

VIRULENSI BEBERAPA ISOLAT CENDAWAN ENTOMOPATOGEN TERHADAP NIMFA KEPIK HIJAU *Nezara Viridula* Linn. (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

Muhammad Agung Permadi¹, Rafiqah Amanda Lubis¹, Lia Agustina Siregar

Email: muhammad.agungp@um-tapsel.ac.id

¹Staf Pengajar Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Tapanui Selatan Jl Raja Inal Siregar – Tanggal No 32, Padangsidimpuan 22716

ABSTRAK

Kepik hijau (*Nezara viridula* L.) dikenal sebagai serangga kosmopolit dan polifag. Beberapa jenis tanaman kacang-kacangan merupakan tumbuhan inang utama hama tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari virulensi beberapa isolat cendawan entomopatogen terhadap nimfa *N. viridula*. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Tapanui Selatan pada bulan April 2018 hingga Juli 2018. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 8 perlakuan dan kontrol. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat cendawan MetTmM menyebabkan mortalitas tertinggi nimfa *N. viridula* sebesar 85%, diikuti isolat cendawan MetKM (80%), isolat cendawan MetKPP dan KKP masing-masing sebesar 70%, isolat cendawan MetJM sebesar 60%, MetTrP (48%), *B. bassiana* (46%) sedangkan *M. anisopliae* menyebabkan persentase terendah sebesar 40%. LT50 tertinggi disebabkan oleh isolat cendawan MetTmM (2,95 HSA) dan LT50 terendah disebabkan oleh *M. anisopliae* (8,91 HSA). Semua isolat cendawan yang diuji mampu menginfeksi nimfa *N. viridula* dengan virulensi yang berbeda-beda.

Kata kunci : *Metharizium*, *B. bassiana*, mortalitas, infeksi, patogenisitas

PENDAHULUAN

Kepik hijau (*Nezara viridula* L.) dikenal sebagai serangga kosmopolit dan polifag. Tumbuhan inang *N. viridula* cukup banyak meliputi 35 spesies yang tergolong dalam 17 famili. Beberapa jenis tanaman kacang-kacangan merupakan tumbuhan inang utamanya (CABI 2016). Di Amerika Serikat *N. viridula* disebut juga dengan *southern green stink bug* sedangkan di Indonesia banyak orang menyebut sebagai kepik hijau karena tubuhnya yang berwarna hijau rumput. Kepik dewasa maupun nimfa menusuk dan menghisap cairan tanaman yang mengakibatkan penurunan produksi dan kualitas komoditi tersebut.

Teknologi pengendalian kepik hijau yang sering dilakukan mengandalkan insektisida kimia, tetapi perkembangan populasi di lapangan terus meningkat dari musim kemusim. Hal ini dapat disebabkan karena aplikasi insektisida kimia hanya mampu membunuh stadia nimfa dan imago. Namun stadia telur masih mampu bertahan kemudian berkembang menjadi nimfa hingga imago dan selanjutnya terus berkembang biak. Selain itu, penggunaan insektisida kimia secara berulang, tidak tepat jenis, tidak tepat dosis, maupun tidak tepat cara aplikasi dapat mengakibatkan serangga hama menjadi kebal, terjadi peledakan hama, munculnya hama sekunder, juga dapat menyebabkan terbunuhnya serangga berguna seperti

predator, parasitoid maupun polinator (Cloyd dan Bethke 2010).

Perlu dikembangkan suatu cara pengendalian yang ramah lingkungan yang tidak akan menimbulkan pencemaran lingkungan, manusia dan tumbuhan untuk mencermati permasalahan tersebut, yaitu seperti penggunaan cendawan entomopatogen (Hasnah dan Husin 2012). Oleh karena itu, untuk dapat mengendalikan hama tersebut menggunakan metode pengendalian hayati. Pengendalian hayati menurut Norris (2003) yaitu pengendalian dengan memanfaatkan musuh-musuh alami serangga hama seperti predator, parasit, dan patogen serangga untuk mengendalikan populasi hama agar tetap berada di bawah ambang ekonomi.

Cendawan entomopatogen merupakan salah satu agens hayati yang sering digunakan dalam metode pengendalian hayati karena cendawan entomopatogen memiliki keefektifan yang tinggi terhadap hama target. *N. viridula* termasuk ke dalam ordo Hemiptera yang memiliki ciri-ciri tipe alat mulut menusuk dan menghisap sehingga cendawan entomopatogen sangat cocok untuk digunakan dalam mengendalikan hama *N. viridula*. Hal ini disebabkan cendawan entomopatogen dapat menginfeksi serangga melalui kutikula. Proses cendawan entomopatogen dalam menginfeksi serangga terdapat 4 tahap. Tahap pertama adalah inokulasi dan kontak. Tahap kedua proses penempelan dan perkecambahan. Tahap ketiga penetrasi dan invasi pada tubuh serangga. Tahap keempat adalah dekstruksi (Tanada dan Kaya 1993). Sejumlah spesies cendawan entomopatogen telah dilaporkan dapat menginfeksi *N. viridula* yaitu *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Prayogo 2013), *Paecilomyces* sp. (Raafat 2015), dan *Metarhizium anisopliae* (Suprayogi dan Oemry 2015).

Pengendalian pada stadia nimfa menggunakan cendawan entomopatogen berpeluang besar untuk berhasil karena

kutikula yang masih lunak sehingga suspensi konidia cendawan yang diaplikasikan mudah mengenai sasaran. Nimfa yang terinfeksi cendawan mati sehingga populasi nimfa dan imago yang akan merusak tanaman sangat rendah. Oleh karena itu perlu dilakukan pengujian beberapa cendawan entomopatogen terhadap nimfa *N. viridula*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Tapanuli Selatan mulai dari April sampai dengan Juni 2018.

Prosedur Penelitian

Perbanyakan Serangga *N. viridula*

Kelompok telur, nimfa maupun imago diperoleh dari lahan pertanaman padi, kacang hijau dan kacang panjang di daerah Kota Padangsidimpuan, Sumatera Utara. Kelompok telur, nimfa maupun imago yang diambil kemudian dimasukkan ke dalam kotak plastik untuk dikarantinakan di Laboratorium Agroteknologi Fakultas pertanian UMTS. Imago dimasukkan ke dalam kurungan kasa, nimfa dan telur dimasukkan dalam cawan petri yang telah dialasi tisu. Nimfa dan imago diberi kacang panjang sebagai pakan, sebelumnya kacang panjang dicuci dengan air agar terbebas dari residu insektisida sintesis. Selanjutnya, kelompok telur, nimfa maupun imago dipelihara di laboratorium. Setiap dua hari, pakan diganti dengan kacang panjang yang masih segar dan sebelumnya juga sudah dicuci menggunakan air sebelum dimasukkan ke dalam kurungan.

Masing-masing stadia nimfa yang umurnya sama dimasukkan ke dalam satu kurungan untuk menghindari kompetisi antar umur stadia serangga. Kelompok imago juga dimasukkan ke dalam kurungan yang sama untuk mendapatkan telur. Kelompok nimfa yang umurnya

sama dikumpulkan menjadi satu ke dalam kandang kasa sebagai perlakuan nimfa.

Perbanyak Cendawan di Media PDA

Penelitian ini menggunakan isolat cendawan yang berasal dari koleksi Laboratorium Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Tapanuli Selatan yaitu:

Tabel 1 Isolat yang digunakan dalam penelitian

Nama Isolat	Asal Isolat
MetKM	<i>Metharizium</i> sp. dari rizosfer tanaman kedelai di Madina
MetTmM	<i>Metharizium</i> sp. dari rizosfer tanaman tomat di Madina
MetJM	<i>Metharizium</i> sp. dari rizosfer tanaman Jagung di Madina
MetTrP	<i>Metharizium</i> sp. dari rizosfer tanaman Terong di Padangsidempuan
MetKPP	<i>Metharizium</i> sp. dari rizosfer tanaman Kacang Panjang di Padangsidempuan
MetKP	<i>Metharizium</i> sp. dari rizosfer tanaman Kedelai di Padangsidempuan
<i>M. anisopliae</i>	Koleksi Laboratorium Agroteknologi UMTS
<i>B. bassiana</i>	Koleksi Laboratorium Agroteknologi UMTS

Isolat cendawan ditumbuhkan pada media PDA (potato dextrosa agar). Komposisi media PDA yang digunakan yaitu kentang 400 g, dextrose 15 g, kloramfenikol 1 g, agar 15 gr dan akuades 1 L (Goettel dan Inglis 1997). Media PDA dipadatkan dalam cawan petri berdiameter

9 cm. Cendawan diinkubasi selama 21 hari pada suhu kamar.

Penyiapan Suspensi Cendawan untuk Pengujian

Masing-masing biakan cendawan dibuat suspensi. Biakan cendawan diambil konidianya dengan cara setiap cawan ditambah air steril 10 ml + Tween 20 sebanyak 0.5 ml kemudian dikerok dengan kuas halus. Selanjutnya konidia dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan dikocok menggunakan vortex selama kurang lebih 60 detik. Kerapatan konidia dari masing-masing suspensi dihitung dengan hemocytometer Neubauer-improved hingga didapatkan kerapatan konidia yang digunakan yaitu 10^8 konidia/ml. Kerapatan konidia yang diperlukan diperoleh dengan membuat pengenceran bertingkat dengan campuran akuades steril + tween (Goettel dan Inglis 1997).

Aplikasi Cendawan Entomopatogen pada Nimfa *N. viridula*

Kerapatan konidia masing-masing suspensi isolat cendawan entomopatogen disemprotkan pada nimfa *N. viridula* dengan kerapatan 10^8 konidia/ml. Sebelum penyemprotan nimfa *N. viridula* diletakkan dalam cawan petri yang dialasi tisu, setelah penyemprotan kemudian kacang panjang dimasukkan ke dalam cawan petri sebagai pakan serangga uji selama perlakuan. Aplikasi pada masing-masing perlakuan dilakukan dengan cara menyemprotkan suspensi konidia sebanyak 7 kali semprotan menggunakan alat semprot dengan volume 2 ml tiap unit satuan percobaan. Jumlah nimfa yang diuji sebanyak 20 nimfa, tiap perlakuan di ulang sebanyak tiga kali. Nimfa yang diuji adalah nimfa instar II. Selanjutnya cawan petri ditetesi akuades setiap hari untuk menjaga kelembaban.

Parameter pengamatan

Parameter yang diamati dalam penelitian ini yang pertama adalah nimfa

N. viridula yang mati akibat terinfeksi cendawan entomopatogen yang dihitung mulai waktu aplikasi sampai dengan 8 hari setelah aplikasi (HSA). Kedua, waktu kematian nimfa *N. viridula* setelah aplikasi dengan suspensi konidia cendawan. Persentase mortalitas nimfa dihitung menggunakan rumus :

$$M = \frac{A}{D} \times 100\%$$

Keterangan :

M = Presentase mortalitas (%)

A = Jumlah serangga yang mati akibat infeksi cendawan

D = Jumlah serangga yang diuji

Semua data yang dikumpulkan dianalisis menggunakan sidik ragam dan dilanjutkan dengan pengujian nilai tengah menggunakan uji DNMRT pada taraf nyata 5%.

HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase mortalitas nimfa instar II *N. viridula* akibat infeksi isolat cendawan selama 8 hari pengamatan memiliki nilai yang berbeda-beda. Mortalitas nimfa instar II tertinggi disebabkan oleh isolat cendawan MetTmM (85%), diikuti oleh MetKM (80%), MetKPP (80%), MetKP (70%), MetTrM (60%), MetTrP (48%). Isolat *B. bassiana* dan *M. anisopliae* menyebabkan mortalitas nimfa instar II terendah masing-masing sebesar 46.7% dan 40% (Gambar 1).

Pada Tabel 2 di bawah, dapat dilihat meskipun isolat cendawan MetTmM menyebabkan mortalitas tertinggi pada nimfa instar II *N. viridula*, namun tidak berbeda nyata dengan mortalitas yang disebabkan isolat cendawan MetKM, MetKP dan MetKPP. Berikutnya isolat cendawan *M. anisopliae* menyebabkan

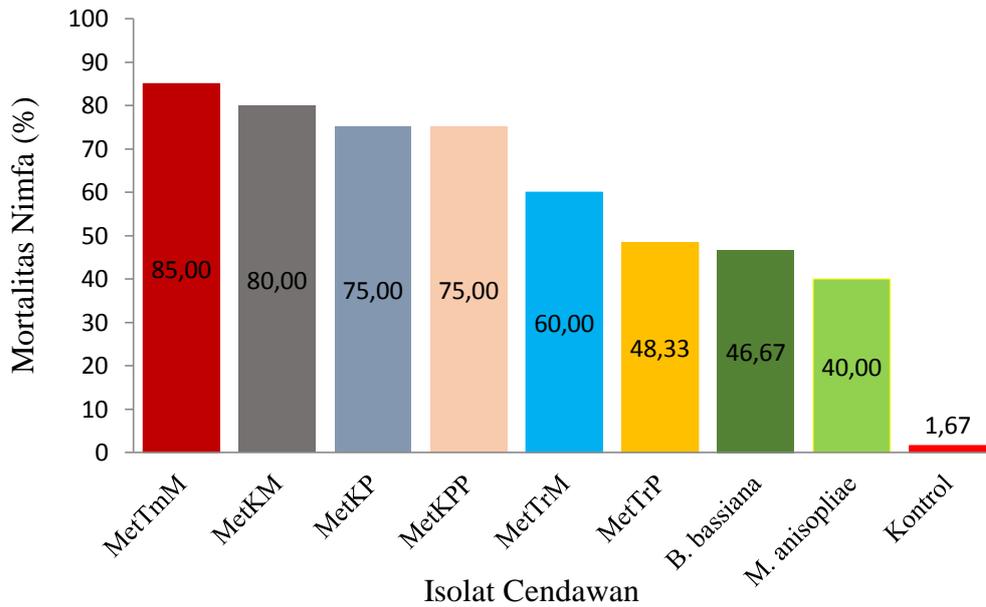
mortalitas terendah pada nimfa instar II *N. viridula*, namun tidak berbeda nyata dengan mortalitas yang disebabkan isolat cendawan MetTrM, MetTrP, dan *B. bassiana*.

Tabel 2 Rata-rata mortalitas nimfa instar II *N. viridula* setelah aplikasi isolat cendawan

Isolat cendawan	Mortalitas nimfa instar II (%)	
MetTmM	85.00	A
MetKM	80.00	A B
MetKP	75.00	A B
MetKPP	75.00	A B
MetJM	60.00	B C
MetJP	48.33	C
<i>B. bassiana</i>	46.67	C
<i>M. anisopliae</i>	40.00	C
Kontrol	1.67	D

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan(DNMRT) pada taraf nyata 5%

Lethal Time 50 (LT50) adalah waktu dalam hari yang diperlukan cendawan untuk mematikan 50% populasi serangga uji. Hasil analisis probit menunjukkan isolat cendawan MetTmM yang paling cepat mematikan 50% nimfa instar II dengan waktu 2.94 HSA, dan isolat cendawan *M. anisopliae* yang paling lama dalam mematikan 50% nimfa instar II dengan waktu 6.98 HSA (Tabel 3). Selanjutnya pada tabel 3 dapat dilihat bahwa isolat cendawan MetKP memiliki nilai R² tertinggi sebesar 0,978 dan isolat cendawan MetKPP memiliki nilai R² terendah sebesar 0,878.



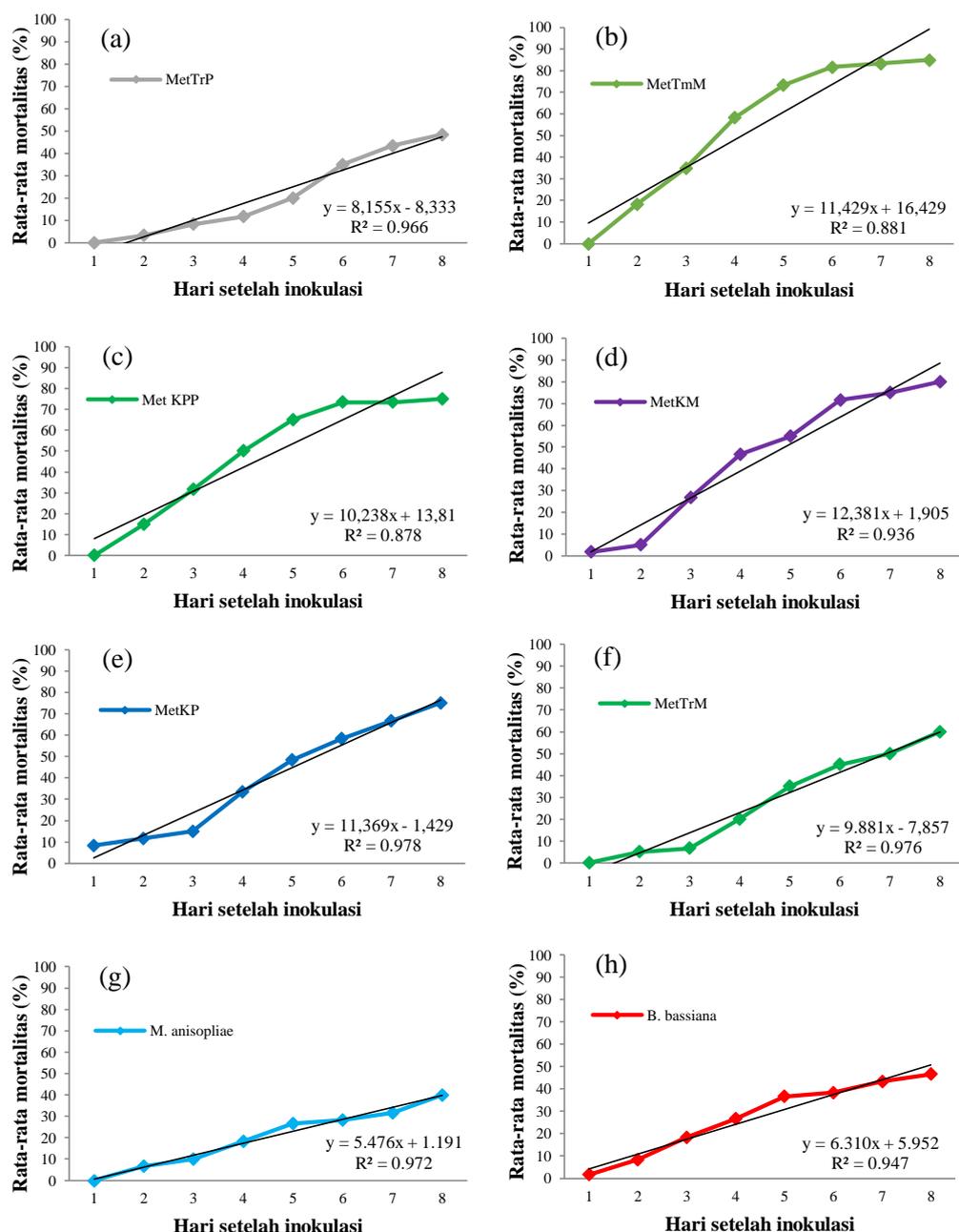
Gambar 1 Persentase mortalitas nimfa instar II *N. viridula* setelah aplikasi isolat cendawan *Metarhizium* sp.

Tabel 3 LT50 beberapa isolat cendawan *Metarhizium* sp. pada nimfa instar II *N. viridula*

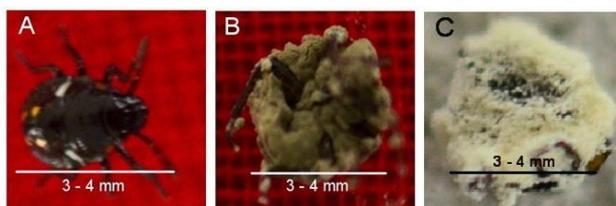
Cendawan	LT50	Persamaan regresi	R ²
MetTmM	2,94	$y = 11,429x + 16,429$	0,881
MetKPP	3,54	$y = 10,238x + 13,81$	0,878
MetKM	3,88	$y = 12,381x + 1,905$	0,936
MetKP	4,52	$y = 11,369x - 1,429$	0,978
MetTrM	5,86	$y = 9,881x - 7,857$	0,976
<i>B. bassiana</i>	6,98	$y = 6,310x + 5,952$	0,947
MetTrP	7,15	$y = 8,155x - 8,333$	0,966
<i>M. anisopliae</i>	8,91	$y = 5,476x + 1,191$	0,972

Gambar 2 di bawah memperlihatkan bahwa mortalitas nimfa instar II *N. viridula* mulai terjadi pada 1 HSA. Mortalitas pada 1 HSA disebabkan oleh infeksi isolat cendawan MetKP sebanyak 5 ekor, MetKM dan *B. bassiana* masing-masing sebanyak 1 ekor. Selanjutnya mortalitas akibat infeksi cendawan lainnya

dimulai pada 2 HSA. Isolat cendawan MetTmM paling banyak banyak menyebabkan kematian pada 2 HSA sebanyak 11 ekor, dan isolat cendawan MetTrP menyebabkan paling sedikit kematian pada 2 HSA yaitu sebanyak 2 ekor.



Gambar 2 Grafik akumulasi mortalitas harian nimfa instar II *N. viridula* (a) MetTrP (b) MetTmM, (c) MetKPP, (d) MetKM, (e) MetKP, (f) MetTrM, (g) *M. anisopliae*, (h) *B. bassiana*



Gambar 3 (A) Nimfa sehat, (B) Nimfa terinfeksi cendawan *Metarhizium* sp. (C) Nimfa terinfeksi *B. bassiana*

Nimfa instar dua memiliki warna dasar coklat kehitam-hitaman dengan bintik putih pada abdomen (Gambar 3 A). Nimfa yang terinfeksi cendawan yang memiliki ciri-ciri nimfa mengeras dan diselubungi konidia yang berwarna hijau (Gambar 3 B). Gambar 3 (C) nimfa yang terinfeksi cendawan *B. bassiana* yang mengeras

seperti mumi dan diselubungi miselia yang berwarna putih.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa persentase mortalitas nimfa instar II *N. viridula* tertinggi sebesar 85%, berbeda dengan hasil penelitian Sari dan Thursana (2012) yang melaporkan cendawan *M. anisopliae* mematikan nimfa instar I *N. viridula* sampai 100%. Perbedaan ini terjadi karena jenis isolat cendawan yang digunakan dan juga perbedaan stadia nimfa yang diaplikasikan cendawan. Mortalitas nimfa instar II tertinggi disebabkan isolat cendawan MetTmM. Isolat cendawan MetTmM merupakan isolat cendawan *Metarhizium* sp. yang berasal dari rizosfer tanaman tomat di Madina. Tingginya mortalitas nimfa yang disebabkan isolat cendawan MetTmM dapat terjadi karena akar tomat mengeluarkan senyawa yang berfungsi merangsang perkecambahan konidia sehingga memudahkan untuk menginfeksi dan mematikan nimfa, sesuai dengan Rao (1994) yang menyatakan senyawa yang dikeluarkan oleh akar tomat berfungsi sebagai faktor penarik nematoda dan perangsang perkecambahan spora.

Mortalitas *N. viridula* yang rendah akibat infeksi isolat cendawan *M. anisopliae* dan *B. bassiana* dapat disebabkan karena kedua isolat cendawan tersebut sudah lama diperbanyak di laboratorium tanpa diinokulasi ulang, sehingga dapat menurunkan virulensi dan viabilitasnya. Menurut Nahar *et al.* (2008) memperbanyak *Metharizium anisopliae* (Sorokin) (Deuteromycotina: Hyphomycetes) secara berulang-ulang sebanyak 20 kali akan mengakibatkan penurunan virulensi sebanyak 20%. Sedangkan Soekamto dan Yuliantoro (2006) mengungkapkan bahwa cendawan *B. bassiana* yang disimpan pada suhu kamar mulai dari 4 minggu sampai 16 minggu menyebabkan penurunan virulensi akibat penurunan daya kecambah.

Perbedaan mortalitas nimfa instar II *N. viridula* akibat infeksi cendawan juga dipengaruhi oleh sumber atau asal isolat cendawan tersebut. Isolat yang diperoleh dari serangga yang sama tetapi dari geografi yang berbeda atau isolat yang diperoleh dari serangga yang berbeda namun dari geografi yang sama kemungkinan memiliki virulensi yang berbeda (Fatiha *et al.* 2007). Altre *et al.* (1999) melaporkan bahwa virulensi cendawan entomopatogen berkaitan erat dengan ukuran konidia, kecepatan perkecambahan konidia, dan produksi enzim yang berfungsi sebagai pendegradasi kutikula inang. Beberapa karakter fisiologi yang disebut di atas memiliki peran yang cukup besar bagi cendawan entomopatogen sebagai agens hayati, baik pada kondisi di laboratorium untuk perbayakan masal maupun pertumbuhan cendawan di lapangan. Alavo *et al.* (2004) juga menyatakan bahwa kisaran inang dan kondisi ekologi dapat mempengaruhi keragaman genetik yang akan berpengaruh langsung terhadap tingkat virulensi cendawan.

Tingginya mortalitas nimfa instar II *N. viridula* akibat infeksi cendawan entomopatogen diduga berhubungan dengan struktur integumen tubuh nimfa yang lebih muda lebih lentur karena lapisan lilin (*wax*) maupun lipid belum optimal sehingga konidia yang sudah berkecambah tidak banyak mengalami hambatan dibandingkan pada stadia nimfa yang lebih tua maupun imago. Lapisan lilin pada permukaan integument serangga merupakan faktor penghalang untuk proses penetrasi konidia cendawan (Lecuona *et al.* 1997).

Hasil analisis probit menunjukkan isolat cendawan MetTmM yang paling cepat mematikan 50% nimfa instar II dengan waktu 2.94 HSA, dan isolat cendawan *M. anisopliae* yang paling lama dalam mematikan 50% nimfa instar II dengan waktu 8.91 HSA. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Said dan Baco (1988) yang menyatakan bahwa daya

bunuh cendawan *M.anisopliae* di laboratorium pada awalnya agak lambat, baru terlihat pada 5 HSA. Perbedaan kecepatan waktu mematikan 50% nimfa instar II *N. viridula* masih diterkait karena perbedaan asal isolat cendawan yang digunakan dan karakter fisiologi masing-masing isolat cendawan (Widayat dan Rayati 1994). Isolat cendawan MetKP memiliki nilai R^2 tertinggi sebesar 0,978 dan isolat cendawan MetKPP memiliki nilai R^2 terendah sebesar 0,878. Apabila nilai R^2 semakin mendekati angka 1 maka data yang diperoleh akan semakin seragam. Artinya masing-masing individu nimfa instar II yang diaplikasikan cendawan memiliki kepekaan yang relatif sama.

Kematian serangga terjadi karena rusaknya jaringan jaringan tubuh serangga dan kadang kala oleh adanya toksin yang dihasilkan oleh cendawan. Serangga yang terinfeksi oleh cendawan pada umumnya menjadi lemah dan tidak aktif, dua atau tiga hari mengalami kematian dan ditumbuhi oleh miselium cendawan. Pada umumnya semua cairan tubuh serangga habis digunakan cendawan, sehingga menyebabkan serangga mati dengan tubuh yang mengeras seperti mumi. Beberapa toksin yang dihasilkan cendawan *Metarhizium* sp. adalah cyclopeptida, destruxin A, B, C, D, E dan desmethyl destruxin (Widiyanti dan Muyadihardja 2004).

Nimfa instar dua *N. viridula* memiliki warna dasar coklat kehitam-hitaman dengan bintik putih pada abdomen, sedangkan imfa yang terserang cendawan *Metharizium* sp. yang memiliki ciri-ciri nimfa mengeras dan diselubungi konidia yang berwarna hijau. Hal ini sesuai dengan pernyataan Simbolon (2010) bahwa awal pertumbuhan koloni cendawan *M. anisopliae* bewarna putih, kemudian berubah menjadi hijau gelap dengan bertambahnya umur koloni. Nimfa yang terserang cendawan *B. bassiana* yang mengeras seperti mumi dan diselubungi miselia yang berwarna putih. Cendawan

entomopatogen memerlukan keadaan yang lembab untuk dapat berkecambah. Oleh karena itu tidak semua bangkai nimfa yang terinfeksi cendawan akan muncul miselia keluar dari tubuhnya. Hal ini terjadi karena kondisi lingkungan yang kurang sesuai untuk perkembangan miselia cendawan di luar tubuh inangnya (Trizelia 2005).

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kemenristekdikti yang telah membantu pendanaan sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

DAFTAR PUSTAKA

- Alavo TBC, Sermann H, Bochow H. 2002. Biocontrol of Aphid Using *Verticillium lecanii* in greenhouse: Factor Reducing the Effectiveness of the Entomopathogenic Fungus. *Arch Phytopathol and Plant Protect.* 34(6): 407- 424.
- Altre JA, Vandenberg, Cantone FA. 1999. Pathogenicity of *Paecilomyces fumosoroseus* isolates yo the diamondback moth *Plutella xylostella*: correlation with spore size, germination speed. and attachment to cuticule. *J Invertebr Pathol.* 13: 332-338.
- CABI. 2016. *Nezara viridula* (green stink bug). <http://www.cabi.org/isc/datasheet/36282>. Diakses tanggal 3 Juli 2018.
- Cloyd RA, Bethke JA. 2010. Impact of neonicotinoid insecticides on natural enemies in greenhouse and interiorscape environments. *Pest Manag. Sci.* 67: 3-9.
- Fatiha L, Ali S, Ren S, Afzal M. 2007. Biological characteristic and pathogenicity of *Verticillium lecanii* against *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on eggplant. *J Pak Entomol.* 29 (2): 63-72.
- Hasnah S dan S Husin. 2012. Keektifan Cendawan *Beauvaria bassiana*

- Vuill terhadap Mortalitas Kepik Hijau *Nezara viridula* L. pada stadia nimfa dan imago. *J. Floratek.* 7: 13-24.
- Lecuona R, Clement JL, Riba G, Joulie C, Juarez P. 1997. Spore germination and hyphal growth of *Beauveria* spp. on insect lipids. *J. Econ.Entomol.* 89:119-123.
- Nahar PB *et al.* 2008. Effect of repeated in vitro subculturing on the virulence of *Metharizium anisopliae* against *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *Biol Contr Sci and Technol.* 18;4:337-355.
- Norris KR, Caswell-Chen, Kogan M. 2003. *Concept in integrated pest management.* New Jersey (US): Prentice Hall.
- Prayogo Y. 2013. Efikasi cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* Bals. Terhadap kepik hijau (*Nezara viridula* L.). *Jurnal HPT Tropika.* 13(1):75-86.
- Raafat I, Meshrif WS, El-Husseiny EM, El-Hariry M, Seif AI. 2015. *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae) cuticle as a barrier for *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces* sp. Infection. *African Entomology.* 23(1):75-87.
- Rao S. 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman.* Jakarta (ID): UIPress.
- Simbolon MO. 2010. Pengaruh Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Balsamo dan *Metarhizium anisopliae* (Metch) Sorokin dan Ketahanan Beberapa Varietas Tanaman Cabai terhadap Hama *Thrips* Spp. di Lapangan. [skripsi]. Medan (ID): USU.
- Sukanto S, Yuliantoro K. 2006. Pengaruh suhu penyimpanan terhadap viabilitas *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Dalam beberapa bahan pembawa. *Pelita Perkebunan.* 22 (1): 40-57.
- Suprayogi M, Oemry S. 2015. Uji efektifitas jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* terhadap kepik hijau (*Nezara viridula* L.) (Hemiptera: Pentatomidae) pada tanaman kedelai (*Glycine max* L.) di rumah kaca. *Jurnal Online Agroteknologi.* 3 (1): 320-327.
- Tanada Y, Kaya HK. 1993. *Insect Pathology.* California (US): Academic Pr. Inc.
- Trizelia. 2005. Cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Deutero-mycotina: Hypomycetes): keragaman genetik, karakterisasi fisiologi dan virulensinya terhadap *Crocidolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Pyralidae). [disertasi] Bogor (ID): IPB.
- Widayat W, Rayati DJ. 1993. Hasil penelitian jamur entomopatogenik lokal dan prospek penggunaannya sebagai insektisida hayati, hlm.61-74. Dalam E. Martono, E. Mahrub, N.S. Putra dan Y Trisetyawati (peny.). Simposium Patologi Serangga I. Yogyakarta, 12-13 Oktober 1993.
- Widiyanti NLPM, Muiyadhardja S. 2004. Uji toksisitas jamur *Metarhizium anisopliae* terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti*. *Media Litbang Kesehatan.* 14 (3): 25-30.