

SELEKSI SUBSTRAT JAMUR *Metarhizium* sp. UNTUK MENGENDALIKAN WERENG COKLAT *Nilaparvata lugens* (Stal.) (HOMOPTERA: DELPHACIDAE) DI TANAMAN PADI

Effendy¹, Siti Herlinda¹, Chandra Irsan¹, A. Salim¹, dan Erni²

¹ Dosen Fakultas Pertanian Unsri Indralaya

² Mahasiswa Jurusan HPT Fakultas Pertanian Unsri

ABSTRAK

Padi merupakan tanaman pangan utama bagi masyarakat Indonesia, namun dalam peningkatan produksi banyak kendala yang dihadapi, antara lain serangan hama dan penyakit. Wereng coklat *Nilaparvata lugens* (Stal.) merupakan hama utama tanaman padi yang menimbulkan kerugian cukup besar. Untuk mengendalikan hama tersebut perlu alternatif pengendalian lain, salah satunya adalah pengendalian hayati dengan menggunakan jamur entomopatogen yaitu *Metarhizium* sp.

Hama wereng coklat *Nilaparvata lugens* (Stal.) merupakan serangga vektor penyakit virus kerdil rumput dan virus kerdil hampa pada tanaman padi. Penelitian ini bertujuan untuk menseleksi substrat perbanyak *Metarhizium* sp. guna mendapatkan kerapatan, viabilitas konidia serta virulensinya.

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini ialah Rancangan Acak Lengkap. Empat jenis substrat yaitu jagung pecah+gula 1%, beras+gula 1%, SDB, dan singkong+gula 1% dengan konsentrasi konidia 10^3 , 10^5 , dan 10^7 .

Hasil penelitian menunjukkan bahwa substrat jagung pecah+gula 1% merupakan substrat terbaik untuk memperbanyak jamur *Metarhizium* sp. dan dapat menyebabkan mortalitas *N. lugens* sampai 97,5% dan viabilitas konidia 55,07%. Jamur *Metarhizium* sp. tidak dapat diperbanyak pada substrat singkong+gula 1%.

Kata kunci: wereng coklat, entomopatogen, padi.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan tanaman pangan utama di Indonesia, karena lebih dari 90% penduduk Indonesia mengkonsumsi beras. Untuk memenuhi kebutuhan pangan tersebut Indonesia masih mengimpor beras. Banyak kendala yang dihadapi dalam upaya peningkatan produksi padi, diantaranya gangguan hama dan penyakit tanaman padi. Menurut Bahagiawati (2001) kerugian disebabkan oleh hama di dunia diperkirakan 13%. Banyak hama serangga yang menyerang tanaman padi dan yang terpenting ialah hama wereng.

Dua kelompok hama wereng yang menyerang tanaman padi. Pertama wereng yang menyerang batang yaitu *Nilaparvata lugens* (Stal.) dan *Sogatella furcifera* (Horv.), wereng tersebut juga merupakan vektor penyakit virus kerdil rumput dan virus kerdil hampa. Kedua wereng yang menyerang daun yaitu *Nephotettix virescens* (Distant), *Nephotettix nigropictus* (Stal.), *Nephotettix malayanus* Ishihara & Kawase, dan *Nephotettix cincticeps* (Uhler). Keempat wereng tersebut merupakan vektor penyakit tungro. Dari keempat spesies penyerang daun wereng tersebut yang paling sering menularkan virus tungro ialah *Nephotettix virescens* (Widiarta 2005). Menurut Siwi

(1986) penyakit tungro dapat menurunkan produksi padi berkisar antara 50-80%.

Pengendalian hayati diketahui aman bagi petani, produk yang dihasilkan dan lingkungan di sekitarnya (Marheni 2004). Dengan demikian, pengendalian hayati diharapkan dapat mengatasi masalah hama tanaman padi, sekaligus mengatasi masalah pencemaran lingkungan.

Pengendalian hayati, pemanfaatan parasitoid, predator dan entomopatogen. Pemanfaatan jamur entomopatogen berpotensi untuk dikembangkan. Salah satu jenis jamur entomopatogen yang terbukti cukup efektif membunuh serangga hama dari ordo Orthoptera (Santiago *et al.* 2001), Lepidoptera, Homoptera, dan Coleoptera adalah *Metarhizium* spp. (Prayogo *et al.* 2005).

Penelitian tentang *Metarhizium* sp. saat ini telah banyak dilakukan mulai dari eksplorasi dan seleksi strain-strain isolat (Luz *et al.* 1998; Myles 2002) hingga pengujian keefektifan isolat pada berbagai jenis serangga hama (Sudarsono & Pramono 1998; Santiago *et al.* 2001; Prayogo *et al.* 2005; Prayogo & Tengkanu 2002) dan tungau (Benjamin 2002). Jamur ini dilaporkan juga dapat diproduksi secara masal (Alves *et al.* 2002; Geden & Steinkraus 2003).

Metarhizium sp. dapat diproduksi secara masal pada substrat instan, seperti SDB (*Saborroud Dextrose Broth*) atau SDA (*Saborroud Dextrose Agar*) (Prayogo *et al.* 2005). Perbanyakan masal jamur entomopatogen pada substrat instan ini relatif lebih mahal dibandingkan substrat seperti jagung dan beras. Substrat jagung dan beras telah dilaporkan baik untuk perbanyakan *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Baehaki *et al.* 2001 & Hasyim *et al.* 2005), jamur *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill dan jamur *Metarhizium* sp. mempunyai sifat yang sama, substrat jagung dan beras baik juga untuk perbanyakan *Metarhizium* sp. Selain itu, singkong juga belum dilaporkan baik untuk perbanyakan *Metarhizium* sp.

Untuk itu, perlu diteliti substrat untuk perbanyakan jamur *Metarhizium* sp. sebagai bahan aktif bioinsektisida.

Perumusan Masalah: bagaimana pengaruh substrat perbanyakan jamur *Metarhizium* sp. terhadap kerapatan dan viabilitas konidia, dan virulensi jamur tersebut?

Tujuan Penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk menseleksi substrat (untuk mendapatkan substrat yang terbaik untuk memperbanyak jamur *Metarhizium* sp.) perbanyakan jamur *Metarhizium* sp. terhadap kerapatan dan viabilitas konidia serta virulensi jamur tersebut,

Manfaat Penelitian: Penemuan substrat perbanyakan jamur *Metarhizium* sebagai bahan aktif bioinsektisida yang dapat dimanfaatkan dalam mengendalikan hama wereng coklat *Nilaparvata lugens* (Stal.), mendukung pengembangan dan penerapan PHT, menekan populasi hama wereng selanjutnya, akan meningkatkan produksi padi, penurunan penggunaan pestisida sintetik, pencemaran produk pertanian dan lingkungan oleh pestisida sintetik.

Hipotesis. Diduga media jagung+gula 1% merupakan media yang terbaik dalam perbanyakan jamur *Metarhizium* sp.

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat dan Waktu. Penelitian ini dimulai bulan Nopember 2007 sampai bulan Pebruari 2008, dilakukan di Laboratorium Entomologi dan Rumah kaca, Jurusan HPT, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya Inderalaya.

Bahan dan Alat. Peralatan yang dipakai ialah erlenmeyer (volume 250 ml), otoklaf, cawan petri (diameter 9 cm), *laminar air flow*, lampu Ultra Violet 25 watt, botol berbentuk krucut tahan panas (volume 250 ml), blender, lemari es, *shaker*, dandang, haemocytometer, hand sprayer (volume 1,5 l), timbangan dan lampu perangkap. Adapun

bahan yang akan digunakan pada penelitian ini ialah imago dan nimfa wereng, benih padi, kurungan kasa (30 x 30 x 100 cm), pot plastik (diameter 15 cm dan tinggi 20 cm), kurungan plastik (30 x 50 x 50 cm), isolat *Metarhizium*, media SDA, alkohol 70%, tepung jangkrik, antibiotik, yeast, sukrosa, air steril, kapas, aluminium foil, jagung, beras, singkong, gula, SDB, minyak sayur, plastik tahan panas (ukuran 1 kg), dan sendok pengaduk.

Metode Penelitian. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu untuk meneliti jenis substrat perbanyak jamur *Metarhizium* sp. Rancangan yang digunakan ialah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan. Untuk menguji virulensi menggunakan 3 konsentrasi konidia. Substrat perbanyak ialah Jagung pecah+gula 1%, Beras+gula 1%, SDB, dan Singkong+gula 1% dengan konsentrasi konidia 10^3 , 10^5 , dan 10^7

CARA KERJA

Penanaman padi. Benih padi dibeli dari petani di Banyuasin, kemudian ditanam di rumah kaca, rumah bayang dan dilapangan. Padi ditanam dalam pot dan polybag, sebagai pakan untuk pembiakan wereng. Pengambilan imago dan nimfa wereng di pertanaman padi di Banyuasin.

Pembiakan Serangga Uji. Imago dan nimfa wereng coklat dikumpulkan dari pertanaman padi di Banyuasin. Kemudian dibawa ke laboratorium dan dipelihara dalam kurungan kasa (30x30x100 cm). Ke dalam kurungan kasa tadi dimasukkan tanaman padi fase vegetatif yang ditanam dalam pot plastik (diameter 15 cm dan tinggi 20 cm), kemudian wereng dilepaskan dalam kurungan tersebut. Setiap hari nimfa instar pertama yang terbentuk dipindahkan ke dalam kurungan plastik (30x30x100 cm) yang berisi pakan baru dan segar dan dipelihara di laboratorium. Nimfa wereng yang akan digunakan pada penelitian ini

ialah keturunan kedua (F2) atau setelahnya yang dipelihara di laboratorium. Padi sebagai persediaan pakan ditanam di rumah kaca dan lapangan.

Seleksi Isolat. Isolat *Metarhizium* sp. yang ada di Laboratorium Jurusan HPT Fakultas Peretanian Unsri diinfestasikan pada wereng. Wereng yang terinfeksi Jamur *Metarhizium* sp. diseleksi dan dibuat isolat-isolat seperti metode Myles (2002). Isolasi jamur dilakukan pada media SDA dengan cara media tersebut dimasukkan ke dalam erlenmeyer (bervolume 250 ml), diencerkan, lalu dimasukkan ke dalam otoklaf bersuhu 121 °C selama 40 menit dengan tekanan 15 atm. Substrat SDA ini dimasukkan ke dalam cawan petri (diameter 9 cm). Isolasi dilakukan di dalam ruang *laminar air flow* yang dilengkapi dengan lampu Ultra Violet 25 watt dan ruangnya disterilkan dengan alkohol 70%. Pada substrat SDA tersebut sebelumnya telah ditambah dengan tepung jangkrik konsentrasi 0.5% (b/v) atau setiap liter media ditambahkan 5 g tepung jangkrik untuk memperkaya nutrisi substrat seperti dilakukan Herlinda *et al.* (2006) pada pembiakan *B. bassiana*. Tepung jangkrik diperoleh dengan memanaskan 100 ekor imago jangkrik hidup pada suhu 100 °C selama 3 jam. Jangkrik selanjutnya ditumbuk dengan mortar sehingga menjadi tepung ukuran lolos saringan 0.01 mm. Penambahan tepung jangkrik dilakukan sebelum media diotoklaf, lalu ditambahkan antibiotik. Kemudian, media tersebut diinokulasikan jamur dan diinkubasikan pada suhu kamar selama 30 hari. Jamur yang diambil dari serangga yang terinfeksi menurut Luz *et al.* (1998) relatif lebih virulen. Biakan murni ini akan diproduksi secara masal untuk bahan aktif bioinsektisida.

Produksi Jamur Entomopatogen *Metarhizium* sp. Prosedur yang baik dalam memproduksi jamur entomopatogen dilakukan dengan dua tahap. Tahap pertama adalah produksi jamur di dalam media cair,

lalu dilanjutkan tahap kedua produksi pada media padat dengan cara menginokulasikan inokulum dari media cair ke media padat.

Produksi jamur pada media cair dilakukan pada medium cair yang mengandung yeast dan sukrosa. Yeast sebanyak 20 g dicampur dengan 20 g sukrosa, lalu dilarutkan ke dalam 500 ml air. Larutan ini dipanaskan selama 10-15 menit hingga mendidih. Bila yeast mengumpal, larutan tersebut diblender selama 60 detik, lalu didiamkan 2-3 jam atau satu malam diletakkan di lemari es, kemudian tambahkan 500 ml air. Larutan tersebut diambil sebanyak 75 ml dan dimasukkan ke dalam botol berbentuk krucut tahan panas (volume 250 ml), tutup dengan kapas dan aluminum foil. Botol berisi media ini selanjutnya disterilkan di dalam otoklaf bersuhu 121°C selama 20-30 menit. Setelah itu, biakan murni *Metarhizium* yang berasal dari SDA di atas diinokulasikan sebanyak 10 potong (ukuran 0.5x0.5 cm per potong dengan kerapatan spora 10^7) untuk 1 liter medium perbanyak sambil digoyang dengan *shaker* selama tiga hari pada suhu kamar guna mendapatkan spora yang optimal dan virulen. Pembuatan biakan ini dilakukan sebanyak 32 botol.

Pengujian substrat perbanyak jamur *Metarhizium* sp.

Substrat yang digunakan untuk perbanyak jamur *Metarhizium* sp. pada penelitian yaitu Jagung pecah, beras, SDB dan singkong halus (dipotong halus lebih kurang 3-5 mm) dibersihkan dan dicuci pada air mengalir, ditiriskan dan ditambahkan air 300 ml dan 20 ml minyak sayur per 1000 g media ditanak dalam dandang sambil terus diaduk hingga airnya terserap semua. Pindahkan media setengah matang ini ke dalam plastik tahan panas (ukuran 1 kg) yang diisi sebanyak 250 g media, kemudian dimasukkan ke otoklaf yang suhunya telah diatur pada 121 °C selama 40 menit. substrat selanjutnya didinginkan pada suhu kamar, lalu diinokulasikan *Metarhizium* yang berasal dari substrat cair di atas sebanyak 75

ml biakan untuk 1000 g media dibuat 32 katong.

Seleksi substrat perbanyak jamur *Metarhizium* sp. Setiap kantong substrat diambil 10 g, diaduk dengan 90 ml air steril dan ditambahkan 0,05% tween, kemudian diamati viabilitas dan kerapatan konidia, serta patogenisitasnya. Viabilitas konidia diamati dengan cara mengambil suspensi biakan dengan kerapatan 100-300 konidia, lalu dituangkan ke dalam cawan petri yang berisi SDA dan diinkubasikan selama 24 jam pada suhu kamar, kemudian dihitung viabilitas (persentase perkecambahan) konidia tersebut. Masing-masing biakan dari empat macam media tadi diulang 4 kali. Kerapatan konidia diamati melalui pengenceran berseri dengan cara mengencerkan 1 g media per ml air steril. Kerapatan konidia dihitung menggunakan haemocytometer. Patogenisitas konidia dari masing-masing perlakuan media (jagung pecah, beras pecah, singkong, dan SDB) diuji dengan cara meneteskan 10 µl suspensi (kerapatan 10^3 , 10^5 , dan 10^7 konidia per ml. Setiap perlakuan diinokulasi pada 10 nimfa uji. Kemudian nimfa tersebut dipelihara hingga menjadi imago dan mortalitas dicatat setiap tiga jam selama dua hari, hari ketiga dan seterusnya hanya dicatat setiap hari. Peubah yang diamati ialah persentase mortalitas nimfa dan *Lethal Time* (LT_{50}).

Parameter Pengamatan. Viabilitas, kerapatan spora, Virulensi Mortalitas dan LT_{50} nimfa wereng. Setiap pot/tanaman padi diamati 3 jam sekali jumlah wereng yang mati sampai semuanya menjadi imago. Persentase nimfa menjadi imago yang tidak normal.

Analisis Data. Data yang diperoleh dari hasil penelitian I, dianalisis dengan ANOVA, dilanjutkan dengan uji BNJ (Beda Nyata Jujur). Untuk mendapatkan LT_{50} , data mortalitas dianalisis probit. Semua penghitungan dibantu dengan bantuan program SPSS 16.0

Data penunjang. Sebagai data penunjang diamati suhu dan kelembaban di laboratorium, diamati setiap hari pagi, tengah, dan sore hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mortalitas nimfa *N. lugens*. Hasil pengamatan mortalitas nimfa *N. lugens* setelah diaplikasikan jamur *Metarhizium* sp. yang diperbanyak pada beberapa substrat dan konsentrasi konidia dapat dilihat pada Lampiran 1a. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa substrat dan konsentrasi konidia berbeda tidak nyata terhadap mortalitas nimfa *N. lugens* (Lampiran 1b). Mortalitas nimfa *N. lugens* tertinggi terjadi pada perlakuan substrat jagung+gula 1% dengan konsentrasi 10^7 konidia per ml yang mencapai 97,5%, mortalitas nimfa *N. lugens* terendah terjadi pada jamur *Metarhizium* sp. yang diperbanyak pada substrat SDB dengan konsentrasi 10^3 konidia per ml sebesar 85,00%. Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian Prayogo dan Tengkan (2002), bahwa substrat jagung manis atau jagung lokal+gula 1% dapat menyebabkan mortalitas larva *S. litura* mencapai 72,5% yang lebih tinggi dari substrat perbanyakan lainnya. Kardin & Priyanto (1996) menyatakan bahwa cendawan entomopatogen membutuhkan kandungan gula yang tinggi disamping protein. Kadar gula yang tinggi akan meningkatkan virulensi cendawan entomopatogen (Kucera 1971).

Viabilitas konidia. Hasil pengamatan viabilitas konidia *Metarhizium* sp. yang diperbanyak pada beberapa substrat dapat dilihat pada Lampiran 2a. Hasil analisis keragaman substrat perbanyakan

menunjukkan pengaruh tidak nyata terhadap viabilitas konidia *Metarhizium* sp. (Lampiran 2b). Substrat jagung+gula 1% menghasilkan viabilitas konidia tertinggi yaitu 55,07 %. Penelitian Prayogo & Tengkan (2002) menunjukkan bahwa substrat jagung lokal+gula 1% dapat meningkatkan viabilitas konidia sampai 96,1%. Hasil penelitian substrat jagung dan beras lebih baik dari pada substrat SDB, karena menghasilkan viabilitas lebih tinggi. Informasi tersebut sangat penting mengingat persentase viabilitas sangat menentukan keberhasilan cendawan tumbuh selanjutnya menginfeksi tubuh serangga (Silva & Messias 1985).

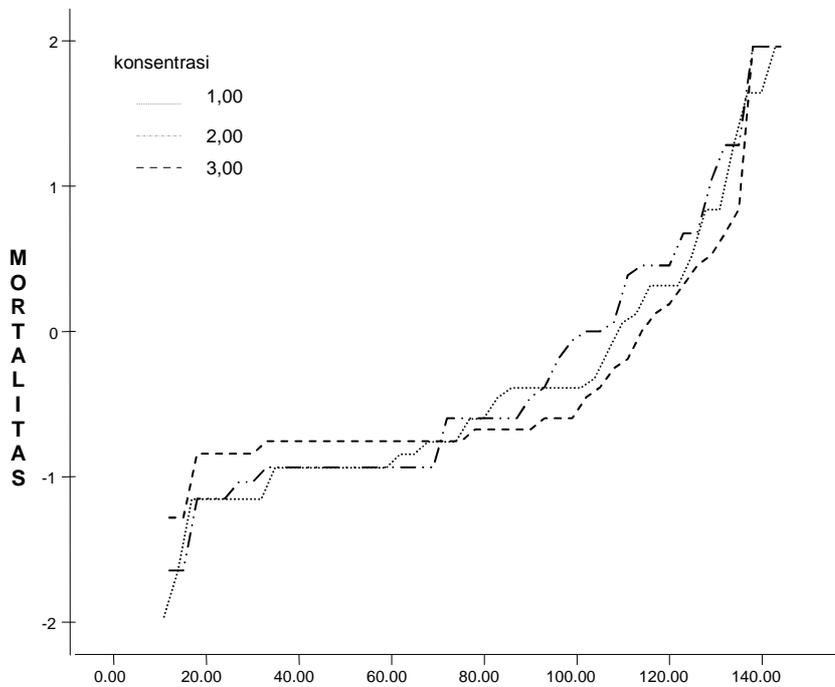
Kerapatan Konidia. Hasil pengamatan kerapatan konidia pada masing-masing substrat perbanyakan *Metarhizium* sp. dapat dilihat pada Lampiran 3a. Hasil analisis keragaman substrat perbanyakan *Metarhizium* sp. menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata (Lampiran 3b). Uji BNT menunjukkan bahwa substrat SDB berbeda nyata dengan substrat lainnya dengan kerapatan konidia $2,506 \times 10^7$ per ml. Kerapatan konidia yang terbanyak pada media SDB, akan tetapi viabilitas konidia dan mortalitas nimfa *N. lugens* terendah (Tabel 1). Jamur *Metarhizium* sp. diperbanyak di substrat SDB menghasilkan konidia yang tinggi disebabkan substrat berbentuk cair waktu penyaringan akan didapatkan konidia lebih banyak. Sedangkan pada substrat padat tidak saja konidia yang tersaring tetapi substrat juga ikut tersaring. Waktu pengenceran konidia didapatkan pada substrat SDB lebih banyak dibandingkan substrat yang lain.

Tabel 1 Pengaruh substrat perbanyakan terhadap kerapatan dan viabilitas konidia *Metarhizium* sp.

Jenis Substrat	Rerata kerapatan konidia ($\times 10^7$) per ml	Rerata viabilitaskonidia (%)
Jagung	1,580 a	55,07 a
Beras	1,379 a	50,29a
SDB	2,506 b	48,50a

Keterangan: angka-angka pada kolom yang sama dan diikuti huruf yang sama berarti berbeda tidak nyata (BNJ. 0,05)

Pengaruh konsentrasi jamur *Metarhizium* sp. yang diperbanyak pada substrat jagung terhadap LT_{50} nimfa *N. lugens* (ekor) dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Grafik pengaruh konsentrasi jamur *Metarhizium* sp. diperbanyak pada substrat jagung terhadap LT_{50} nimfa *Nilaparvata lugens* (Stal.)

Keterangan: 1=Persamaan regresi konsentrasi 10^7 $Y = - 1,921 + 0,19X$
 2=Persamaan regresi konsentrasi 10^5 $Y = -1,843 + 0,19X$
 3=Persamaan regresi konsentrasi 10^3 $Y = -1,933 + 0,19X$

LT_{50} nimfa *N. lugens*. Untuk mengetahui pengaruh substrat perbanyakan terhadap kecepatan atau kemampuan jamur *Metarhizium* sp. mematikan nimfa *N. lugens*, maka dilakukan penghitungan LT_{50} (Tabel 2). Jamur *Metarhizium* sp. yang diperbanyak

pada substrat beras dengan konsentrasi 10^5 konidia per ml menyebabkan mortalitas nimfa wereng 50% lebih cepat dari yang lainnya hanya 87,93 jam setelah aplikasi. Kecepatan serangga yang terinfeksi mati dipengaruhi oleh jumlah konidia yang

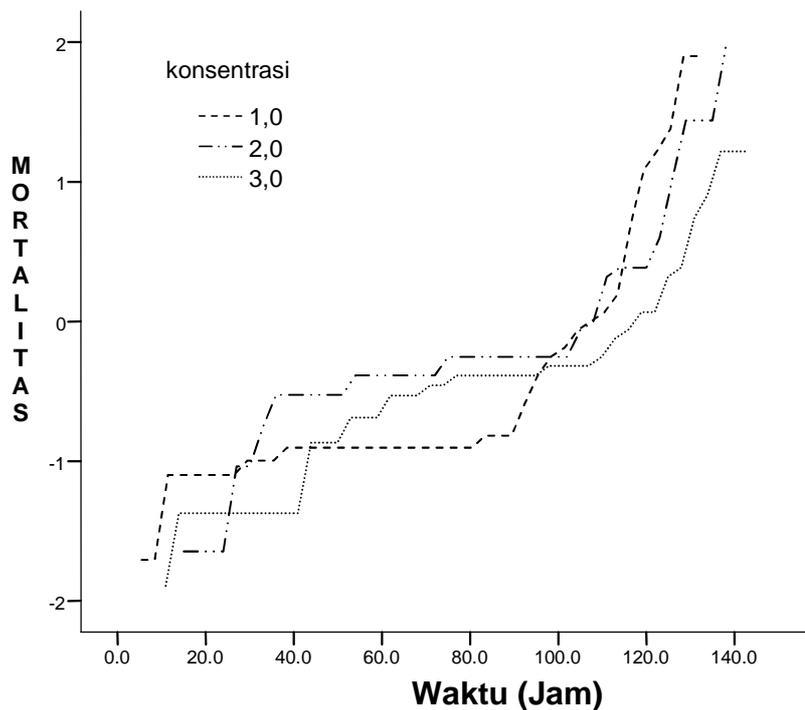
berkecambah pada integumen serangga. Semakin banyak konidia yang berkecambah

pada integumen, maka nimfa *N. lugens* akan semakin cepat mati.

Tabel 2 Pengaruh substrat perbanyak jamur *Metarhizium* sp. dan konsentrasi konidia terhadap LT_{50} nimfa *Nilaparvata lugens* (Stal.)

Jenis Substrat	Konsentrasi konidia ml per liter	LT_{50} (jam)		
		Rerata	Batas atas	Batas bawah
Jagung	10^7	100,98	95,73	106,48
	10^5	88,18	82,51	93,95
	10^3	107,92	101,93	114,26
Beras	10^7	96,51	91,31	101,91
	10^5	87,93	82,94	93,14
	10^3	107,06	101,69	112,69
SDB	10^7	109,36	105,31	113,46
	10^5	108,49	104,49	112,63
	10^3	113,39	103,34	117,61

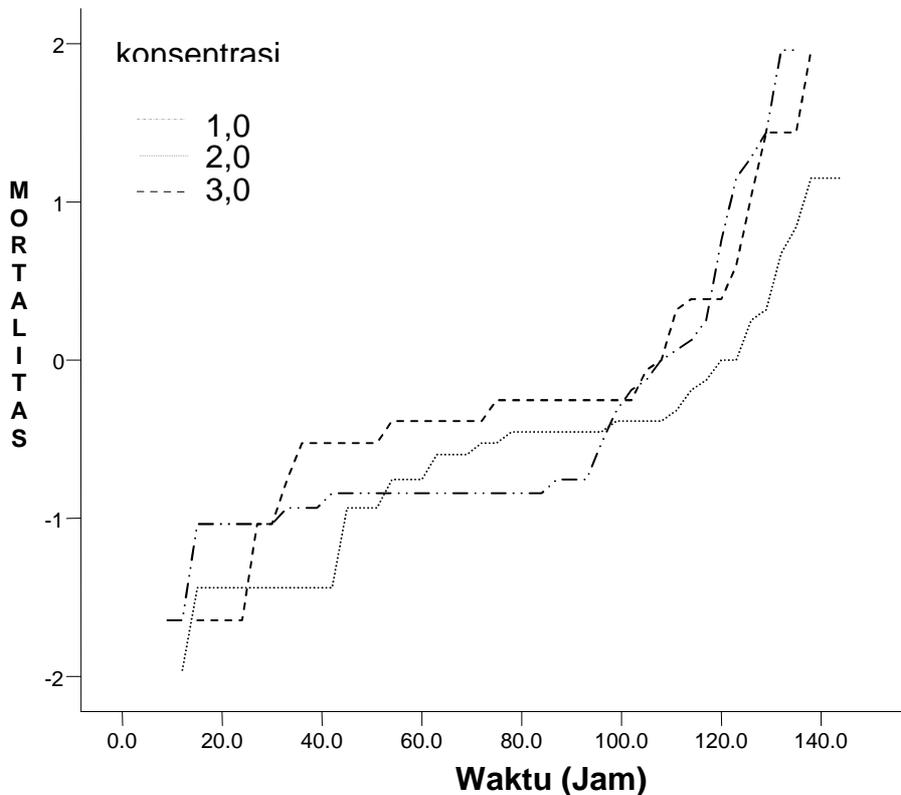
Grafik pengaruh konsentrasi jamur *Metarhizium* sp. yang diperbanyak pada substrat beras dalam mematikan nimfa *N. lugens* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Grafik pengaruh konsentrasi jamur *Metarhizium* sp. yang diperbanyak pada substrat beras terhadap LT_{50} nimfa *Nilaparvata lugens* (Stal.)

Keterangan: 1=Persamaan regresi konsentrasi 10^7 $Y = - 1,918 + 0,020X$
 2=Persamaan regresi konsentrasi 10^5 $Y = -1,749 + 0,020X$
 3=Persamaan regresi konsentrasi 10^3 $Y = -2,128 + 0,020X$

Grafik pengaruh konsentrasi jamur *Metarhizium* sp. yang diperbanyak pada substrat SDB terhadap LT_{50} nimfa *N. lugens* (ekor) dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Grafik pengaruh konsentrasi jamur *Metarhizium* sp. yang diperbanyak pada substrat SDB terhadap LT_{50} nimfa *Nilaparvata lugens* (Stal.)

Keterangan: 1=Persamaan regresi konsentrasi 10^7 $Y = - 2,947 + 0,027X$
 2=Persamaan regresi konsentrasi 10^5 $Y = - 2,925 + 0,027X$
 3=Persamaan regresi konsentrasi 10^3 $Y = - 3,057 + 0,027X$

Jamur *Metarhizium* sp. tidak dapat tumbuh dan berkembang pada substrat singkong, diduga hal itu disebabkan oleh substrat singkong mengandung protein sangat rendah bila dibandingkan dengan substrat lainnya yaitu 1,2% dan kandungan karbohidratnya hanya 34%. Sedangkan jamur *Metarhizium* sp. membutuhkan nutrisi yang cukup untuk pertumbuhannya terutama protein.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan: Substrat jagung+gula 1% merupakan substrat yang terbaik untuk memperbanyak jamur

Metarhizium sp. dapat meamatkan nimfa wereng sampai 97,5% dan persentase konidia berkecambah mencapai 55,07%. Jamur *Metarhizium* tidak dapat diperbanyak pada substrat singkong+gula 1% ,

DAFTAR PUSTAKA

Alves SB, Rossi LS, Lopes RB, Tamai MA, Pereira RM. 2002. *Beauveria bassiana* yeast phase on agar medium and its pathogenicity againts *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Cerambidae) and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *J. Invert. Pathol.* 81:70-77.

- Baehaki SE. 1987. Dinamika Populasi Wereng Coklat *Nilaparvata lugens* (Stal.). Wereng Coklat. Badan Penelitian dan pengembangan Pertanian . Balai Penelitian tanaman pangan Bogor. Edesi khusus No. 1
- Bahagiawati. 2001. Manajemen Resistensi Serangga Hama pada Pertanaman Tanaman Transgenik Bt. Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan, Bogor. Jurnal Tinjauan Ilmiah Riset Biologi dan Bioteknologi Pertanian Volume 4 Nomor I.
- Benjamin MA, Zhioua E, Ostfeld RS. 2002. Laboratory and field evaluation of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycetes) for controlling questing adult *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae). *J. Med. Entomol.* 39:723-728.
- Direktorat Pupuk dan Pestisida. 2004. Pestisida untuk pertanian dan kehutanan. Direktorat Pupuk dan Pestisida, Direktorat Jenderal Bina Sarana Pertanian, Departemen Pertanian. Jakarta.
- Geden CJ, Steinkraus DC. 2003. Evaluation of three formulations of *Beauveria bassiana* for control of lesser mealworm and hide beetle in Georgia poultry houses. *J. Econ. Entomol.* 96:1602-1607.
- Hasyim A, Yasir H, Azwana. 2005. Seleksi substrat untuk perbanyak *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin dan infektivitasnya terhadap hama penggerek bonggol pisang, *Cosmopolites sordidus* Germar. *J. Hort.* 15:116-123.
- Herlinda S, Utama MD, Pujiastuti Y, Suwandi. 2006. Kerapatan dan Viabilitas Spora *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Akibat Subkultur dan Pengayaan Media, serta Virulensinya terhadap Larva *Plutella xylostella* (Linn.). *Jurnal HPTT.* 6:70-78.
- Luz C, Tigano MS, Silva IG, Cordeiro CMT, Aljanabi SM. 1998. Selection of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* isolates to control *Triatoma infestans*. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 93:839-846.
- Marheni. 2004. Kemampuan beberapa predator pada pengendalian wereng batang coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.). *Jurnal Natur Indonesia* 6:84-86.
- Moore D, Higgins PM. 1997. Viability of stored conidia of *Metarhizium flavoviride* Gams and Rozsypal, produced under differing culture regimes and stored with clays. *Biocontrol Science and Technology* 7:335-343.
- Myles TG. 2002. Isolation of *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) from *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae) with convenient methods for its culture and collection of conidia. *Sociobiology* 40:257-264.
- Prayogo Y, Tengkano W. 2002. Pengaruh umur larva *Spodoptera litura* terhadap efektivitas *Metarhizium anisopliae* isolat Kendalpayak. *Biosfera* 19:70-76.
- Prayogo Y, Tengkano W. 2002. Pengaruh media tumbuh terhadap daya kecambah, sporulasi, dan virulensi *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin isolat Kendalpayak pada larva *Spodoptera*

- litura*. Jurnal Ilmiah Sainteks IX (4) 233-241. Universitas Semarang.
- Prayogo Y, Tengkan W. 2004. Pengaruh konsentrasi dan frekuensi aplikasi *Metarhium anasopliae* isolat Kendalpayak pada larva *Spodoptera litura*. Jurnal Ilmiah Sainteks IX (4) 233-243. Universitas Semarang
- Prayogo Y, Tengkan W, Marwoto. 2005. Prospek cendawan entomopatogen *Metarhizium anisopliae* untuk mengendalikan ulat grayak *Spodoptera litura* pada kedelai. *J. Litbang. Pertanian* 24:19-26.
- Santiago DR, Castillo AG, Arapan RS, Navasero MV, Eusebio JE. 2001. Efficacy of *Metarhium anasopliae* (Metsch.) Sor. against the oriental migratoria locust, *Locusta migratoria manilensis* Meyen. *The Philippine Agric. Scientist* 84:26-34.
- Sudarsono H, Pramono S. 1998. Penggerak batang *Prionoxystes* sp. (Lepidoptera: Cossidae) pada pertanaman *Gmelina arborea* L. Sebaran ruang dan pengendaliannya dengan *Metarhium anasopliae*. *Bul. HPT*. 10:13-18.
- Sutrisno. 1987. Resistensi wereng coklat, *Nilaparvata lugens* (Stal.) terhadap insektisida di Indonesia. Lembaga Pusat Penelitian Pertanian Bogor. Bogor
- Widiarta IN, 2005. Wereng hijau (*Nephotettix virescens* Distant): Dinamika populasi dan strategi pengendaliannya sebagai vektor penyakit tungro. *J. Litbang Pertanian* 24:85-92.