



Patogenisitas Cendawan Entomopatogen dari Rizosfir Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* Linnaeus) terhadap Hama Penggerek Polong *Etiella zinckenella* Treitschke (Lepidoptera: Pyralidae)

Pathogenicity of Entomopathogenic Fungi from Peanut Rhizosphere (*Arachis hypogaea* Linnaeus) to Pod Borer *Etiella zinckenella* Treitschke (Lepidoptera: Pyralidae)

Faridwan Amri¹⁾, Martinius²⁾ dan Reflinaldon²⁾*

- 1) Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang
- 2) Program Studi Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang
E-mail: donsyukur@gmail.com

ABSTRACT

The objective of this study was to get entomopathogenic fungi isolates of bean plant rhizosphere derived from Nagari Sawah Tengah, District Pariangan, Tanah Datar Regency and to determine their pathogenicity on pod borer *E. zinckenella*. Isolation method was performed by diluting the soil samples in a serial dilution into 10^{-3} and cultured in PDA media. Furthermore, the purification was based on the shape and color of the fungus colonies. A total of 16 isolates obtained at the initial stage were selected by testing them against the fifth instar larvae *Tenebrio molitor*. Results showed that only 4 isolates (STA 1, STA 2.2, STA 5, and STB 3.1) could be further tested against *E. zinckenella* pod borer using completely randomized design (CRD). The highest pathogenicity isolates was exhibited by STA 1 belonged to *Metarhizium* genera.

Keywords: Peanut, *Etiella zinckenella*, Entomopathogenic fungi

PENDAHULUAN

Etiella zinckenella Treitschke (Lepidoptera: Pyralidae) adalah salah satu hama berpengaruh besar terhadap penurunan produksi kacang tanah. Hama ini dulunya diketahui hanya menyerang tanaman kedelai (Kalshoven, 1981). Perubahan kondisi lingkungan menyebabkan terjadinya pergeseran tanaman inang *E. zinckenella* yang semula adalah kedelai, kemudian juga dapat beradaptasi pada kacang tanah (Hamid et al., 2012).

E. zinckenella dilaporkan menyerang kacang tanah di Bengkulu yang menyebabkan gagal panen (Apriyanto et al., 2008). Berdasarkan survei awal yang dilakukan pada tahun 2010 di Kabupaten

Pasaman Barat, *E. zinckenella* juga menyerang tanaman kacang tanah dengan tingkat serangan mencapai 70-80% (Obel, 2012). Hal yang sama juga terjadi di Kabupaten Tanah Datar (Komunikasi pribadi, Ketua Balai Penyuluhan Pertanian, 2014).

Teknologi pengendalian yang sedang dikembangkan dan banyak dilakukan oleh para peneliti adalah dengan memanfaatkan agens hayati seperti entomopatogen. Dua jenis cendawan entomopatogen yang sudah dilaporkan efektif untuk pengendalian berbagai jenis hama adalah *Beauveria bassiana* (Balsamo) dan *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae*. Kedua cendawan ini efektif meng-

dalikan *Plutella xylostella* (Pujiastuti, 2006; Nunihlawati et al. 2012), ulat krop kubis *Crociodolomia pavonana* (Trizelia, 2005; Nuraida, 2006), ulat grayak *Spodoptera litura* (Prayogo et al., 2005), dan hama penggerek buah kakao (PBK) *Conopomorpha cramerella* (Trizelia et al., 2013).

Hasyim et al. (2009) menjelaskan bahwa cendawan entomopatogen yang virulen dapat diperoleh dari hama target atau dari rizosfir pada ekosistem per-tanaman dimana hama tersebut berada, karena tanah merupakan reservoir alami bagi cendawan entomopatogen. Meyling dan Eilenberg (2007) melaporkan cendawan entomopatogen yang berhasil diisolasi dari tanah antara lain dari genus *Beauveria*, *Isaria* (Cordycipitaceae) dan *Metarhizium* (Clavicipitaceae). Selanjutnya Rishi et al. (2013) berhasil mengisolasi 6 jenis cendawan dari larva *Galleria mellonella* antara lain: *Fusarium oxysporum*, *Aspergillus flavus*, *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *Fusarium* sp., dan *Paecilomyces* sp. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman cendawan entomopatogen yang terdapat di rizosfir kacang tanah yang berpotensi mengendalikan *E. zinckenella* di lapangan.

METODOLOGI

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan September sampai November 2014 di Laboratorium Pengendalian Hayati Fakultas Pertanian Universitas Andalas.

Seleksi cendawan entomopatogen

Pengoleksian cendawan menggunakan metode eksplorasi yaitu dengan mengambil sampel dari tanah perakaran kacang tanah di sentra produksi kacang tanah di Nagari Sawah Tengah Kabupaten Tanah Datar. Sekitar 500 g tanah diambil di sekitar perakaran kacang tanah setelah digali sedalam 10 - 15 cm, pada 10 titik sampel yang terdapat di dua lokasi.

Tanah sampel dimasukkan ke dalam kantong plastik, diberi label dan disimpan dalam kotak pendingin (*box cooler*). Sampel kemudian dibawa ke laboratorium dan diisolasi menggunakan metode pengenceran (Hamid et al., 2012).

Isolasi dilakukan secara aseptis di ruangan lemari asam dengan mengambil 10 gram dari masing-masing sampel tanah, lalu dimasukkan dalam 100 ml akuades steril yang telah diberi larutan agristik dalam gelas erlenmeyer 250 ml dan dihomogenkan dengan *vortex* selama 2 menit. Suspensi tanah diencerkan (*serial dilution*) sampai 10^{-3} dan 0,1 ml suspensi dimasukkan dalam cawan petri kaca yang telah berisi media PDA dan diinkubasi selama 2-4 hari.

Setelah ada cendawan yang tumbuh, selanjutnya dilakukan pemurnian berdasarkan bentuk dan warna koloni yang berbeda dengan cara di potong 1x1 cm pada cendawan yang tumbuh lalu dipindahkan pada cawan petri dengan media PDA hingga didapatkan koloni cendawan yang benar-benar murni.

Cendawan lalu diperbanyak dalam media PDA dengan cara menumbuhkan potongan cendawan rizosfir yang berdiameter 0,8 cm dengan menggunakan *cork borer* dan diinkubasi pada suhu ruang selama 15 hari.

Penyiapan cendawan uji

Pengujian menggunakan larva *T. molitor* instar V dengan cara memasukkan larva *T. molitor* sebanyak 40 ekor pada media PDA yang berisi biakan cendawan hasil isolasi. Larva dibiarkan pada media biakan selama 24 jam agar terjadi kontak antara konidia dengan serangga. Kemudian 10 ekor larva dipindahkan ke dalam petri plastik berdiameter 9 cm dan diberi makan berupa pelet ikan. Pengamatan terhadap larva yang terinfeksi cendawan (sporulasi) dilakukan selama 7 hari setelah aplikasi.

Larva yang terinfeksi disterilisasi permukaan dengan merendam pada akuades selama 1 menit, alkohol 70% selama 1 menit dan dimasukkan kembali pada akuades selama 1 menit lalu dikeringanginkan dengan kertas saring steril. Larva dimasukkan ke dalam cawan petri yang telah berisi kertas tisu lembab steril dan diinkubasi untuk merangsang pertumbuhan cendawan entomopatogen. Konidia cendawan yang tumbuh diambil dengan jarum ose dan dipindahkan ke dalam cawan petri yang telah berisi media PDA sampai diperoleh biakan murninya. Isolat yang telah murni, diisolasi dan diperbanyak pada media SDAY sebagai sumber cendawan entomopatogen untuk pengujian hama target (larva instar V) *E. zinckenella*.

Konidia cendawan dipanen dengan cara menambahkan 5 ml akuades steril dan larutan agristik sebagai bahan perata ke dalam cawan petri dan konidia dilepas dari media dengan kuas halus. Suspensi disaring dan konsentrasi konidia dihitung di bawah mikroskop dengan bantuan haemo-cytometer.

Pemeliharaan serangga uji

Larva *E. zinckenella* diperoleh dari lapangan (kacang giring-giring), dipelihara dalam kotak dan diberi makan polong kacang giring-giring yang masih muda, yang diperoleh di sekitar Limau Manih - Padang. Bagian atas kotak plastik ditutup dengan kain kassa. Ketika larva memasuki masa prapupa, larva dipindahkan ke kotak plastik yang berisi serbuk gergaji dan ditutup dengan kain kassa dan dibiarkan sampai terbentuk imago.

Imago dipindahkan ke dalam kurungan serangga dan diberi beberapa polong kacang giring-giring sebagai tempat peletakan telur bagi imago betina, dan 10 % madu yang diberikan dengan kapas dan diletakkan di atas kurungan kain kasa. Telur yang dihasilkan imago, dipelihara sampai instar V.

Pengujian

Inokulasi cendawan entomopatogen pada larva *E. zinckenella* instar V dilakukan dengan cara menyemprotkan suspensi cendawan menggunakan *hand sprayer* yang berisi suspensi konidia pada konsentrasi 10^8 konidia/ml secara merata pada tubuh larva. Jumlah larva yang diperlakukan untuk setiap satuan percobaan adalah 10 ekor larva.

Larva dimasukkan ke dalam kotak plastic yang telah diberi polong kacang giring-giring sebagai pakan. Pakan ini diganti setiap hari untuk menjaga kadar air dan kesegarannya. Setelah itu kotak plastik ditutup dengan kain kassa. Untuk perlakuan kontrol, larva *E. zinckenella* instar V disemprot dengan akuades steril yang telah ditambah dengan satu tetes larutan agristik.

Uji patogenisitas cendawan terseleksi

Isolat cendawan yang menunjukkan sporulasi (munculnya miselia cendawan) pada tubuh larva kemudian diuji lanjut patogenisitasnya terhadap larva *E. zinckenella* instar V menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari perlakuan sebanyak isolat yang telah diseleksi, masing-masing dengan 3 ulangan.

Pengamatan dan analisis data

Pengamatan meliputi: identifikasi cendawan entomopatogen, mortalitas larva, persentase pupa yang terbentuk, persen-tase imago yang terbentuk, efektivitas perlakuan, dan laju pertumbuhan diameter koloni cendawan.

Identifikasi dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan makroskopis cendawan dilakukan secara visual terhadap warna, bentuk dan arah pertumbuhan koloni saat biakan cendawan entomopatogen berumur ± 15 hari setelah inkubasi dalam media PDA. Pengamatan secara mikroskopis meliputi pengamatan terhadap percabangan konidiofor dan bentuk konidia cendawan.

laju pertumbuhan diameter koloni :

Rumus yang digunakan adalah:

Mortalitas larva:

$$M = \frac{a}{b} \times 100$$

Keterangan:

M = Mortalitas larva uji (%)

a = Jumlah larva uji yang mati

b = Jumlah keseluruhan larva uji (10 ekor)

Persentase peningkatan mortalitas:

$$PM = \frac{P - K}{P} \times 100$$

Keterangan:

PM = Peningkatan mortalitas (%)

P = data pengamatan pada perlakuan

K = data pengamatan pada kontrol

Persentase pupa terbentuk:

$$P = \frac{c}{b} \times 100$$

Keterangan:

P = Persentase pupa terbentuk (%)

C = Jumlah larva yang berhasil menjadi pupa

b = Jumlah keseluruhan larva uji (10 ekor)

Persentase imago terbentuk:

$$I = \frac{d}{b} \times 100$$

Keterangan:

I = Persentase imago terbentuk (%)

C = Jumlah larva yang berhasil menjadi imago

B = Jumlah keseluruhan larva uji (10 ekor)

Persentase penekanan pupa dan imago terbentuk:

$$E = \frac{K - P}{K} \times 100$$

Keterangan:

E = Efektivitas penekanan (%)

P = data pengamatan pada perlakuan

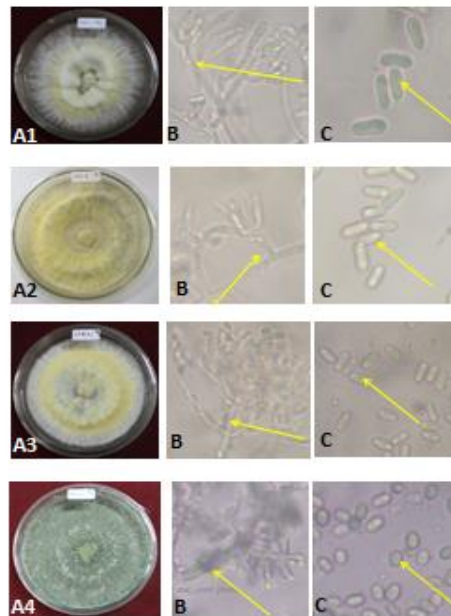
K = data pengamatan pada kontrol

HASIL

Seleksi isolat cendawan entomopatogen

Diperoleh 16 isolat cendawan pada rizosfir kacang di Nagari Sawah Tengah Kec.Pariangan Kab.Tanah Datar, yang terdiri dari genus *Metarhizium* (isolat STA 1, STA 5 dan STB 3.1) dan genus *Trichoderma* isolat STA 2.2. (Gambar 1). Semua isolat diseleksi dengan menguji patogenisitasnya terhadap larva *Tenebrio molitor*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi mortalitas atau kematian dari larva *T. molitor* yang beragam, mulai dari 0% sampai 100%. Mortalitas tertinggi terjadi pada larva yang diberi isolat STA 5 dan STB 3.1 (100%). Dua isolat lainnya yang menyebabkan mortalitas larva diatas 50 % adalah STA 1 dan STA 2.2 (Tabel 1).



Gambar 1. Bentuk makroskopis dan mikroskopis isolat *Metarhizium* dan *Trichoderma*. A1(STA 1), A2 (STA 5), A3 (STA 3.1), A4 (STA 2.2); makroskopis cendawan secara utuh, B. Mikroskopis konidiofor dan C. Mikroskopis konidia.

Tabel 1. Mortalitas dan sporulasi larva *T. molitor* setelah inokulasi cendawan rizosfir

No.	Perlakuan Isolat	Mortalitas larva (%)	Sporulasi
1	Kontrol	10,0	-
2	STA 1	87,5	+
3	STA 2.1	20,0	-
4	STA 2.2	50,0	+
5	STA 3	0	-
6	STA 4.1	25,0	-
7	STA 4.2	15,0	-
8	STA 5	100,0	+
9	STB 1	0	-
10	STB 2.1	27,5	-
11	STB 2.2	0	-
12	STB 3.1	100,0	+
13	STB 3.2	17,5	-
14	STB 3.3	25,0	-
15	STB 4.1	12,5	-
16	STB 4.2	0	-
17	STB 5	0	-

Keterangan : Angka yang ditebalkan adalah isolat dengan mortalitas tinggi dan mampu bersporulasi pada tubuh larva. += ada, -= tidak ada.

Uji patogenisitas

Mortalitas larva

Inokulasi isolat cendawan entomopatogen meningkatkan mortalitas larva *E. zinckenella* dengan persentase

peningkatan mortalitas sebesar 150,04 - 275,09%. Tidak ada pengaruh perbedaan antar isolat terhadap mortalitas larva (Tabel 2).

Tabel 2. Mortalitas larva *E. zinckenella* (5 hari setelah perlakuan)

Isolat cendawan	Mortalitas larva (%)	Peningkatan mortalitas (%)
STB 3.1 (E)	50,00 a	275,09
STA 1 (B)	46,67 a	250,11
STA 5 (D)	40,00 a	200,07
STA 2.2 (C)	33,33 a	150,04
Kontrol (A)	13,33 b	-

KK = 29,88%

Angka pada lajur yang sama diikuti huruf kecil yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut uji lanjut LSD taraf 5%

Berdasarkan nilai LT_{50} isolat STA 1 memiliki waktu yang paling cepat dalam mematikan larva yaitu 5,58 hari. Hal ini berarti bahwa isolat STA 1 mampu mematikan larva *E. zinckenella* sebesar 50% dalam waktu 5,58 hari (Tabel 3).

Tabel 3. Nilai LT_{50} isolat cendawan entomopatogen

Kode Isolat	T_{50} (Hari)
STA 1	5,58
STB 3.1	5,76

Tabel 4. Persentase pupa *E. zinckenella* yang terbentuk setelah inokulasi isolat cendawan entomopatogen.

Isolat Cendawan	Pupa Terbentuk (%)	Penekanan (%)
Kontrol (A)	83,33 a	-
STA 2.2 (C)	63,33 a b	24,00
STA 5 (D)	60,00 a b	28,00
STB 3.1 (E)	50,00 b	40,00
STA 1 (B)	46,67 b	44,00

KK = 22,11%

Angka pada lajur yang sama diikuti huruf kecil yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut uji lanjut LSD taraf 5%.

Persentase imago terbentuk

Inokulasi isolat cendawan menurunkan persentase imago terbentuk dengan persentase penekanan sebesar 25

STA 5	6,71
STA 2.2	8,80

Persentase pupa terbentuk

Inokulasi isolat cendawan cenderung menurunkan persentase pupa terbentuk dengan persentase penekanan sebesar 24-44%. Penurunan pupa terbentuk secara nyata terlihat pada inokulasi isolat STA 1 dan STB 3.1 (Tabel 4).

– 66,66%. Penurunan persentase imago terbentuk yang paling tinggi terjadi pada inokulasi isolat STA 5, STB 3.1, STA 1 (Tabel 5).

Tabel 5. Persentase imago *E. zinckenella* yang terbentuk setelah inokulasi isolat cendawan entomopatogen.

Isolat Cendawan	Imago Terbentuk (%)	Penekanan (%)
Kontrol (A)	80,00 a	-
STA 2.2 (C)	60,00 b	25,00
STA 1 (B)	33,33 c	58,34

STB 3.1 (E)	30,00	c	62,50
STA 5 (D)	26,67	c	66,66

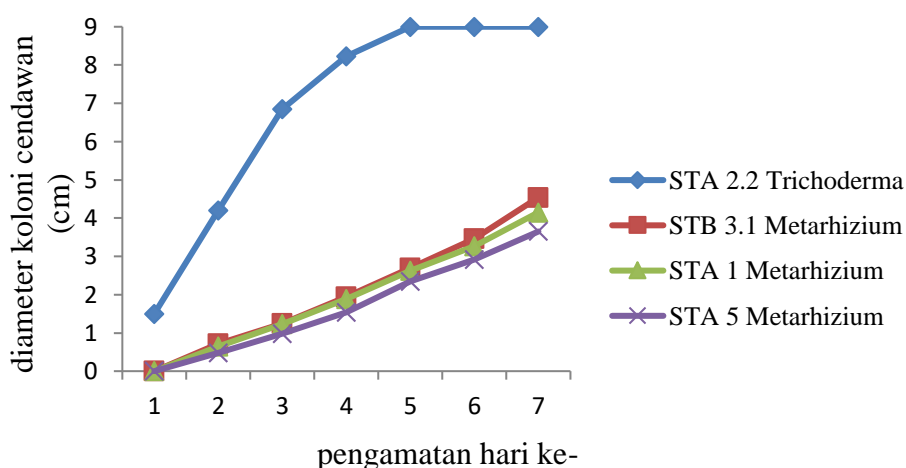
KK = 18,62%

Angka pada lajur yang sama diikuti huruf kecil yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut uji lanjut LSD taraf 5%.

Laju pertumbuhan koloni cendawan

Dari 4 isolat yang diuji, isolat STA 2.2 merupakan isolat yang paling cepat pertumbuhan koloninya dibandingkan lainnya. Sejak mulai hari ke-1 pertumbuhan koloninya telah mencapai 1,5 cm dan terus bertambah dengan cepat. Pada hari ke-5 pertumbuhan koloni

cendawan telah memenuhi cawan petri yaitu 9 cm. Sedangkan pada isolat STA 3.1, STA 1 dan STA 5 pertumbuhan koloni hampir sama. Dengan pertumbuhan maksimal pada hari ke-7 baru mencapai 4 cm untuk ketiga isolat tersebut (Gambar 2).



Gambar 2. Grafik rata – rata diameter koloni isolat cendawan entomopatogen setelah 1-7 hari masa inkubasi.

PEMBAHASAN

Hasil koleksi cendawan dari rizosfir kacang tanah diperoleh 16 isolat cendawan dengan karakter morfologi yang beragam. Keragaman tersebut berkaitan erat dengan kondisi tanah seperti kandungan air tanah, bahan organik tanah dan lain-lain. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ekesi *et al.*, (2003) yang menjelaskan bahwa keragaman cendawan rizosfir dipengaruhi oleh kandungan air tanah, tingginya bahan organik tanah dan suhu rendah.

Setiap isolat dapat meningkatkan mortalitas larva dibandingkan kontrol, namun tidak ada pengaruh perbedaan antar isolat terhadap mortalitas larva (Tabel 2). Kematian larva yang beragam

diduga dipengaruhi oleh virulensi isolat cendawan. Semakin virulen suatu isolat cendawan maka semakin tinggi pula kematian larva. Neves dan Alves (2004) menjelaskan bahwa kematian serangga sangat dipengaruhi oleh virulensi dari cendawan tersebut. Isolat cendawan yang menunjukkan patogen terhadap larva biasanya akan menyebabkan mortalitas tinggi dan ditandai adanya sporulasi pada tubuh larva. Hasil penelitian Anwar (2008), larva *Phragmataecia castanae* yang di-aplikasi dengan cendawan entomo-patogen memiliki mortalitas sebesar 80% dan ditandai munculnya miselia cendawan (sporulasi) pada permukaan tubuh serangga. Mortalitas larva *E. zinckenella* menurut Thungrabeab

et al. (2006) *cit* Budi *et al.* (2013) termasuk kategori patogenisitas sedang.

Berdasarkan LT₅₀, maka isolat STA 1 tergolong yang terbaik (Tabel 3). Hasil pengamatan ini berbeda dengan yang dilaporkan oleh Nunihlawati *et al.* (2012) yang mendapatkan nilai LT₅₀ terendah yaitu 2,26 hari dan tertinggi 3,86 hari pada beberapa isolat *Metarhizium*. Salah satu factor yang menyebabkan perbedaan tersebut adalah penggunaan stadia larva. Trizelia (2005) menyatakan bahwa stadia perkembangan serangga juga mempengaruhi keberhasilan penggunaan cendawan entomopatogen.

Isolat yang berhasil menurunkan pupa terbentuk secara nyata adalah STA 1 dan SB 3.1 (Tabel 4). Sementara itu, isolat yang berhasil menurunkan imago terbentuk paling tinggi adalah STA 5, STB 3.1 dan STA 1 (Tabel 5).

Rendahnya persentase pupa terbentuk pada isolat STA 1 (*Metarhizium*) karena cendawan memiliki toksin yang menghambat pembentukan pupa. Tanada & Kaya (1993) mengemukakan, *Metarhizium* spp. menghasilkan toksin yaitu *destruksin* yang bisa membunuh serangga inang dengan merangsang atau memacu terjadinya kerusakan jaringan serangga, kehilangan keutuhan struktural membran dan kemudian terjadi dehidrasi. Di samping itu, kegagalan larva membentuk pupa juga mempengaruhi pembentukan pupa. Pupa yang terbentuk dengan kondisi abnormal memiliki ukuran lebih kecil, per-mukaannya lebih keriput dan gelap, lembek jika ditekan dan akan muncul hifa atau miselia jika terinfeksi cendawan setelah beberapa hari pupa terbentuk.

Kurnia (1998) menjelaskan bahwa larva yang terinfeksi pada tahap awal mempunyai peluang untuk lolos menjadi pupa, tetapi pada tahap selanjutnya dapat menimbulkan kematian. Cendawan entomopatogen menghasilkan toksin yang

dapat merusak secara langsung fungsi tubuh terutama dalam pembentukan hormon, yaitu hormon pergantian dan pembentukan kulit (Samsinokova, 1968 *cit* Kurnia, 1998).

Laju pertumbuhan koloni menunjukkan isolat STA 2.2 (*Trichoderma*) merupakan isolat yang paling cepat pertumbuhan koloninya dibandingkan dengan isolat yang lainnya. Hal ini sesuai dengan karakteristik cendawan *Trichoderma* yang memiliki pertumbuhan dan daya kolonisasi yang cepat dan juga karena kandungan nutrisi yang ada pada media SDAY sesuai untuk pertumbuhan koloni. Pada isolat *Metarhizium* (STA 1, STA 5 dan STB 3.1) pertumbuhan koloninya relatif lambat. Penelitian yang dilakukan oleh Nuraida dan Hasyim (2009) menunjukkan bahwa diameter koloni cendawan *Metarhizium* baru mencapai 3,21 cm setelah 7 hari pengamatan pada media SDAY.

Mortalitas yang tinggi oleh isolat STB 3.1 (*Metarhizium*) disebabkan karena cendawan *Metarhizium* memproduksi toksin dan senyawa enzim yang dapat mematikan larva. Saat terjadi kontak antara propagul cendawan dengan tubuh serangga cendawan *M. anisopliae* menghasilkan senyawa mukopolisakarida (Feron, 1985). Senyawa enzim yang dikeluarkan oleh *M. anisopliae* yaitu *lipase*, *kitinase*, *amilase*, *proteinase*, *pospatase*, dan *esterase* saat proses invasi dan penetrasi berlangsung (Lee dan Hou 1989; Freimoser *et al.* 2003 *cit* Prayogo *et al.* 2005). *M. anisopliae* juga menghasilkan racun *cylopeptida*, *destruxin*, dan *desmethyldestruxin* yang memiliki aktifitas larvasidal terhadap larva (Mittler, 1994 *cit* Widiyanti dan Muyadihardja, 2004).

KESIMPULAN

Ditemukan 4 isolat cendawan yang bersifat entomopatogen dari rizosfir kacang tanah di Kecamatan Pariangan

yaitu isolat STA 1, STA 2.2, STA 5 dan STB 3.1. Isolat STA 1 (*Metarhizium*) tergolong isolat terbaik berdasarkan nilai peningkatan mortalitas larva, LT50, persentase pupa dan imago terbentuk.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriyanto D, Sriwidodo dan Priyatiningasih. 2008. Incidence of soybean pod borer on groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Jurnal Akta Agrosia* 11(1): 41-46.
- Hamid H, Reflinaldon dan Trizelia. 2012. Teknologi pengendalian hama penggerek polong kacang tanah berbasis varietas tahan dan penggunaan agens hayati. [Laporan Akhir Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi]. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas. Padang.
- Hasyim A, Nuraida dan Trizelia. 2009. Patogenisitas jamur entomopatogen terhadap stadia telur dan larva hama kubis *Crocidolomia pavonana* Fabricius. *Jurnal Hortikultura* 19(3): 334-343.
- Kalshoven LGE. 1981. The pest of crops in Indonesia. Revisi oleh P.A Van der Laan. Jakarta PT. Ichtiar Baru-Van Hoeve. Terjemahan De Plagen van de Cultuurgewassen in Indonesie.
- Meyling N dan J Eilenberg. 2007. Ecology of the entomo-pathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in temperate agro-ecosystems: Potential for Conservation Biological Control. *Biological Control* 43: 145-155.
- Obel. 2012. Tingkat Ketahanan beberapa varietas kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) terhadap hama penggerek polong *Etiella zincknella* Treit. (Lepidoptera: Pyralidae) di Kabupaten Pasaman Barat. [Skripsi]. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas. Padang.
- Prayogo Y, Tengkan dan Marwoto, W. 2005. Prospek cendawan entomopatogen *M. anisopliae* untuk mengendalikan ulat grayak *Spodoptera litura* pada kedelai. *Jurnal Litbang Pertanian* 24 (1): 19-26.
- Rishi RR, RK Borah, R Kumar dan S Pandey. 2013. Isolation, identification and mass production of soil microbes and their utility for biocontrol. *International Journal of Advanced Life Sciences* 6(3): 168-173.
- Trizelia, Nurbailis dan D Ernawati. 2013. Virulensi berbagai isolat jamur entomopatogen *Metarhizium* spp. terhadap hama penggerek buah kakao *Conopomorpha cramerella* snell. (Lepidoptera: Gracil-lariidae). *Jurnal HPT Tropika* 13 (2): 151-158.
- Trizelia. 2005. Cendawan Entomo-patogen *B.bassiana*, keragam-an genetik, karakter fisiologi dan virulensi terhadap *Croccidolomia pavonana*. [Disertasi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.