

## PATOGENESITAS ISOLAT CENDAWAN *METARHIZIUM ANISOPLIAE* ENTOMOPATOGEN TERHADAP LARVA URET FAMILI *SCARABAEIDA*

*Fungus Metarhizium Anisopliae Pathogenicity Of Entomopathogenic Isolates Larva Of Family White Grub Scarabaeidae*

Kapriyanto, Nanang Tri Haryadi\*, Saifuddin Hasjim

Fakultas Pertanian, Universitas Jember  
Jalan Kalimantan Kampus Tegalboto Jember 68121

\*E-mail : haryadint@gmail.com

### ABSTRACT

The problem faced by the national sugar industry today is declining crop productivity due white grub larvae attack that causes stunted plants and collapse, as well as lowering the yield to 50% sugar symptoms that are seen in young plants attacked white grub, bud wither, then yellowing symptoms similar to drought, one potential entomopathogenic fungi for control of *Metarhizium anisopliae* is white grub larvae. In this study is expected to determine the effectiveness of *M. anisopliae* fungus to control grub. Using 3x3 crd treatment, with three kinds of isolates among isolates Jombang, Kediri, Banyuwangi, three concentrations of  $10^6$ ,  $10^7$ ,  $10^8$  and three replicates using the method of mixing the media that the fungus *M. anisopliae* by mixing with soil media can infect larvae white grub religion,  $LT_{50}$  values and  $LC_{50}$  isolates occurred in Jombang, this research can be seen when the insect hosts infected with *M. anisopliae* symptoms die do not want to eat, slow movement, stiff and dead. After the death of the body is stiff and dry white grub had appeared greenish white fungal hyphae.

**Keywords:** Sugarcane; White grub; *Metarhizium anisopliae*

### ABSTRAK

Masalah yang dihadapi industri gula nasional saat ini menurunnya produksi gula karena serangan larva uret yang menyebabkan pertumbuhan tanaman tebu terhambat dan akhirnya mati, sehingga menurunkan hasil hingga 50%. Gejala serangan yang tampak pada tanaman muda terserang uret, pucuknya menjadi layu, kemudian menguning mirip dengan gejala kekeringan. Bedanya, gejala kelayuan akibat kekeringan tampak merata pada areal pertanaman. Jika di beri air gejala tersebut akan hilang dan tanaman pulih kembali, sedangkan gejala hama uret, sifatnya tidak merata dan bila diberi air tidak menunjukkan tanda-tanda sembuh kembali. Tanaman tebu yang terserang uret tampak layu karena pengangkutan zat-zat hara dan air terhenti. Hal ini disebabkan akar sebagai alat penyerap zat-zat hara dan air rusak terpotong. Gejala pada tanaman tua ditandai dengan layunya pucuk tanaman tebu, kemudian kering daunnya dan akhirnya roboh dan mati. Salah satu potensi cendawan entomopatogen untuk mengendalikan larva uret adalah cendawan *M. anisopliae*. Dalam penelitian ini diharapkan dapat mengetahui efektivitas cendawan *M. anisopliae* untuk mengendalikan larva uret, menggunakan 3x3 perlakuan dengan tiga jenis isolat antaralain isolat Jombang, Kediri, Banyuwangi, tiga konsentrasi 10<sup>6</sup>, 10<sup>7</sup>, 10<sup>8</sup> dan tiga ulangan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), cara aplikasi dengan mencampurkan cendawan *M. anisopliae* pada media tanah sehingga dapat menginfeksi larva uret. Nilai  $LT_{50}$  dan  $LC_{50}$  terbaik terjadi pada isolat Jombang, hasil penelitian dapat dilihat ketika serangga yang terinfeksi cendawan *M. anisopliae*, terjadi gejala ditandai dengan gejala tidak mau makan, gerakan lambat, sehingga larva yang terinfeksi cendawan *M. anisopliae* menunjukkan gejala mati kaku, selanjutnya berkembang miselium berwarna putih muncul dari permukaan kutikula, dan akhir dari infeksi terjadi perubahan warna larva uret menjadi hijau gelap. Gejala tersebut adalah bentuk khas dari infeksi jamur *M. anisopliae* yaitu green muscardine.

**Kata kunci:** Tebu; Uret; *Metarhizium anisopliae*

**How to cite:** Kapriyanto, Nanang Tri Haryadi, Saifuddin Hasjim 2014. Patogenesitas Isolates Cendawan *Metarhizium anisopliae* Entomopatogen terhadap Larva Uret Famil *Scarabaeidae*. Berkala Ilmiah Pertanian 1 (1):xx-xx

### PENDAHULUAN

Tebu (*Saccharum officinarum* L.) adalah salah satu komoditi bahan baku industri gula. Peningkatan permintaan gula yang tidak diimbangi dengan produksi gula nasional menyebabkan pemerintah harus mengimpor gula dari negara lain dalam jumlah cukup besar. Menurut Ditjenbun (2011) kebutuhan gula tahun 2014 diproyeksikan mencapai 5,7 juta ton. Berdasarkan hasil Musrenbangtan tahun 2012, proyeksi kebutuhan gula kristal putih pada tahun 2013 mencapai 2.903.132 ton dan pada tahun 2014 mencapai 2.956.000 ton (Ditjenbun, 2011).

Meningkatnya konsumsi gula perkapita tersebut antara lain diakibatkan oleh bertambahnya jumlah penduduk dan pendapatan. Permasalahan yang dihadapi industri gula nasional dewasa ini adalah menurunnya produktivitas tanaman karena serangan larva uret yang menyebabkan tanaman kerdil dan roboh, serta menurunkan hasil gula sampai 50% (Ditjenbun, 2011).

Gejala serangan yang tampak pada tanaman muda terserang uret, pucuknya menjadi layu, kemudian menguning mirip gejala kekeringan. Bedanya, gejala kelayuan akibat kekeringan tampak merata pada areal pertanaman. Jika di beri air gejala tersebut akan hilang dan tanaman pulih kembali, sedangkan gejala hama uret, sifatnya tidak merata dan bila diberi air tidak menunjukkan tanda-tanda sembuh kembali (Wiriatmodjo, 1979). Tanaman tebu yang terserang uret tampak layu karena pengangkutan zat-zat hara dan air terhenti. Hal ini disebabkan akar sebagai alat penyerap zat-zat hara dan air rusak terpotong. Gejala pada tanaman tua ditandai dengan layunya pucuk tanaman tebu, kemudian kering daunnya dan akhirnya roboh dan mati (Wiriatmodjo, 1979). Selain menyerang tanaman tebu, uret juga menyerang tanaman jagung, ubi kayu, kopi, karet, keladi, gadung, kelapa, semangka, kacang-kacangan, nanas muda, dan labu (Kalshoven, 1981).

Berbagai pengendalian telah dilakukan diantaranya adalah pengairan, pengumpulan uret imago/larva, pestisida kimiawi,

perangkap imago, menggunakan Nematoda entomopatogen, menggunakan agen hayati, misalnya serbuk biji mimba dan lain sebagainya. Keberhasilan pengendalian memerlukan informasi penyebaran, identifikasi, biologi dan populasi. Metode pengendalian yang efektif dan efisien terhadap hama tanaman ini dapat diperoleh dengan mengetahui faktor-faktor abiotik dan biotik yang mempengaruhi dinamika populasi serangga hama.

Bioekologi hama berhubungan dengan daya tahan hidup, pola pertumbuhan populasi. Jika faktor-faktor tersebut dapat diketahui, maka mata rantai terlemah dalam siklus hidup serangga dapat diketahui, selain untuk mendapatkan cara pengendalian yang tepat, data tersebut dapat dimanfaatkan untuk menilai resistensi tanaman terhadap serangga hama.

Pengendalian hama tanaman dapat dilakukan dengan berbagai cara atau memadukan beberapa komponen pengendalian antara lain pola tanam, varietas tanam, sanitasi, pestisida nabati, pestisida sintetik dan penggunaan musuh alami atau patogen serangga merupakan salah satu komponen pengendalian hama tanaman dengan menggunakan mikroorganisme. Salah satu cendawan entomopatogen yang potensial untuk mengendalikan larva uret adalah *Metarhizium anisopliae*. *M. anisopliae* dilaporkan dapat menginfeksi beberapa serangga hama seperti *Spodoptera litura Fabricius*, *Spodoptera exigua Hubner*, dan *Coptotermes gestroi Wasmann* (Kurnia 1998).

*L. stigma* termasuk hama yang musuh alaminya belum banyak diketahui. Kalshoven (1981) menyebutkan bahwa pengujian beberapa jenis patogen serangga belum berhasil mengendalikan hama tersebut. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui patogenesitas jamur *M. anisopliae* terhadap larva *L. stigma* instar tiga, hasil penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan informasi kemampuan jamur tersebut dalam menyebabkan mortalitas terhadap larva *L. stigma* instar tiga yang merupakan stadia paling merusak.

Jamur *M. anisopliae* bersifat entomopatogen dapat dijadikan sebagai salah satu agen hayati, atau pengendali serangga baik serangga yang menyerang tanaman maupun organisme antagonis yang ada di dalam tanah, apakah isolat *M. anisopliae* asal Banyuwangi, Jombang dan Kediri terdapat perbedaan tingkat patogenesitas dalam menginfeksi larva uret

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat patogenesitas isolat cendawan *M. anisopliae* dari beberapa wilayah untuk mengendalikan larva uret

## BAHAN DAN METODE



Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Renganoan hayati, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan, mulai bulan Juni hingga Agustus 2013

Bahan meliputi isolat cendawan *M. anisopliae* dari Jombang, Jember (Kecamatan Gayasan, Glantangan) Kediri, Banyuwangi, air steril, tanah, SDAY, alkohol, tissue, kertas saring, jagung giling, tanah steril, uret instar 1,2,3.

Alat yang digunakan adalah sprayer mini, gunting, pisau, gelas aqua, tabung reaksi, petridist, Haemocytometer, sekop kecil, misroskop

Pelaksanaan penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari tiga perlakuan konsentrasi dan tiga macam asal isolat yang terdiri dari 8 tahap diantaranya: eksplorasi agensi hayati, Metode Perangkap Dan Isolasi, Skrening Isolat *M. anisopliae* yang diperoleh dari Lapangan, Perbanyakkan Isolat *M. anisopliae*, Persiapan media tumbuh, Penyiapan suspensi jamur *M. anisopliae* yang akan diinokulasikan pada media jagung/beras, Inokulasi suspensi *M. anisopliae* kedalam

media jagung/beras, Uji Patogenesitas agen hayati *M. anisopliae* di laboratorium

### Persiapan Penelitian

#### Eksplorasi agensi hayati

Pengambilan sampel tanah dengan mengambil tanah sekitar perakaran tanaman, sampel tanah diambil secara diagonal kemudian tanah tersebut digabung menjadi satu. Pengambilan tanah dilakukan dengan cara penggalian tanah pada kedalaman 10 - 15 cm dengan menggunakan sekop tangan kecil, contoh tanah dimasukkan kedalam kantong plastik dan dibawa ke laboratorium untuk diproses lebih lanjut.

#### Metode Perangkap dan Isolasi cendawan *Metarhizium anisopliae*

Tanah diayak terlebih dahulu dengan menggunakan ayakan yang berukuran 0,4 mm, isolasi cendawan entomopatogen dari tanah dilakukan dengan menggunakan metode perangkap (bait method) dengan larva *Tenebrio molitor* (Trizelia 2005). Tanah dimasukkan ke dalam stoples plastik secukupnya, kira-kira setengah stoples. Stoples yang telah berisi tanah diletakkan 20 serangga perangkap ulat *T. molitor*, untuk menjaga kelembaban tanah di dalam stoples ditambah air secukupnya. Selanjutnya stoples ditutup menggunakan kain kasa agar ulat *T. molitor* tidak keluar dari stoples, kemudian diinkubasikan selama 1 s.d 2 minggu di tempat gelap agar serangga perangkap bergerak aktif, sehingga mudah kontak dengan jamur entomopatogen yang berada di dalam sampel tanah tersebut.

Sampel jaringan ulat *T. molitor* yang terinfeksi dibersihkan dari partikel tanah dan dicelupkan beberapa saat ke dalam larutan clorox, alkohol, dan dibilas dengan aquadest steril, kemudian ditanam pada media Sabroud Dekstrose Agar Yeast (SDAY) dan diinkubasikan selama 5 s.d 7 hari. Jamur-jamur yang tumbuh pada media diisolasi dan diidentifikasi secara makroskopis dan mikroskopis. Jamur entomopatogen yang diperoleh ditularkan kembali (reinokulasi) pada serangga uji.

#### Skrening Isolat *M. anisopliae* yang diperoleh dari Lapangan

Kegiatan skrening terhadap *M. anisopliae* dilakukan dengan tujuan diperoleh isolat agen hayati baik *M. anisopliae* yang paling virulen terhadap larva uret. Percobaan ini dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu persiapan inokulum dan perbanyakkan inokulum. Isolat *M. anisopliae* yang digunakan dalam penelitian ini adalah koleksi Laboratorium Pengendalian Hayati Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember dan dari beberapa daerah di Jawa Timur. Antara lain : Isolat *M. anisopliae* yang berasal dari pertanaman tebu dari daerah Jombang, Kediri dan dari hasil eksplorasi tanah yang berpotensi terdapat cendawan di daerah Jember (Glantangan, Gayasan) dan Banyuwangi

#### Perbanyakkan Isolat *Metarhizium anisopliae*

Perbanyakkan isolat *M. anisopliae* dilakukan dengan menggunakan media padat jagung giling/beras. Perbanyakkan dilakukan dengan mempersiapkan media tumbuh. Penyiapan suspensi isolat dan inokulasi isolat pada media.

#### Persiapan Media Tumbuh,

Persiapan media tumbuh dilakukan dengan membersihkan jagung giling pada air dingin yang mengalir untuk menghilangkan kotoran-kotoran maupun benda asing lainnya, kemudian ditiriskan dan selanjutnya meletakkan pada panci, kemudian ditambah air dan minyak goreng sekitar 6 ml untuk tiap 50 gram masing-masing pada beras dan jagung, kemudian dicampur secara merata dan dipanaskan hingga seluruh airnya

terserap. Langkah selanjutnya yaitu memasukan media jagung giling/beras yang telah dimasak tersebut ke dalam kantong plastik tahan panas, kemudian di autoklaf pada suhu 121 °C tekanan 15 spi selama 40 menit. Media yang sudah diautoklaf selanjutnya didinginkan pada suhu kamar sebelum dilakukan inokulasi dengan jamur.

#### Penyiapan suspensi jamur *Metarhizium anisopliae* yang akan diinokulasikan pada media jagung/beras

Langkah pertama yaitu mengambil isolat koleksi Laboratorium yang telah di biakan pada media SDA Yeast dari biakan miring, kemudian menuangkan sebanyak 10 ml akuades steril ke dalam isolat jamur media agar miring, dengan menambahkan 1 tetes larutan tween dengan menggunakan pipet tetes untuk mempermudah konidia agar terlepas dari media, lalu menghomogenkan suspensi konidia tersebut dengan cara di vortex selama 3 menit, selanjutnya suspensi diteteskan pada haemocytometer dan dihitung jumlah konidianya dengan menggunakan rumus perhitungan spora.

Cara menghitung jumlah konidia jamur yaitu dengan langkah mengambil suspensi dengan pipet kemudian diteteskan pada bidang hitung haemocytometer dan ditutup dengan deck glass. Setelah itu diamati di bawah mikroskop pada perbesaran 1000 kali atau 400 kali. Perhitungan dilakukan dengan mengamati konidia yang terdapat dalam 5 kotak dari 25 kotak besar yang digunakan sebagai sampel dan mengulangi perhitungan tersebut sebanyak tiga kali, setelah diketahui banyaknya konidia pada kotak perhitungan tersebut, selanjutnya dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (BBPPTP, 1997):

$$S = \frac{L \text{ (mm}^2\text{)} \times t \text{ (mm)}}{d} \times X \times 10^3$$

S = jumlah konidia/ml, X = jumlah konidia yang dihitung, L = luas kotak hitung (0,04 x 5 = 0,2 mm<sup>2</sup>), t = kedalaman bidang hitung (0,1 mm), d = faktor pengenceran, 103 = volume suspensi yang diambil (1 ml = 103 mm)

#### Inokulasi suspensi *Metarhizium anisopliae* kedalam media jagung.

Inokulasi dilakukan dengan meletakkan media yang sudah dimasukkan dalam plastik ke dalam laminar, kemudian membuka kantong plastik yang berisi media padat didekat api bunsen, menuangkan suspensi jamur sebanyak 5 ml/50g, selanjutnya melipat plastik hingga bagian atas tertutup, selanjutnya di inkubasi pada suhu 25-26 °C.

#### Pelaksanaan Penelitian

##### Uji Patogenesitas isolat *Metarhizium anisopliae* untuk menentukan nilai LC<sub>50</sub> dan LT<sub>50</sub>.

Penentuan nilai LC<sub>50</sub> dan LT<sub>50</sub> dilakukan dengan mempersiapkan suspensi konidia *M. anisopliae* yang diperoleh dari biakan miring yang telah benar-benar virulen terhadap larva uret instar tiga. Pengujian dengan metode kontaminasi media dilakukan dengan cara mencampur biakan jamur dengan tanah sebagai media pemeliharaan larva uret, dari hasil perbanyakan pada media jagung. Isolat jamur *M. anisopliae* dipanen kemudian dibersihkan sehingga hanya terdapat bagian jamur saja, dan ditimbang sebanyak 5 gram kemudian dicampur dengan tanah dengan variasi konsentrasi yaitu 10<sup>8</sup>, 10<sup>7</sup>, 10<sup>6</sup>, konidia/gram. Pengamatan mortalitas larva uret dilakukan setiap tiga hari. Uji patogenesitas dilakukan untuk mengetahui nilai LC<sub>50</sub> dan LT<sub>50</sub>

#### Mortalitas Larva Uret

Pengujian mortalitas atau persentase kematian serangga uji adalah untuk mengetahui tingkat kematian larva uret yang di aplikasikan langsung dengan cendawan *M. anisopliae* yang dicampurkan dengan tanah, sehingga dapat diketahui tingkat kematian uret selamat perlakuan.

## HASIL

#### Hasil Metode Perangkap Cendawan *Metarhizium anisopliae*

Cendawan yang didapat dari hasil metode perangkap ulat *T. molitor* adalah isolat dari daerah Kec. Gayasan, Glantangan Kabupaten Jember, Kediri, Jombang, dan Banyuwangi gejala infeksi yang terjadi pada metode perangkap ini awal mula tubuh serangga keluar miselium berwarna putih selanjutnya berwarna hijau gelap hal ini merupakan hasil infeksi cendawan *M. anisopliae* (Gambar 6)

#### Hasil Skrining Isolat *Metarhizium anisopliae* yang diperoleh dari Lapang

Cendawan *M. anisopliae* dari hasil metode perangkap larva *Tenebrio molitor* berhasil diisolasi dari tanah, ditumbuhkan pada media SDA Yeast diantaranya isolat Jombang, Kediri, Banyuwangi dan Jember pada Kec. Glantangan, Gayasan. Pada hasil skrining dipilih isolat yang benar-benar baik pertumbuhannya serta dapat menginfeksi larva *T. molitor* dengan cepat terjadi pada isolat Jombang, Kediri dan Banyuwangi. Tiga isolat ini sangat baik dapat terlihat (gambar 7) pertumbuhannya sangat cepat.

#### Hasil Uji Patogenesitas Larva Uret di Laboratorium

Awal mula serangga mengalami mati kaku (Tambar 7.A) dengan bagian tubuh mengalami kekeringan, setelah lima hari dapat terlihat adanya miselium yang masih muda berwarna putih (gambar 7.B), perkembangan infeksi ini terjadi dipengarhi tingkat infeksi spora yang sangat baik, karena pada perlakuan ini mengambil langsung jamur pada media jagung yang merupakan media pertumbuhan yang sangat baik untuk cendawan *M. anisopliae*, pada media jagung banyak mengandung nutrisi sehingga pertumbuhan spora sangat baik, kondisi suhu dan kelembaban juga sangat mempengaruhi pertumbuhan jamur *M. anisopliae* terutama untuk pertumbuhan dan perkecambahan konidia serta patogenesitasnya (gambar 8)

#### Patogenesitas *M. anisopliae* terhadap larva *L. stigma* berdasarkan nilai Lethal Concentration (LC)<sub>50</sub>

Isolat Jombang dengan nilai 1,40x10<sup>6</sup> merupakan isolat yang paling baik memerlukan konsentrasi yang rendah untuk dapat menginfeksi uret sebanyak 50% sangat baik dibandingkan dengan isolat Banyuwangi dengan nilai 6,65 x 10<sup>6</sup> dan Kediri. 1,40x10<sup>6</sup> (Tabel 1)

#### Patogenesitas *M. anisopliae* terhadap larva *L. stigma* berdasarkan nilai Lethal Time (LT)<sub>50</sub>

Isolat Jombang merupakan patogen yang baik terhadap uret pada konsentrasi 10<sup>6</sup> dapat menginfeksi 50% uret selama 48 hari dan pada konsentrasi 10<sup>7</sup> menunjukkan nilai LT<sub>50</sub> paling rendah selama 28,619 hari beda halnya dengan isolat Banyuwangi yang dapat menunjukkan LT<sub>50</sub> pada konsentrasi 10<sup>7</sup> selama 42,735, sedangkan pada isolat Kediri pada konsentrasi 10<sup>7</sup> memerlukan waktu 52 hari (Tabel 2)

#### Mortalitas Larva Uret

Isolat memiliki tingkat virulensi yang baik, hal ini dapat dilihat pada mortalitas larva uret pada isolat Kediri perlakuan konsentrasi 10<sup>6</sup> menginfeksi sebesar 6,6 %, selama 33 hari,

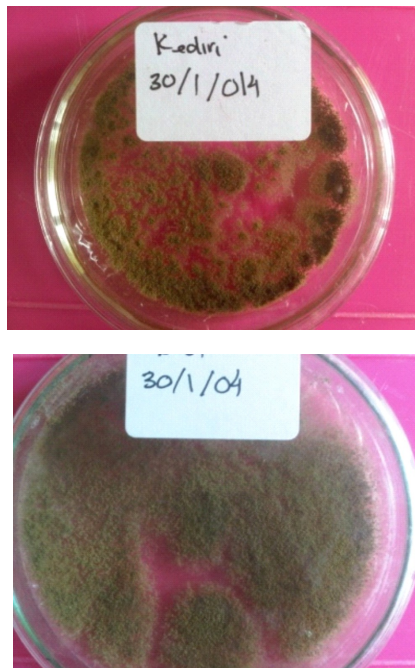
Jombang konsentrasi  $10^6$  menginfeksi 6,6% selama 30 hari dan isolat Banyuwangi konsentrasi  $10^6$  menginfeksi 6,6% selama 45 hari (Tabel 3)

### PEMBAHASAN

Cendawan yang didapat dari hasil metode perangkap ulat *T. molitor* adalah isolat dari daerah Kec. Gayasan, Glantangan Kabupaten Jember, Kediri, Jombang, dan Banyuwangi gejala infeksi yang terjadi pada metode perangkap ini awal mula tubuh serangga keluar miselium berwarna putih selanjutnya berwarna hijau gelap hal ini merupakan hasil infeksi cendawan *M. anisopliae*



Gambar 6. (a). Hasil Metode Perangkap *T. molitor* banyak yang mati dengan bagian larva kering, kaku dan sebagian sudah keluar hifa  
(b). *T. molitor* yang terserang cendawan *M. anisopliae* mulai mengeluarkan miselium yang merata



Gambar 7. (a). Cendawan *M. anisopliae* berumur 7 hari ditumbuhkan pada cawan petri dengan media SDAY dari Jombang  
(b). Cendawan *M. anisopliae* berumur 7 hari ditumbuhkan pada cawan petri dengan media SDAY dari Kediri  
(c). Cendawan *M. anisopliae* berumur 7 hari ditumbuhkan pada cawan petri dengan media SDAY dari Banyuwangi

Hasil skrining menunjukkan bahwa tidak ada korelasi yang kuat antara virulensi dengan sumber isolat. Daoust dan Roberts (1982) juga melaporkan bahwa tidak ada korelasi antara asal inang dan geografi dari isolat dengan virulensi isolat *M. anisopliae* terhadap larva *T. molitor* Selanjutnya Wang et al. (2004) juga melaporkan hal yang sama dimana virulensi *M. anisopliae* tidak berkaitan dengan asal isolat, adanya perbedaan virulensi dari beberapa isolat *M. anisopliae* yang diuji diduga disebabkan karena adanya perbedaan karakter genetik dan fisiologi antar isolat. Hasil penelitian Trizelia (2005) menunjukkan bahwa perbedaan virulensi antar isolat *M. Anisopliae* terhadap larva *T. molitor* disebabkan adanya perbedaan karakter fisiologi dan genetik dari isolat. Di samping adanya perbedaan karakter genetik, perbedaan virulensi antar isolat *M. anisopliae* terhadap larva *T. molitor* disebabkan adanya perbedaan karakter fisiologi seperti daya kecambah konidia. Hasil pengamatan (gambar 8) terhadap daya kecambah konidia dari masing-masing isolat menunjukkan bahwa isolat yang virulen mempunyai daya kecambah konidia yang lebih tinggi. Hal yang sama juga dilaporkan oleh Daoust dan Roberts (1982) yang mengemukakan bahwa adanya perbedaan virulensi antar isolat *M. anisopliae* terhadap larva *T. molitor* disebabkan oleh adanya perbedaan daya kecambah konidia dari masing-masing isolat, isolat yang virulen memiliki daya kecambah konidia yang lebih tinggi daripada isolat yang avirulen. Selanjutnya Geden et al. (1995) juga mengemukakan bahwa adanya perbedaan virulensi isolat *M. anisopliae* terhadap *T. molitor* disebabkan oleh adanya perbedaan kemampuan daya kecambah konidia dari masing-masing isolat dan daya kecambah konidia merupakan salah satu faktor penentu virulensi.

Selain faktor daya kecambah konidia, kemampuan sporulasi juga dapat digunakan sebagai indikator isolat. Isolat yang virulen

memiliki kemampuan sporulasi yang lebih baik dibandingkan dengan isolat yang avirulen. Hasil penelitian yang telah dilaporkan oleh beberapa peneliti lain menunjukkan bahwa isolat yang virulen mempunyai kemampuan sporulasi yang lebih tinggi dari pada isolat yang avirulen (Devi et al. 2003). Perbedaan virulensi antar isolat juga dapat disebabkan oleh adanya perbedaan karakteristik pertumbuhan isolat. Isolat yang virulen memiliki pertumbuhan yang lebih padat, lebih tebal dan menghasilkan konidia yang lebih banyak sehingga lebih mudah dipanen dari permukaan media. Geden et al. (1995) mengemukakan bahwa isolat *M. anisopliae* yang virulen terhadap *T. molitor* memiliki pertumbuhan yang lebih cepat, miseliumnya lebih padat dan konidia yang dihasilkan lebih tinggi. Isolat yang avirulen tumbuh lebih lambat, sering terkontaminasi oleh bakteri, pertumbuhan miselia lebih tipis dan jumlah konidia yang dihasilkan lebih rendah.

Isolat paling virulen dari beberapa daerah adalah cendawan yang berasal dari Jombang, Kediri, dan Banyuwangi, tiga cendawan ini mampu menginfeksi *L. stigma* instar tiga, larva yang terinfeksi jamur *M. anisopliae* menunjukkan gejala mati kaku, selanjutnya berkembang miselium berwarna putih muncul dari permukaan kutikula, dan akhir dari infeksi terjadi perubahan warna larva *L. stigma* menjadi hijau gelap. Gejala tersebut adalah bentuk khas dari infeksi jamur *M. anisopliae* yaitu green muscardine (Butt et al., 2001).

Usaha-usaha yang dapat dilakukan untuk menjaga virulensi jamur *M. anisopliae* agar tetap tinggi untuk menginfeksi larva uret adalah dengan menginfeksi kembali (reinfestation) jamur tersebut pada inang aslinya.

Penelitian ini menggunakan metode kontaminasi media menggunakan konsentrasi  $10^6$ ,  $10^7$  dan,  $10^8$ . Pengujian isolat *M. anisopliae* dengan metode kontaminasi media dilakukan dengan cara mencampur jamur *M. anisopliae* dengan tanah sebagai media pemeliharaan larva uret, isolat jamur *M. anisopliae* dipanen dari media jagung giling kemudian dicampur tanah pada variasi konsentrasi  $10^8$ ,  $10^7$ ,  $10^6$  konidia/gram untuk metode kontaminasi media dengan isolat *M. anisopliae* dari beberapa daerah Jombang, Kediri dan Banyuwangi.

Hasil peneliti sebelumnya menyebutkan bahwa aplikasi jamur *M. anisopliae* untuk pengendalian uret adalah dengan cara penaburan konidia dalam formulasi tepung (Fujie dan Yokoyama, 1996). dan granular (Milner et al., 2003). Hasil penelitian Harjaka, (2010) juga menyebutkan bahwa jamur *M. anisopliae* dapat menjadi kontaminan tanah yang digunakan untuk pemeliharaan larva *L. stigma* sehingga terjadi infeksi.



Gambar 8. (a). Uret yang terserang jamur *M. anisopliae* menunjukkan gejala mati kaku, belum terjadi perkembangan miselium.  
(b). Uret yang terserang jamur *M. anisopliae* menunjukkan berkembang miselium berwarna putih muncul dari permukaan kutikula.

Awal mula serangga mengalami mati kaku (gambar 7.A) dengan bagian tubuh mengalami kekeringan, setelah lima hari dapat terlihat adanya miselium yang masih muda berwarna putih (gambar 7.B), perkembangan infeksi ini terjadi dipengaruhi tingkat infeksi spora yang sangat baik, karena pada perlakuan ini mengambil langsung jamur pada media jagung yang merupakan media pertumbuhan yang sangat baik untuk cendawan *M. anisopliae*, pada media jagung banyak mengandung nutrisi sehingga pertumbuhan spora sangat baik, kondisi suhu dan kelembaban juga sangat mempengaruhi pertumbuhan jamur *M. anisopliae* terutama untuk pertumbuhan dan perkecambah konidia serta patogenesitasnya, selain itu perkembangan konidia jamur *M. anisopliae* dapat terhambat apabila terkena sinar matahari secara langsung, konidia tidak akan mampu berkecambah apabila terkena sinar matahari langsung selama satu minggu, sedangkan konidia yang terlindung dari sinar matahari mempunyai viabilitas yang tinggi meskipun disimpan lebih dari tiga minggu (Storey dan Garner, 1988), Pada suhu  $8^{\circ}\text{C}$  konidia yang disimpan pada kondisi gelap selama 3-5 hari mampu berkecambah 90%, sedangkan pada keadaan terang hanya 50% (Clerk dan Madelin dalam Wiryadiputra, 1985). Batasan suhu untuk pertumbuhan jamur antara  $25-35^{\circ}\text{C}$ , pertumbuhan optimal terjadi pada suhu  $23-25^{\circ}\text{C}$ .

Tabel 1. Patogenesitas *M. anisopliae* terhadap larva *L. stigma* berdasarkan nilai Lethal Concentration (LC)<sub>50</sub>

| Lokasi Isolat | Waktu Pengamatan | LC50               |                    |
|---------------|------------------|--------------------|--------------------|
| Banyuwangi    | 45 hst           | $6,65 \times 10^6$ |                    |
|               | Jombang          | 30 hst             | $1,01 \times 10^7$ |
|               |                  | 33 hst             | $6,47 \times 10^6$ |
|               |                  | 36 hst             | $4,76 \times 10^6$ |
|               |                  | 39 hst             | $2,99 \times 10^6$ |
|               | 42 hst           | $2,17 \times 10^6$ |                    |
|               | 45 hst           | $1,40 \times 10^6$ |                    |
| Kediri        | 36 hst           | $5,99 \times 10^8$ |                    |
|               | 39 hst           | $7,28 \times 10^7$ |                    |
|               |                  |                    |                    |
|               |                  |                    |                    |
|               |                  |                    |                    |

Tingkat konsentrasi jamur *M. anisopliae* isolat Banyuwangi untuk menginfeksi *L. stigma* memerlukan konsentrasi  $6,65 \times 10^6$  konidia/gram tercapai pada hari ke 45

lebih tinggi dibanding pada isolat asal Jombang  $1,40 \times 10^6$  konidia/gram tercapai pada hari ke 45 sedangkan pada isolat asal Kediri memerlukan konsentrasi  $1,67 \times 10^7$  konidia/gram tercapai pada hari ke 45 isolat ini lebih tinggi dibandingkan kedua isolat lainnya, hal ini menunjukkan bahwa isolat Jombang hanya memerlukan konsentrasi yang rendah untuk dapat menginfeksi uret sebanyak 50% sangat baik dari Banyuwangi dan Kediri.

semakin rendahnya nilai  $LC_{50}$  menunjukkan bahwa isolat ini memerlukan konsentrasi spora yang rendah, berarti spora pada isolat Jombang sangat virulen terhadap larva uret.

Pada pertumbuhan koloni *M. anisopliae* dari Jombang sangat cepat dibandingkan dengan isolat Banyuwangi dan Kediri, dalam hal ini dapat dilihat bahwa isolat asal Jombang merupakan isolat terbaik

Tabel 2. Patogenesitas *M. anisopliae* terhadap larva *L. stigma* berdasarkan nilai Lethal Time ( $LT_{50}$ )

| Lokasi isolat | Konsentrasi | $LT_{50}$ (Hari) |
|---------------|-------------|------------------|
| Banyuwangi :  | $10^7$      | 42,735           |
|               | $10^8$      | 34,084           |
| Jombang :     | $10^6$      | 48,602           |
|               | $10^7$      | 28,619           |
|               | $10^8$      | 31,578           |
| Kediri :      | $10^7$      | 52,008           |
|               | $10^8$      | 38,440           |

Pada tabel 2 sangat jelas isolat Jombang merupakan patogen yang baik terhadap uret pada konsentrasi  $10^6$  dapat menginfeksi 50% uret selama 48 hari, hal ini dikuatkan dengan terjadinya infeksi pada konsentrasi  $10^7$  menunjukkan nilai  $LT_{50}$  paling rendah selama 28,619 atau 29 hari beda halnya dengan isolat Banyuwangi yang dapat menunjukkan  $LT_{50}$  pada konsentrasi  $10^7$  selama 42,735 atau 43 hari, sedangkan pada isolat Kediri pada konsentrasi  $10^7$  memerlukan waktu 52 hari, dan untuk konsentrasi  $10^8$  pada semua isolat terjadi pada kisaran 30 hari lebih.

Banyuwangi 34 hari, Jombang 31 hari dan Kediri 38 hari, tidak terjadi perubahan signifikan terhadap pengaruh  $LT_{50}$  ini sangat jelas bahwa hanya isolat Jombang merupakan isolat yang paling virulen untuk menginfeksi uret, hal ini terjadi karena semakin kecil nilai  $LT_{50}$  maka waktu yang dibutuhkan semakin sedikit bagi spora jamur untuk menginfeksi larva uret, hal tersebut terjadi karena spora yang menempel pada integumen inang harus berkecambah terlebih dahulu.

Prayogo et al. (2005) menyatakan hifa dari spora *M. anisopliae* masuk ke rongga dalam tubuh inang karena bantuan enzim dan tekanan mekanik, seluruh tubuh serangga inang penuh dengan propagul dan bagian yang lunak dari tubuhnya akan ditembus keluar dan menampakan pertumbuhan hifa di luar tubuh serangga inang.

Pertumbuhan hifa eksternal akan menghasilkan konidia, bila telah masak akan disebarkan ke lingkungan dan menginfeksi serangga hama yang sehat. Pada penelitian ini dapat dilihat ketika serangga inang yang mati terinfeksi *M. anisopliae* gejala tidak mau makan, pergerakan lambat, lalu mati kaku, dari tubuh uret

yang kaku dan kering tadi muncul hifa jamur berwarna putih kehijauan.

Selama proses inokulasi spora jamur, kelembaban di dalam lemari pemeliharaan serangga uji di atas 90% dan suhu ruangan diatur agar berkisar 23-25°C. Hal ini dilakukan untuk mencegah kegagalan spora berkecambah. Bidochka et al. (2000) menyatakan untuk perkecambahan spora jamur entomopatogen membutuhkan suhu optimum berkisar 22-27°C, kelembaban optimum di atas 90% dan pada kelembaban yang semakin tinggi jamur semakin virulensi. Virulensi jamur ini akan semakin menurun dengan semakin menurunnya kelembaban udara. Pada kelembaban udara yang lebih rendah dari 86%, virulensi jamur akan terus menurun.

Jamur entomopatogen ini membutuhkan waktu untuk mematikan serangga inangnya. Hal ini disebabkan konidia jamur yang menempel pada kutikula harus berkecambah membentuk hifa terlebih dahulu agar dapat menembus kutikula. Hifa mengeluarkan enzim-enzim kitinase dan protease yang dapat menghancurkan kutikula pada integumen, selanjutnya hifa masuk ke dalam tubuh inang (Wahyudi, 2002). Di dalam rongga tubuh inang jamur menghasilkan beauvericin dan bassianolid yang dapat melemahkan sistem kekebalan tubuh inang (Hajek dan Leger, 1994).

Pengujian selain dari tingginya konsentrasi dan lamanya waktu pengujian, tidak semua isolat dapat menginfeksi uret instar tiga dengan sempurna, hal ini terjadi karena adanya perbedaan patogenesitas isolat dari beberapa daerah rizosfir yang berbeda, diduga karena adanya senyawa tertentu yang dikeluarkan dari akar tanaman disekitar tanah yang kita ambil, selain dari faktor akar tanaman yang berbeda, adanya perbedaan patogenesitas antar isolat diduga disebabkan perbedaan karakter fisiologi antar isolat, diantaranya jumlah konidia yang dihasilkan dan daya kecambah konidia masing-masing isolat.

Tabel 3. Perbandingan Mortalitas (%) larva uret pada tiga asal isolat dan tiga perlakuan konsentrasi

| Inku basi (hari) | Mortalitas Isolat Banyuwangi (%) |        |        | Mortalitas Isolat Jombang (%) |        |        | Mortalitas Isolat Kediri (%) |        |        |
|------------------|----------------------------------|--------|--------|-------------------------------|--------|--------|------------------------------|--------|--------|
|                  | $10^8$                           | $10^7$ | $10^6$ | $10^8$                        | $10^7$ | $10^6$ | $10^8$                       | $10^7$ | $10^6$ |
| 21               | 6.667                            | 6.667  | 0      | 20.00                         | 13.33  | 0      | 0                            | 0      | 0      |
| 24               | 13.33                            | 6.667  | 0      | 40.00                         | 20.00  | 0      | 0                            | 0      | 0      |
| 27               | 20.00                            | 13.33  | 0      | 93.33                         | 33.33  | 0      | 6.667                        | 0      | 0      |
| 30               | 26.67                            | 13.33  | 0      | 100.00                        | 40.00  | 6.667  | 20.00                        | 13.33  | 0      |
| 33               | 26.67                            | 26.67  | 0      | 100.00                        | 53.33  | 13.33  | 26.67                        | 20.00  | 6.667  |
| 36               | 46.67                            | 33.33  | 0      | 100.00                        | 60.00  | 20.00  | 33.33                        | 20.00  | 6.667  |
| 39               | 66.67                            | 40.00  | 0      | 100.00                        | 73.33  | 26.67  | 53.33                        | 26.67  | 6.667  |
| 42               | 86.67                            | 46.67  | 0      | 100.00                        | 80.00  | 33.33  | 66.67                        | 33.33  | 13.33  |
| 45               | 100                              | 60.00  | 6.67   | 100.00                        | 93.33  | 40.00  | 73.33                        | 40.00  | 20.00  |

Berdasarkan gambar 8 dapat dilihat bahwa nilai mortalitas larva uret semakin meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi dan lama perlakuan hal ini menunjukkan bahwa isolat tersebut virulen mengendalikn larva uret, akan tetapi tidak

semua isolat memiliki tingkat virulensi yang baik, hal ini dapat dilihat pada mortalitas larva uret pada isolat Kediri perlakuan konsentrasi  $10^6$  dapat menginfeksi sebesar 6,6 %, selama 33 hari, Jombang konsentrasi  $10^6$  dapat menginfeksi 6,6% selama 30 hari dan isolat Banyuwangi konsentrasi  $10^6$  dapat menginfeksi 6,6% selama 45 hari dari perbandingan mortalitas ini sangat jelas isolat asal Jombang memiliki mortalitas yang tinggi dibandingkan dengan isolat Banyuwangi dan Kediri.

Faktor penyebab lebih rendahnya infektivitas jamur *M. anisopliae* adalah biologi jamur dan biologi *L. stigma*. Jamur *M. anisopliae* lebih dikenal sebagai jamur yang berhabitat di tanah (soil fungi) sehingga lebih mapan jika diaplikasikan dalam bentuk konidia dalam tanah dan bisa bertahan dengan struktur bertahannya, ketika dibuat suspensi dalam air konidia segera berkecambah dan kalau tidak segera terjadi kontak dengan kutikula inang, maka akan tidak berkembang dan tidak efektif.

Ferron, 1985 dalam Pracaya, 2004 menggolongkan empat tahapan etiologi penyakit serangga yang disebabkan oleh cendawan. Tahap pertama adalah inokulasi, yaitu kontak antara propagul cendawan dengan tubuh serangga. Propagul cendawan *M. anisopliae* berupa konidia karena merupakan cendawan yang berkembangbiak secara tidak sempurna, dalam proses ini senyawa mukopolisakarida memegang peranan penting.

Tahap kedua adalah proses penempelan perkecambahan propagul cendawan pada integumen serangga, kelembaban udara yang tinggi bahkan kadang-kadang air diperlukan untuk perkecambahan propagul cendawan. Pada tahap ini, cendawan dapat memanfaatkan senyawa-senyawa yang terdapat pada integumen. Tahap ketiga yaitu penetrasi dan invasi. Dalam melakukan penetrasi menembus integumen, cendawan membentuk tabung kecambah (appresorium). Dalam hal ini titik penetrasi sangat dipengaruhi oleh konfigurasi morfologi integumen, penembusan dilakukan secara mekanis atau kimiawi dengan mengeluarkan enzim dan toksin.

Tahap keempat yaitu destruksi pada titik penetrasi dan terbentuknya blastospora yang kemudian beredar ke dalam hemolimfa dan membentuk hifa sekunder untuk menyerang jaringan lainnya. Pada umumnya serangga sudah mati sebelum proliferasi blastospora. Enam senyawa enzim dikeluarkan oleh *M. anisopliae*, yaitu lipase, kithinase, amilase, proteinase, pospatase, dan esterase. Serangga juga mengembangkan sistem pertahanan diri dengan cara fagositosis atau enkapsulasi dengan membentuk granuloma.

Kematian larva larva uret terjadi karena konidia cendawan *M. anisopliae* mengandung destruxin A (C29H47O7N5), destruxin B (C25H42O6N4), destruxin C,D,E dan dipertimbangkan sebagai bahan aktif insektisida generasi baru). Mittler, 1994 dalam Widiyanti et al., 2004 lebih lanjut menyatakan bahwa efek destruxin berpengaruh pada organella sel target (mitokondria, endoplasmik retikulum endoplasma dan membran inti), menyebabkan paralisis sel dan berubahnya fungsi midgut, tebus maphigi dan jaringan otot. Dijelaskan pula, destruxin yang dihasilkan oleh *M. anisopliae* toksisitasnya berbeda tergantung dari jenis larva serangga.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa cendawan *M. anisopliae* isolat asal Jombang, Kediri dan Banyuwangi, patogenik terhadap larva uret dan isolat dari Jombang merupakan cendawan paling efektif pada nilai  $LC_{50}$  adalah  $1,40 \times 10^6$  konidia/gram, sedangkan nilai  $LT_{50}$  adalah 28,619 hari. Hal

ini menunjukkan bahwa semakin kecil nilai  $LT_{50}$  dan  $LC_{50}$  maka makin efektif isolat tersebut.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan banyak terimakasih kepada semua Bapak dan Ibu dosen Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan yang telah memberikan sumbangsih dalam hal akademik dan Nanang Tri Haryadi, SP., MSc. Ir.Saifuddin Hasjim, MP yang telah memberikan semangat serta motifasi dalam membimbing selama penelitian serta semua pihak yang telah mendukung terselesainya penelitian yang dilakukan oleh penulis.

## DAFTAR PUSTAKA

- Melolonthidae di tanah Tegal Kalasan dan Boyolali*. Yogyakarta: Laboratorium Entomologi Fakultas Ananda, Kuswari, Rasdiman dan Rosyid. 1975. *Identifikasi macam-macam Uret dari Familia Rotilidae dan Pertanian Universitas Gadjah Mada*. Yogyakarta. 28 hal.
- Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan Surabaya. 1997. *Modul Quality Control (QC) APH Golongan Jamur*. Tim QC APH.
- Barnett, H.L. and B.B. Hunter. 1998. *Illustrated marga of imperfect fungi*. 4th ed. USA: Prentice-Hall, Inc.
- Barnett, H.L. 1955. *Illustrated marga of imperfect fungi*. 2nd ed. Minneapolis: Burgess Publishing Company.
- Bidochka, M.J., A.M. Kamp & J.N.A. Decroos. 2000. *Insect pathogenic fungi: from genes to populations*. Fungal Pathol. 42:171-193.
- Butt, T.M., C. Jackson dan N. Magan. 2001. *Fungi as Biocontrol Agents*. CABI Publishing.
- Ditjenbun. 2011. *Kegiatan 2013 Untuk Terwujudnya Swasembada Gula Tahun 2014*. Disampaikan pada Musrenbangtan Tahun 2012 Tanggal 23-24 Mei 2012
- Fujie, A. dan A. Yokoyama. 1996. *Improvement and Use of Metarhizium anisopliae for Controlling Anomala cuprea*. Proceeding of the International Symposium on The Use of Biological Control Agents under Integrated Pest Management. Pp : 61-69
- Gandjar, I., R.A. Samson, K. van den Tweel-Vermeulen, A. Oetari and I. Santoso. 999. *Pengenalan kapang tropik umum*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Hajek, A.E. & R.J.S. Leger. 1994. Interaction between fungal pathogenic and insect host. Ann. Rev. Entomol. 39:293-322.
- Harjaka, T. 2010. Susceptibility of *Lepidiota stigma* (F.) (Coleoptera: Scarabaeidae) to *Metarhizium anisopliae* (Metch.) (Hypocreales: Clavicipitaceae).

- Proceeding International Conference on Food Safety & Food Security. Fakultas pertanian, Universitas Gadjah Mada.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. *Pest of Crops in Indonesia*. Revised by van Deer Laan. PT Ichtiar Baru-Van Hoeve. Jakarta. 701 hal.
- Kurnia D. 1998. *Efektifitas Beauveria bassiana (Balsamo) Vuillemin dan Metarhizium anisopliae (Metcnikoff) Sorokin Serta Kombinasi Keduanya terhadap Larva Spodoptera litura F (Lepidoptera:Noctuidae)* [skripsi]. Padang: Universitas Andalas.
- Matsumura, F.1976. *Toxicology of Insecticides*. Pp 503. New York and London: Plenum Press
- Milner, R.J., P. Samson dan R. Morton. 2003. *Persistence of Conidia of Metarhizium anisopliae in Sugarcane Fields: Effect of isolate and formulation on persistence over 3.5 years*. *Biocontrol Science and Technology*, 13 : 507-516
- Pracaya, 2004. *Biological Control of Termites by the Fungul Entomopathogen Metarhizium anisopliae*. [en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org). 18 Mei 2014.
- Prayogo, Y., W. Tengkan & Marwoto. 2005. *Prospek cendawan entomopatogen Metarhizium anisopliae untuk mengendalikan ulat grayak Spodoptera litura pada kedelai*. *J. Litbang. Pertanian* 24:19-26.
- Priatno, 1987. *Penerapan Konsepsi Pengendalian Terpadu dalam menanggulangi uret L stigma (P) di pertanaman Kakao*. Jember: Balai Penelitian Perkebunan Jember Hal 598-601.
- Storey GK, Gardner WA. 1988. *Movement of an aqueous spray of Beauveria bassiana in to the profile of four Georgia soils*. *Environ Entomol* 17(1):145- 139.
- Tanada Y, Kaya HK. 1993. *Insect Pathology*. Sandiango: Academic Press, INC. Harcourt Brace Jovanovich Publisher.
- Thomas B Matthew. 2007. *Infection by fungal entomopathogens*. Available at: [http://www.nature.com/info/copyright\\_statement.html](http://www.nature.com/info/copyright_statement.html). di akses tanggal 09 Januari 2009.
- Trizelia, 2005. *Cendawan Entomopatogen Metharizium anisopliae (Bals.) Vuill. (Deuteromycotina:Hyphomycetes): Keragaman Genetik, Karakterisasi Fisiologi, dan Virulensinya terhadap Crocidolomia pavonana (F.) (Lepidoptera:Pyralidae)*. Disertasi. Tidak dipublikasikan. Bogor:Institut Pertanian Bogor.
- Wahyono ET, 2006. *Pemanfaatan Jamur Entomopatogen Serangga Dalam Penanggulangan Helopeltis antonii dan Akibat Serangannya Pada Tanaman Jambu Mente*. *Buletin Teknik Pertanian*. 11 (1): 17-22.
- Wahyuni 1993. *Morfologi dan Fisiologi Isolat Cendawan Metarhizium spp.54* [skripsi]. Padang: Universitas Andalas.
- Wahyudi, P. 2002. *Uji patogenitas kapang entomopatogen Beauveria bassiana Vuill. terhadap ulat grayak (Spodoptera litura)*. *Biosfera*. 19:1-5.
- Widiyanti, N. dan S. Muyadihardja, 2004. *Uji Toksisitas Jamur Metarhizium anisopliae Terhadap Nyamuk Aedes aegypti*. [www.litbang.depkes.go.id](http://www.litbang.depkes.go.id). Hal 25 – 30. 19 April 2014.
- Wiriadmojo. 1970. *Hama Tebu. Himpunan Diktat Kursus Tanaman*. Balai Penelitian Perusahaan Perkebunan Gula. Pasuruan.
- Wiriadmojo, Boedijono, 1979. *Beberapa Masalah yang dihadapi dalam Pemberantasan Uret pada Tanaman Tebu*. *Buletin BP3G*. Hal: 1-13.
- Wiryadiputra S. 1994. *Prospek dan kendala pengembangan cendawan entomopatogen Beauveria bassiana untuk pengendalian hayati hama pengerek buah kopi Hypothenemus hampei*. *Pelita Perkebunan* 10 (3): 92-99.
- William, J. R. 1969. *Pest of Sugarcane*. Elsevier Publising Co. Hal 238-260.
- Wulandari VW. 2010. *Karakterisasi Morfologi dan Fisiologi Isolat Cendawan Metarhizium spp.* [skripsi]. Padang: Universitas Andalas.