan dan sayuran adalah *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces* sp., *Verticillium* sp., dan *Spicaria* sp. (Gabriel dan Riyanto, 1989; Pendland dan Boucias, 1998 dalam Prayogo et al., 2005). *M. anisopliae* telah lama digunakan sebagai agensia hayati dan dapat menginfeksi beberapa jenis serangga, antara lain dari ordo Coleoptera, Lepidoptera,

Homoptera, Hemiptera, dan Isoptera (Gabriel dan Riyanto, 1989; Strack, 2003 dalam Prayogo *et al.*, 2005)

Pemanfaatan jamur entomopatogen sebagai bioinsektisida semakin berkembang. Hal ini terjadi karena bioinsektisida diharapkan dapat mengurangi laju dampak negatif dari penggunaan pestisida yang selama ini dilakukan. Teknologi produksi bioinsektisida dari jenis jamur entomopatogen dalam bentuk formulasi kering berkembang terus dan merupakan objek penelitian yang sangat menarik. Banyak keuntungan dari jamur entomopatogen yang dibuat dalam bentuk formulasi kering, diantaranya adalah dapat disimpan dalam jangka waktu yang cukup lama, praktis, dan mudah diaplikasikan (Suwahyono, 2010).

Helopeltis spp. tergolong dalam ordo Hemiptera dan jamur *Metarhizium* spp. dapat berperan sebagai bioinsektisida dalam pengendali hayati untuk mengendalikan *Helopeltis* spp. Oleh karena itu maka perlu dibuat formulasi kering dari jamur *M. anisopliae* isolat Tegineneng supaya mudah dalam aplikasinya dan dapat digunakan untuk mengendalikan dan mematikan hama pengisap buah kakao (*Helopeltis* spp.).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh aplikasi beberapa konsentrasi formulasi kering *M. anisopliae* isolat Tegineneng terhadap mortalitas hama pengisap buah kakao (*Helopeltis* spp.).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2012 sampai dengan Februari 2013, di Laboratorium Hama Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Percobaan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok yang terdiri atas 5 perlakuan. Setiap perlakuan terdiri atas 3 kelompok waktu aplikasi yang berbeda. Sehingga jumlahnya terdiri dari 15 satu satuan percobaan. Setiap satu satuan percobaan terdiri atas 20 ekor serangga uji yang diaplikasikan. Perlakuan terdiri atas kontrol (tanpa aplikasi *M. anisopliae*) (P0), aplikasi formulasi kering *M. anisopliae* konsentrasi 5 g l⁻¹ air (P1), aplikasi formulasi kering *M. anisopliae* konsentrasi 10 g l⁻¹ air (P2), aplikasi formulasi kering *M. anisopliae* konsentrasi 15 g l⁻¹ air (P3), dan aplikasi formulasi kering *M. anisopliae* konsentrasi 20 g l⁻¹ air (P4). Data yang didapatkan kemudian dianalisis menggunakan sidik ragam dan dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan taraf nyata 5% kemudian dilakukan analisis probit untuk menentukan LC₅₀.

Pembiakan serangga ini dilakukan di laboratorium, yaitu dengan menggunakan inang alternatif (mentimun). Sebelum pembiakan terlebih dahulu dilakukan pencarian indukan serangga *Helopeltis* spp. Indukan serangga

terdiri atas imago dan nimfa *Helopeltis* spp. yang diambil dari lapangan. Indukan imago dan nimfa dipisahkan dan dimasukkan ke dalam stoples plastik berdiameter 16 cm dengan tinggi 17 cm yang sudah ada pakan mentimun di dalamnya. Stoples plastik ditutup menggunakan kain sifon yang diikat menggunakan karet gelang. Setiap stoples diisi ± 20 ekor serangga dan 2 buah mentimun. Pakan diganti setiap 2-3 hari sekali. Setelah imago bertelur, mentimun yang digunakan sebagai media bertelur dipisahkan dan ditempatkan pada stoples yang baru sampai ± 4 mentimun. Stoples ditutup dan diberi label tanggal. Setelah telur menetas, nimfa dipindahkan ke dalam stoples yang baru dan diberi mentimun yang masih segar. Begitu seterusnya sampai diperoleh jumlah serangga yang diperlukan.

Sabouraud Dextrose Agar merupakan media yang mengandung pepton di dalamnya. Satu liter air destilata ini dikomposisikan dari 40 g dextrose, 5 g pepton, 5 g kasein, dan 15 g agar. Semua larutan dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer kemudian ditutup menggunakan aluminium foil, dikencangkan dengan karet gelang dan dibungkus plastik tahan panas. Selanjutnya larutan SDA diautoklaf selama 2 jam pada suhu 121°C. Setelah itu erlenmeyer diangkat dan didiamkan sebentar supaya sedikit lebih dingin, kemudian larutan SDA dituangkan ke masing-masing cawan petri dalam ruangan steril (*Laminar Air Flow*). Setelah SDA mengeras, kemudian dilakukan isolasi jamur *M. anisopliae* yang berasal dari Tegineneng. Kemudian diinkubasi selama 1 bulan. Setelah itu isolat siap digunakan untuk pengujian lebih lanjut.

Beras dicuci sampai bersih, kemudian disiram dengan air mendidih. Beras dikukus hingga setengah matang (10 menit), kemudian diangkat dan dikeringanginkan. Sekitar 100 g beras dimasukkan dalam kantong plastik. Beras dipadatkan dan diposisikan pada bagian bawah plastik. Bagian atas plastik yang tidak terisi dirapikan, digulung, dan diikat dengan karet gelang. Beras disterilkan dengan autoklaf pada suhu 120°C, tekanan 1 atm, selama 15 menit. Beras diangkat dan dikeringanginkan, kemudian diinkubasi dengan isolat *M. anisopliae*, diinkubasi selama 2 minggu.

Dalam penelitian ini, pembuatan formulasi kering *M. anisopliae* mengacu pada Purnomo *et al.* (2012). Pembuatan formulasi kering dimulai dengan mengeringkan jamur *M. anisopliae* yang tumbuh pada media beras. Pengerian dilakukan dengan pengerian dingin. Pengerian dingin dilakukan di dalam lemari es pada suhu 5°C selama 12 hari. Setelah kering jamur *M. anisopliae* dihaluskan dengan cara diblender lalu diayak sehingga menjadi tepung biomassa spora *M. anisopliae*. Bahan pembawa seperti tepung jagung,

kaolin, dan zeolit juga disterilkan dengan oven pada suhu 80°C selama 2 jam. Setelah itu tepung biomassa spora *M. anisopliae* dicampur dengan bahan pembawa (Tabel 1).

Untuk mengetahui kerapatan spora dari tepung biomassa spora maka diambil 1 g tepung biomassa spora dan dimasukkan ke dalam 10 ml aquades, dihomogenkan dengan rotamixer dan diencerkan hingga 10^{-3} , lalu dihitung jumlah sporanya dengan bantuan alat *Haemocytometer*. Hasil penghitungan kerapatan spora menunjukkan bahwa jamur *M. anisopliae* isolat Tegineneng memiliki kerapatan spora $3,1 \times 10^6$.

Sebelum ditentukan berapa konsentrasi yang akan digunakan untuk pengujian, terlebih dahulu dilakukan uji pendahuluan. Pada uji pendahuluan digunakan konsentrasi 10 g l^{-1} dan 15 g l^{-1} . Serangga uji berjumlah 10 ekor per satu satuan percobaan. Konsentrasi 10 g l^{-1} menyebabkan kematian 9 ekor imago *Helopeltis* spp. dan konsentrasi 15 g l^{-1} menyebabkan kematian 10 ekor imago *Helopeltis* spp. Selanjutnya pada pengujian ditentukan 5 perlakuan dengan masing-masing konsentrasi yaitu 5 g l^{-1} , 10 g l^{-1} , 15 g l^{-1} , 20 g l^{-1} , dan kontrol. Masing-masing konsentrasi *M. anisopliae* yang akan digunakan dicampur dengan air sebanyak 1 liter, kemudian ditambah bahan perata perekat *Indostick* sebanyak 2 ml.

Aplikasi formulasi kering *M. anisopliae* dilakukan dengan cara memasukkan serangga uji *Helopeltis* spp. yang terdiri dari 20 ekor imago per satu satuan percobaan ke dalam botol air mineral yang dipotong bagian atas dan bawahnya lalu pada bagian bawah botol ditutup dengan kain strimin dan diikat dengan karet gelang. Hal ini dilakukan agar saat dilakukan penyemprotan serangga uji tidak terendam larutan formulasi kering. Selanjutnya suspensi disemprotkan menggunakan *handsprayer* sesuai dengan tingkat konsentrasi yang telah ditentukan. Setelah disemprot serangga uji dimasukkan kembali ke dalam toples dan diberi pakan mentimun. Pengamatan jumlah *Helopeltis* spp. yang mati akibat terinfeksi jamur *M. anisopliae* dilakukan setiap 24 jam sekali selama 10 hari setelah aplikasi. Menurut Rustama et al. (2008) persentase

mortalitas (kematian) serangga dapat dihitung menggunakan rumus seperti berikut:

$$M = \frac{n}{N} \times 100\%$$

dengan M adalah mortalitas serangga (%), n adalah serangga yang mati (ekor), dan N adalah jumlah serangga yang diuji (ekor).

Apabila terdapat kematian *Helopeltis* spp. pada kontrol maka persentase kematian terkoreksi dihitung berdasarkan rumus Abbot (1925 dalam Hasinu, 2009).

$$Pt = \frac{(Po - Pc)}{(100 - Pc)} \times 100$$

dengan Pt adalah % kematian terkoreksi, Po adalah % kematian pada perlakuan, dan Pc adalah % kematian pada kontrol. Selain menghitung persentase mortalitas *Helopeltis* spp. dilakukan juga penghitungan periode letal. Periode letal adalah banyaknya waktu yang dihitung dari sejak aplikasi sampai serangga uji mengalami kematian. Periode letal dapat dihitung dengan rumus (Susilo et al., 1993 dalam Indriyati, 2009) sebagai berikut:

$$\text{Periode Letal (T)} = \frac{[\sum (H_i \times M_i)]}{[\sum (M_i)]}$$

dengan F adalah periode letal, H_i adalah hari ke- i , dan M_i adalah jumlah serangga mati (ekor) karena terinfeksi jamur *M. anisopliae* pada hari ke- i

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil percobaan menunjukkan bahwa aplikasi formulasi kering jamur *M. anisopliae* isolat Tegineneng secara nyata menyebabkan mortalitas *Helopeltis* spp. pada pengamatan 1 hsa sampai 10 hsa (Tabel 2).

Pada Tabel 2 terlihat bahwa pada 1 hsa, kematian *Helopeltis* spp. tertinggi (8,33%) terdapat pada perlakuan P3, tidak berbeda nyata dengan perlakuan P2 dan P4 namun berbeda nyata dengan perlakuan P0 dan P1. Pada pengamatan 4 hsa kematian *Helopeltis* spp. tertinggi terdapat pada P3 (40,79%) berbeda nyata dengan P1, namun tidak berbeda nyata dengan P2 dan P4. Pada pengamatan 6 hsa perlakuan 20 g l^{-1} (P4)

Tabel 1. Komposisi formulasi kering jamur *M. anisopliae*

Bahan	Jumlah (g)
Tepung biomassa spora <i>M. anisopliae</i>	40
Kaolin	20
Zeolit	20
Tepung jagung	20
Total	100

Tabel 2. Nilai tengah mortalitas terkoreksi *Helopeltis* spp.

Perlakuan	Mortalitas (%) terkoreksi <i>Helopeltis</i> spp. pada									
	1 hsa	2 hsa	8 hsa	8 hsa	5 hsa	6 hsa	7 hsa	8 hsa	9 hsa	10 hsa
P0	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
P1	0,00 a	10,00 ab	16,66 b	28,77 b	36,05 b	41,90 b	49,90 b	47,67 b	47,67 b	46,81 b
P2	5,00 ab	16,66 b	26,66 b	33,95 bc	44,82 b	47,36 bc	53,40 b	63,84 c	63,84 c	65,19 c
P3	8,33 b	15,00 b	30,00 b	40,79 c	41,22 b	52,63 c	63,40 bc	69,85 cd	71,81 cd	73,52 cd
P4	5,00 ab	15,00 b	25,00 b	33,77 bc	50,00 b	68,46 d	72,26 c	79,90 d	83,94 d	83,82 d
F hit	4,27 *	5,06 *	6,00 *	19,98 **	13,38 **	67,47 **	29,58 **	61,47 **	61,56 **	63,50 **
BNT	5,70	10,38	16,03	11,62	17,73	10,13	16,85	13,08	13,57	13,51

Keterangan: Angka sekolom yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan nilai tengah yang berbeda nyata pada uji BNT = 0,05. P0 = Kontrol (tanpa aplikasi formulasi kering *M. anisopliae*), P1= Aplikasi formulasi kering *M. anisopliae* konsentrasi 5 g l⁻¹ air, P2= Aplikasi formulasi kering *M. anisopliae* konsentrasi 10 g l⁻¹ air, P3= Aplikasi formulasi kering *M. anisopliae* konsentrasi 15 g l⁻¹ air, dan P4 = Aplikasi formulasi kering *M. anisopliae* konsentrasi 20 g l⁻¹ air.

menyebabkan mortalitas tertinggi (68,46%) dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan 5 g l⁻¹, 10 g l⁻¹, dan 15 g l⁻¹. Pada pengamatan 7 hsa kematian *Helopeltis* spp. tertinggi terdapat pada perlakuan 20 g l⁻¹ (72,26%) berbeda nyata dengan perlakuan 5 g l⁻¹ dan 10 g l⁻¹, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan 15 g l⁻¹. Pada pengamatan 10 hsa (Tabel 2) mortalitas *Helopeltis* spp. tertinggi terdapat pada perlakuan 20 g l⁻¹ (83,82%) yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan 15 g l⁻¹, namun berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan perlakuan 5 g l⁻¹ dan 10 g l⁻¹.

Secara umum, data (Tabel 2) menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi formulasi kering *M. anisopliae* maka semakin tinggi pula persentase mortalitas *Helopeltis* spp. Hal ini serupa dengan pernyataan Ferron (1981 dalam Heriyanto dan Suharno, 2008) yang menyatakan keberhasilan penggunaan jamur entomopatogen dalam pengendalian hama antara lain ditentukan oleh konsentrasi/kepadatan spora, semakin tinggi konsentrasi maka semakin banyak spora yang terkandung di dalamnya. Jumlah spora yang banyak itu akan menyebabkan peluang jamur dalam mematikan serangga juga makin cepat.

Helopeltis spp. yang telah diaplikasi dengan *M. anisopliae* tampak terlihat pasif, tidak aktif makan, dan akhirnya mengalami kematian. Menurut (Bateman *et al.*, 1997; Feron, 1981) dalam Nuraida dan Hasyim (2009) infeksi jamur entomopatogen pada serangga

terjadi akibat adanya kontak konidia. Konidia mempenetrasi kutikula serangga dengan bantuan enzim pengurai. Enzim tersebut, antara lain kitinase, lipase, amilase, fosfatase, esterase, dan protease serta racun dari golongan destruksin, beauverisin, dan mikotoksin yang menghambat produksi energi dan protein. Akibat gangguan toksin tersebut, gerakan serangga menjadi lambat dan akhirnya mati. Setelah serangga mati, jamur membentuk klamidiospor di dalam tubuh serangga (Tanada dan Kaya, 1993; Freimoser *et al.*, 2003 dalam Nuraida dan Hasyim, 2009).

Pendugaan nilai toksisitas insektisida terhadap serangga hama diukur dengan nilai LC₅₀, yaitu suatu konsentrasi atau dosis yang dapat menyebabkan kematian 50% serangga hama yang diuji (Moekasan, 1993 dalam Negara, 2003). Untuk mengetahui daya racun formulasi kering *M. anisopliae* terhadap mortalitas *Helopeltis* spp. digunakan analisis probit. Berdasarkan hasil analisis probit pada beberapa taraf konsentrasi formulasi kering jamur *M. anisopliae* terhadap data pengamatan 10 hsa menunjukkan nilai LC₅₀ sebesar 5,70 g l⁻¹. Nilai tersebut menunjukkan konsentrasi *M. anisopliae* yang menyebabkan kematian 50% serangga uji adalah 5,70 g l⁻¹ ± 1,82 g l⁻¹.

Periode letal adalah banyaknya waktu yang dihitung dari sejak aplikasi sampai serangga uji mengalami kematian. Tabel 3 menunjukkan bahwa periode letal dari perlakuan P4 (20 g l⁻¹) terhadap *Helopeltis* spp. adalah

Tabel 3. Periode letal jamur *M. anisopliae* isolat dari Tegineneng

Perlakuan	Periode letal (hari)
P1	4,52 a
P2	4,68 a
P3	4,76 a
P4	4,81 a
BNT	0,90

Keterangan: Nilai tengah yang diikuti dengan huruf yang sama dinyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT = 0,05. P1= Aplikasi formulasi kering *M. anisopliae* konsentrasi 5 g l⁻¹ air, P2= Aplikasi formulasi kering *M. anisopliae* konsentrasi 10 g l⁻¹ air, P3= Aplikasi formulasi kering *M. anisopliae* konsentrasi 15 g l⁻¹ air, dan P4 = Aplikasi formulasi kering *M. anisopliae* konsentrasi 20 g l⁻¹ air.

4,81 hari. Nilai ini menunjukkan bahwa *M. anisopliae* mampu menimbulkan kematian pada *Helopeltis* spp. rata-rata pada hari ke 4,81. Perlakuan 5 g l⁻¹ dan 10 g l⁻¹ memiliki periode letal yaitu 4,52 dan 4,68 hari. Perlakuan P3 (15 g l⁻¹) memiliki periode letal 4,76 hari. Tabel 3 menunjukkan periode letal *M. anisopliae* dengan konsentrasi 20 g l⁻¹ (P4) tidak berbeda nyata dengan periode letal perlakuan 5 g l⁻¹, 10 g l⁻¹, dan 15 g l⁻¹.

Dari hasil penelitian ini terlihat bahwa aplikasi formulasi kering *M. anisopliae* mampu mematikan *Helopeltis* spp. dan selanjutnya formulasi kering *M. anisopliae* ini dapat digunakan untuk aplikasi di lapang pada tingkat petani untuk mengendalikan populasi hama pengisap buah kakao (*Helopeltis* spp.).

KESIMPULAN

Aplikasi formulasi kering jamur *M. anisopliae* konsentrasi 20 g l⁻¹ air menyebabkan mortalitas *Helopeltis* spp. sebesar 83,82% berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan perlakuan 5 g l⁻¹ dan 10 g l⁻¹, namun tidak berbeda nyata dibandingkan perlakuan 15 g/l. Daya racun formulasi kering *M. anisopliae* isolat Tegineneng terhadap mortalitas *Helopeltis* spp. ditunjukkan dengan nilai LC₅₀ pada 10 hsa sebesar 5,70 g l⁻¹ ± 1,82 g l⁻¹. Periode letal jamur *M. anisopliae* isolat Tegineneng terhadap mortalitas *Helopeltis* spp. pada perlakuan 5 g l⁻¹ sampai dengan 20 g l⁻¹ tidak berbeda nyata berkisar antara 4,52 hari sampai 4,81 hari setelah aplikasi.

DAFTAR PUSTAKA

Negara. A. 2003. Penggunaan analisis probit untuk pendugaan tingkat kepekaan populasi *Spodoptera exigua* terhadap deltametrin di daerah istimewa Yogyakarta. *Informatika Pertanian*. 12(1): 1-9.

Atmadja, W.R. 2003. Status *Helopeltis antonii* sebagai hama pada beberapa tanaman perkebunan dan pengendaliannya. *J. Litbang Pertanian* 2(2):57-63.

Balitri. 2012. Status komoditas kakao. <http://balitri.litbang.deptan.go.id/index.php/komoditas/66-kakao/101-status-komoditas-dan-daerah-pengembangannya>. Diakses pada tanggal 17 Agustus 2012.

Hasinu. 2009. Isolasi dan uji patogenitas *Bacillus thuringiensis* terhadap *Crocidolomia binotalis* Zell. (Lepidoptera:Pyralidae). *J. Budidaya Pertanian*. 5(2): 84-88.

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): 47-54.

Indriyati. 2009. Virulensi jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin Terhadap Kutu Daun (*Aphis spp.*) dan Kepik Hijau (*Nezara Viridula*). *J. HPT Tropika*. 9(2):92-98.

Nuraida, dan A. Hasyim. 2009. Isolasi, identifikasi, dan karakterisasi jamur entomopatogen dari rizosfir pertanaman kubis. *J. Hort*. 19(4): 419-432.

Prayogo, Y, dan Suharsono. 2005. Optimalisasi pengendalian hama pengisap polong kedelai (*Riptortus linnearis*) dengan cendawan entomopatogen *Verticillium lecanii*. *J. Litbang Pertanian*. 24(4): 123-130.

- Prayogo, Y., W. Tengkano, dan Marwoto. 2005. Prospek cendawan entomopatogen *Metarhizium anisopliae* untuk mengendalikan ulat grayak *Spodoptera litura* pada kedelai. *J. Litbang Pertanian*. 24(1): 19-26.
- Purnomo, T.N. Aeny, dan Y. Fitriana. 2012. Pembuatan dan aplikasi formulasi kering tiga jenis agensia hayati untuk mengendalikan hama pencucuk buah dan penyakit busuk buah kakao. Laporan penelitian hibah bersaing. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Rustama, M. M., Melanie., dan B. Irawan. 2008. Patogenesis jamur entomopatogen *Metarhizium anisopliae* terhadap *Crociodolomia pavonana* dalam kegiatan studi pengendalian hama terpadu tanaman kubis dengan menggunakan agensia hayati. Laporan penelitian. Universitas Padjadjaran. Jawa Barat. Diakses tanggal 15 Februari 2013.
- Suwahyono. 2010. *Cara Membuat dan Petunjuk Penggunaan Biopestisida*. Penebar Swadaya. Jakarta