

**VIRULENSI BEBERAPA ISOLAT *Metarhizium anisopliae* TERHADAP
WALANG SANGIT (*Leptocorisa oratorius* F.) DI LABORATORIUM**

(Skripsi)

Oleh

Panji Perwira



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG**

2015

ABSTRAK

VIRULENSI BEBERAPA ISOLAT *METARHIZIUM ANISOPLIAE* TERHADAP WALANG SANGIT (*Leptocorisa oratorius* F.) di LABORATORIUM

Oleh

Panji Perwira

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pertumbuhan, viabilitas serta kerapatan dari beberapa isolat *Metarhizium anisopliae* dan mempelajari pengaruh aplikasi *Metarhizium anisopliae* terhadap mortalitas *Leptocorisa oratorius* F. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hama Tumbuhan dan Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Bidang Proteksi Tanaman Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada akhir tahun 2013 (Tahap I) dan dilanjutkan pada awal tahun 2015 (Tahap II). Hasil Penelitian menunjukkan bahwa : Tidak terdapat perbedaan viabilitas spora *M. anisopliae* yang nyata antar 5 isolat asal Tegineneng, Trimurjo, Gadingrejo, Bantul dan UGM; Kerapatan isolat asal UGM adalah $2,31 \times 10^9$ spora/ml, lebih tinggi dibandingkan dengan isolat asal Gadingrejo, Bantul, Tegineneng dan Trimurjo; Isolat *M. anisopliae* asal Tegineneng mampu membunuh walang sangit (*Leptocorisa oratorius* F.) hingga 44,67%. Isolat lain memiliki kemampuan lebih rendah dibandingkan isolat asal Tegineneng.

Kata Kunci : Diameter koloni, Kerapatan spora, *Metarhizium anisopliae*, Viabilitas spora, Virulensi, Walang Sangit (*Leptocorisa oratorius*).

**VIRULENSI BEBERAPA ISOLAT *Metarhizium anisopliae* TERHADAP
WALANG SANGIT (*Leptocorisa oratorius* F.) DI LABORATORIUM**

Oleh

PANJI PERWIRA

Skripsi

sebagai Salah Satu Syarat Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN

pada

**Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2015**

Judul Skripsi : **VIRULENSI BEBERAPA ISOLAT
Metarhizium anisopliae TERHADAP
WALANG SANGIT (*Leptocorisa
oratorius* F.) DI LABORATORIUM**

Nama Mahasiswa : **Panji Perwira**

Nomor Pokok Mahasiswa : 0914013138

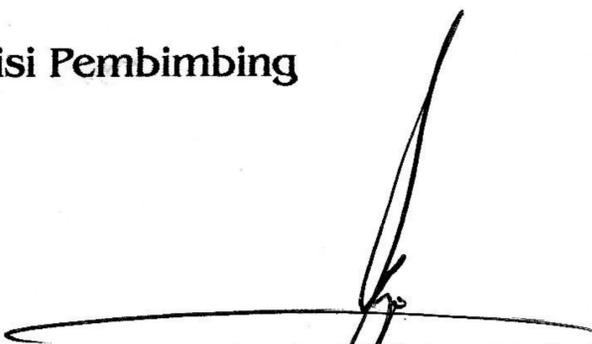
Program Studi : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


Prof. Dr. Ir. Purnomo, M.S.
NIP 196406131987031002


Ir. Solikhin, M.P.
NIP 196209071989031002

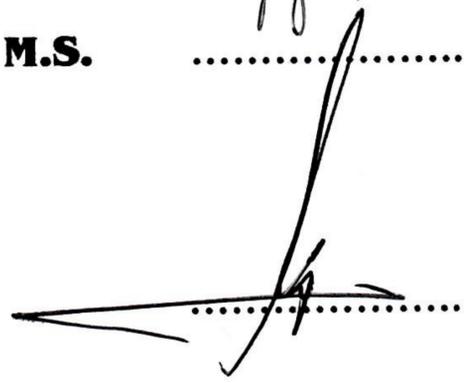
2. Ketua Jurusan Agroteknologi

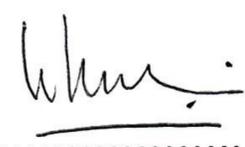

Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP 196411181989021002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Prof. Dr. Ir. Purnomo, M.S.** 

Sekretaris/Anggota : **Ir. Solikhin, M.P.** 

Penguji
Bukan Pembimbing : **Ir. Lestari Wibowo, M.P.** 

2. Dekan Fakultas Pertanian




Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 23 Desember 2015

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul : **“VIRULENSI BEBERAPA ISOLAT *Metarhizium anisopliae* TERHADAP WALANG SANGIT (*Leptocorisa oratorius* F.) DI LABORATORIUM”** merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 23 Desember 2015

Penulis,



Panji Perwira
NPM 0914013138

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Rawamangun Jatinegara Jakarta Timur, pada tanggal 01 September 1991 dan penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara pasangan Alm. Eddy Sudirman dan Mace Mutiara. Pada tahun 2002 penulis menyelesaikan pendidikan di SD Negeri 1 Sukamenanti Bandar Lampung, tahun 2006 di SMP Negeri 10 Bandar Lampung, dan tahun 2009 di SMA YP UNILA Bandar Lampung. Pada tahun 2009 penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri.

Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata di Desa Panggung Jaya Kecamatan Rawa Jitu Utara Kabupaten Mesuji pada bulan Agustus–September 2012. Penulis juga melaksanakan Praktik Umum di PT. Great Giant Pineapple, Lampung Tengah, Lampung pada bulan Januari-Februari 2012.

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi anggota Bidang Eksternal Persatuan Mahasiswa Agroteknologi (PERMA AGT) Fakultas Pertanian Universitas Lampung periode 2010–2011. Penulis juga pernah menjadi Staf Kesejahteraan Mahasiswa Badan Eksekutif Mahasiswa Universitas Lampung (BEM-U) periode 2012–2013. Penulis juga pernah menjadi Asisten Dosen dalam praktikum mata kuliah Dasar-Dasar Budidaya Tanaman, Fisiologi Tumbuhan, Landscape, Produksi Tanaman Buah dan Produksi Tanaman Sayuran.

PERSEMBAHAN

Segala puji syukur milik Allah SWT, Tuhan Semesta Alam.

Dengan segala kerendahan hati ku persembahkan skripsi ini kepada

Kedua orangtua ku tercinta,

yang tak pernah berhenti mendoakan ku untuk menjadi orang yang berguna.

Kakak-kakak serta adikku tersayang,

yang selalu memberikan dorongan semangat untuk keberhasilanku,

serta seluruh keluarga tersayang yang tidak pernah berhenti menyemangati

maupun menasihati.

*“Jangan Patah Semangat Walau Apapun Yang Terjadi. Jika Menyerah, Habislah
Sudah”*

SANWACANA

Alhamdulillah. Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Virulensi Beberapa Isolat *Metarhizium anisopliae* terhadap Walang Sangit (*Leptocorisa oratorius* F.)”, sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Pertanian pada Jurusan Agroteknologi Universitas Lampung. Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan dapat terselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Purnomo, M.S., selaku Pembimbing Utama atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, nasihat, kritik, dan saran yang membangun kepada penulis selama pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi;
2. Bapak Ir. Solikhin, M.P., selaku Pembimbing Kedua atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, nasihat, kritik, dan saran yang diberikan kepada penulis dalam proses penyelesaian skripsi;
3. Ibu Ir. Lestari Wibowo, M.P., selaku Pembahas atas segala kritik dan saran yang membangun dalam proses penyelesaian skripsi;
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;

5. Bapak Dr. Ir.Kuswanta F. Hidayat, M.P., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi, untuk bimbingan dan pengarahan yang diberikan selama penulis menjadi Mahasiswa di Universitas Lampung;
6. Bapak Ir. Sunyoto, M.Agr., selaku Pembimbing Akademik yang telah menjadi orang tua kedua bagi penulis selama menjadi mahasiswa dan bersedia membimbing dengan penuh kesabaran;
7. Kedua orangtua, kakak-kakakku Tara Rizki Amalia, Amd. dan Tari Dewi Amalia S. Kom. untuk kasih sayang, dukungan, dan doa yang diberikan kepada penulis;
8. Teman-teman AGT'09 yang selalu menemani dalam suka dan duka, Oktoriadi, S.P., Saede Nerotama, S.P., Dharma Mahardika, S.P., Ahmad Fajar Apriyaldi, S.P., Anggita Cheriany Tanjungan, S.P., Angga Sukowardana, S.P., Reza Utama Saputra, S.P., Rizki Amelia, S.P., dan teman semua yang tidak bisa disebutkan satu per satu;
9. Mas Iwan dan Mbak Uum selaku staf Hama dan Penyakit Tanaman serta seluruh pihak yang membantu penulis selama melaksanakan penelitian.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Bandar Lampung, Desember 2016

Penulis

Panji Perwira

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
I. PENDAHULUAN.	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah.	1
1.2 Tujuan Penelitian.	3
1.3 Kerangka Pemikiran.	3
1.4 Hipotesis.	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.	6
2.1 Tanaman Padi (<i>Oryza sativa</i> L.).	6
2.2 Hama Walang Sangit.	7
2.3 Pengendalian Hayati.	9
III. BAHAN DAN METODE.	13
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.	13
3.2 Bahan dan Alat.	13
3.3 Metode Penelitian.	14
3.4 Pelaksanaan Penelitian.	14
3.4.1 <i>Penyiapan Serangga Leptocorisa oratorius</i> F.	14
3.4.2 <i>Pembuatan Media Sabouraud Dextrose Agar (SDA).</i> ...	15
3.4.3 <i>Penyiapan Isolat M. anisopliae.</i>	15
3.4.4 <i>Pengukuran Diameter Koloni Cendawan.</i>	16
3.4.5 <i>Pengujian Kerapatan konidia M. anisopliae.</i>	16

3.4.6 Pengujian viabilitas <i>Metarhizium anisopliae</i>	17
3.4.7 Pengujian Virulensi Entomopatogen.	18
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
4.1 Hasil Penelitian.	20
4.1.1 Hasil Pengujian Pertumbuhan Diameter Koloni Cendawan.	20
4.1.2 Hasil Pengujian Tingkat Kerapatan.	22
4.1.3 Hasil Pengujian Viabilitas Spora.	23
4.1.4 Hasil Pengujian Virulensi <i>M. anisopliae</i>	24
4.1.5 Hubungan antara Diameter, Kerapatan, Viabilitas dan Persentase Kematian Serangga <i>L. oratorius</i>	25
4.2 Pembahasan.	27
V. KESIMPULAN DAN SARAN.	31
5.1 Kesimpulan.	31
5.2 Saran.	31
PUSTAKA ACUAN	32
LAMPIRAN Tabel 5-23	34-42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Cendawan <i>M. anisopliae</i> asal Bantul.	20
2. Kerapatan spora isolat asal UGM.	23
3. Perkecambahan spora isolat asal UGM.	24
4. Grafik regresi antara diameter dan mortalitas.	25
5. Grafik regresi antara kerapatan spora dan mortalitas.	26
6. Grafik regresi antara viabilitas spora dan mortalitas.	26
7. Cendawan <i>M. anisopliae</i> asal UGM.	39
8. Cendawan <i>M. anisopliae</i> asal Bantul.	39
9. Cendawan <i>M. anisopliae</i> asal Gadingrejo.	39
10. Cendawan <i>M. anisopliae</i> asal Trimurjo.	40
11. Cendawan <i>M. anisopliae</i> asal Tegineneng.	40
12. Konidia <i>M. anisopliae</i> di dalam <i>Haemocytometer</i> Isolat asal Bantul dan Gadingrejo.	41
13. Konidia <i>M. anisopliae</i> di dalam <i>Haemocytometer</i> Isolat asal Tegineneng, Trimurjo dan UGM.	41
14. Konidia <i>M. anisopliae</i> berkecambah isolat asal Bantul dan Gadingrejo.	42
15. Konidia <i>M. anisopliae</i> berkecambah isolat asal Tegineneng, Trimurjo dan UGM.	42

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Rata-rata diameter cendawan <i>M. anisopliae</i>	21
2. Rata-rata kerapatan spora.	22
3. Rata – rata viabilitas spora.	23
4. Mortalitas <i>L. oratorius</i> F.	25
5. Pengujian pertumbuhan diameter <i>M. anisopliae</i> hari ke 3.	34
6. Analisis ragam pengujian diameter <i>M. anisopliae</i> hari ke 3.	34
7. Pengujian pertumbuhan diameter <i>M. anisopliae</i> hari ke 5.	34
8. Analisis ragam pengujian diameter <i>M. anisopliae</i> hari ke 5.	34
9. Pengujian pertumbuhan diameter <i>M. anisopliae</i> hari ke 7.	35
10. Analisis ragam pengujian diameter <i>M. anisopliae</i> hari ke 7.	35
11. Regresi linear diameter koloni cendawan dan mortalitas.	35
12. Analisis ragam Regresi linear pertumbuhan dan mortalitas.	36
13. Pengujian tingkat kerapatan spora <i>M. anisopliae</i>	36
14. Analisis ragam pengujian tingkat kerapatan spora.	36
15. Uji BNT pengujian tingkat kerapatan spora.	36

16. Regresi linear kerapatan dan mortalitas.	36
17. Analisis ragam Regresi linear kerapatan dan mortalitas.	37
18. Pengujian tingkat viabilitas spora <i>M. anisopliae</i>	37
19. Analisis ragam pengujian tingkat viabilitas spora.	37
20. Regresi linear viabilitas dan mortalitas.	37
21. Analisis ragam Regresi linear viabilitas dan mortalitas.	38
22. Pengujian Mortalitas <i>M. anisopliae</i>	38
23. Analisis ragam pengujian mortalitas <i>M. anisopliae</i>	38

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Padi adalah salah satu komoditi pangan di Indonesia dan merupakan bahan makanan pokok bagi sebagian besar penduduk Indonesia. Tanaman padi dibudidayakan secara luas untuk mencukupi bahan pangan yang akan terus meningkat sejalan dengan pertambahan jumlah penduduk. Tingginya kebutuhan beras disebabkan oleh sebagian besar penduduk Indonesia beranggapan bahwa beras merupakan makanan pokok yang belum dapat tergantikan keberadaannya.

Menurut Badan Pusat Statistik (2014) produksi padi di Indonesia pada tahun 2014 sebanyak 70,83 juta ton gabah kering giling (GKG) atau mengalami penurunan sebesar 0,45 juta ton (0,63 persen) dibandingkan tahun 2013. Penurunan produksi padi tahun 2014 terjadi di Pulau Jawa sebesar 0,83 juta ton, sedangkan produksi padi di luar Pulau Jawa mengalami kenaikan sebanyak 0,39 juta ton. Penurunan produksi diperkirakan terjadi karena penurunan luas panen seluas 41,61 ribu hektar (0,30 persen) dan penurunan produktivitas sebesar 0,17 kuintal/hektar (0,33 persen).

Produktivitas padi acap kali terganggu karena adanya organisme pengganggu tanaman dalam kegiatan budidaya tanaman padi. Organisme pengganggu tanaman dapat berupa hama, penyakit dan gulma. Salah satu serangga hama yang cukup penting pada tanaman padi adalah walang sangit (*Leptocorisa oratorius* F). Hama ini merusak dengan cara mengisap bulir padi fase matang susu sehingga bulir menjadi hampa. Serangan berat dapat menurunkan produksi hingga tidak dapat dipanen.

Menurut Qomarodin (2006), pengendalian walang sangit oleh petani pada umumnya bertumpu pada penggunaan insektisida yang berbahan aktif fipronil, tetapi hasilnya masih kurang memuaskan karena ternyata seringkali intensitas kerusakan tanaman padi yang diakibatkan oleh hama *L. oratorius* masih tetap tinggi. Terlebih lagi penggunaan insektisida yang luas dapat menyebabkan hama menjadi resisten dan musnahnya musuh alami (Wisang, 1999). Sedangkan peran musuh alami sangat penting dalam pengendalian hayati. Praktik pengendalian hayati dapat menggunakan predator, parasitoid, dan patogen serangga. Salah satu jenis cendawan entomopatogen yang digunakan sebagai agen hayati dan dapat menginfeksi beberapa jenis serangga, antara lain dari ordo Coleoptera, Lepidoptera, Homoptera, Hemiptera, dan Isoptera (Gabriel dan Riyanto, 1989).

Metarhizium anisopliae dapat menjadi pilihan dalam pengendalian populasi serangga hama karena menyebabkan penyakit *green muscardin fungus* yang patogenik terhadap serangga sasaran. Spora cendawan yang melekat pada permukaan kutikula larva akan membentuk hifa yang memasuki jaringan internal larva melalui interaksi biokimia yang kompleks antara inang dan cendawan.

Selanjutnya, enzim yang dihasilkan cendawan berfungsi mendegradasi kutikula larva serangga, hifa cendawan akan tumbuh ke dalam sel-sel tubuh serangga, dan menyerap cairan tubuh serangga. Hal ini akan mengakibatkan serangga mati dalam keadaan tubuh yang mengeras seperti mumi (Tanada dan Kaya, 1993 dalam Rustama *et al.*, 2008).

1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas dapat disusun tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mempelajari pertumbuhan, viabilitas serta kerapatan spora dari beberapa isolat *Metarhizium anisopliae*.
2. Mempelajari pengaruh aplikasi *Metarhizium anisopliae* terhadap mortalitas *L. oratorius*.

1.3 Kerangka Pemikiran

Sesuai dengan konsep Pengendalian Hama Terpadu (PHT), pengendalian hama tanaman hendaknya tidak hanya dengan menggunakan pestisida. Salah satu cara pengendalian hama tanpa menggunakan pestisida adalah pengendalian hayati. Purnomo (2010) berpendapat, pengendalian hayati meliputi penggunaan parasitoid, predator, patogen antagonis atau kompetitor yang dapat menekan populasi hama, sehingga menurunkan tingkat kerusakan bila dibandingkan jika musuh alami tidak ada. Salah satu mikroorganisme penting pada pengendalian hama secara hayati yaitu cendawan *Metarhizium anisopliae* Metch. Sorokin. Cendawan *M. anisopliae* var *anisopliae* dapat menginfeksi serangga dari

kelompok ordo Orthoptera, Coleoptera, Hemiptera, Lepidoptera dan Hymenoptera (Lee dan Hou, 2003 *dalam* Suryadi dan Kadir, 2007).

Cendawan *M. anisopliae* dalam prosesnya untuk menginfeksi dan mematikan inang, diawali dengan masuk ke dalam tubuh serangga kemungkinan melalui spora yang termakan kemudian berkecambah setelah penetrasi langsung dari integumen. Setelah itu cendawan membentuk hifa sekunder yang berkembang di prokutikula, miselia ini terus berkembang dan menembus epidermis. Cendawan kemudian membentuk blastospora dan akhirnya membentuk konidia (Hajek dan Leger, 1994 *dalam* Riana, 2000). Seluruh stadia inang bisa diinfeksi, kladidiospora yang terbentuk selanjutnya menempel akan ada permukaan tubuh serangga (Brady, 1979 *dalam* Riana, 2000).

Perbedaan asal isolat cendawan sering kali berakibat adanya perbedaan dalam hal daya kecambah, kerapatan spora serta kemampuan isolat dalam membunuh serangga. Kecepatan cendawan *Metarhizium* sp. mematikan serangga dipengaruhi kerapatan konidia yang menempel pada integumen serangga. Namun disamping rapatnya konidia yang menempel pada serangga seringkali pula berbeda kemampuan berkecambahnya. Kemampuan spora untuk berkecambah sangat menentukan keberhasilan cendawan dalam pertumbuhan selanjutnya. Daya kecambah (viabilitas) cendawan merupakan awal dari stadia pertumbuhan cendawan sebelum melakukan penetrasi ke integumen serangga. Dalam penelitian Furqon (2012) *M. anisopliae* yang digunakan adalah *M. anisopliae* yang berasal dari lima daerah yaitu : UGM, Tegineneng, Bantul, Gading Rejo, dan Trimurjo. Selanjutnya dinyatakan bahwa isolat dari Tegineneng dan Gading Rejo memiliki kerapatan, viabilitas serta virulensi yang relatif lebih baik dibandingkan isolat dari

Bantul dan Trimurjo. Akan tetapi hasil analisis menunjukkan bahwa tingkat virulensi isolat dari Tegineneng, Gadingrejo, UGM, Bantul, dan Trimurjo tidak berbeda nyata antara satu dengan yang lainnya secara statistik, dengan hasil virulensi terhadap serangga *Helopeltis theivora* yang berkisar antara 61,250% - 81,250%.

1.4 Hipotesis

1. Terdapat perbedaan pertumbuhan, viabilitas serta kerapatan dari beberapa isolat *M. anisopliae*.
2. Terdapat perbedaan virulensi dari beberapa isolat *M. anisopliae* dalam menginfeksi hama *Leptocorisa oratorius* F.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.)

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan tanaman semusim yang dalam taksonomi tumbuh-tumbuhan termasuk famili Graminae. Berdasarkan klasifikasi, padi berasal dari genus *Oryza*, terdiri dari 25 spesies, dua diantaranya *Oryza sativa* L. Dan *Oryza glaberrima* Steund. Dua di antara subspecies *Oryza sativa* L. adalah japonica (padi bulu) dan indica (padi cere). Padi dibedakan menjadi padi sawah yang ditanam pada dataran rendah dan memerlukan penggenangan, padi gogo atau padi yang ditanam pada lahan kering, serta padi rawa yang ditanam pada lahan yang marginal atau lahan yang mengalami penggenangan secara terus-menerus (Maulidya, 2011).

Padi memiliki bagian vegetatif seperti akar, batang, anakan dan daun. Akar terdiri dari akar serabut atau adventif. Tanaman padi mempunyai batang yang beruas-ruas. Panjang batang tergantung pada jenis dan kondisi lingkungan tumbuh. Bagian generatif tanaman padi terdiri dari malai dan buah padi. Malai adalah sekumpulan bunga padi (*spikelet*) yang keluar dari buku paling atas. Pada malai terdapat cabang-

cabang bunga, jumlah cabang mempengaruhi besar rendemen tanaman padi suatu varietas. Bunga padi merupakan bunga telanjang dan menyerbuk sendiri yang mempunyai satu bakal buah, enam buah benang sari, serta dua tangkai putik. Buah padi merupakan benih ortodok yang ditutupi oleh *palea* dan *lemma* (Maulidya, 2011).

2.2 Hama Walang Sangit

Walang sangit (*Leptocorisa oratorius*) memiliki tubuh yang ramping, tiga pasang tungkai dan memiliki antena yang panjang, serta memiliki kemampuan terbang yang baik. Walang sangit muda pada sisi ventral memiliki warna strip putih kehijauan serta agak kekuningan. Kadang-kadang nimfa sulit diamati karena warnanya mirip dengan daun dan bunga padi.

Walang sangit (*Leptocorisa oratorius*) menurut Kalshoven (1981) tergolong kedalam kingdom : Animalia, phylum : Arthropoda, kelas : Insecta, Sub Kelas : Pterygota, ordo : Hemiptera, famili : Alydidae, genus : *Leptocorisa*, spesies : *Leptocorisa oratorius* F. Selanjutnya dinyatakan bahwa *L. oratorius* adalah serangga pada pertanaman padi yang dominan di lahan persawahan. Di Indonesia hama ini menjadi salah satu hama penting di luar pulau Jawa.

Saat walang sangit akan bertelur, telur biasanya ditemukan di permukaan atas ujung daun dan terkadang ditemukan pada bagian tengah daun. Ciri-ciri dari telur walang sangit berbentuk datar atau pipih, oval, dan diletakkan dalam satu atau dua baris yang berjumlah 12-16 butir. Sebanyak sekitar 100 butir telur diletakkan per betina walang sangit, dalam jarak bertelurnya pada 2-3 hari sekali. Telur menetas dalam waktu sekitar 7 hari. Lima instar nimfa berkembang pada sekitar 19 hari,

pengembangan dari telur hingga dewasa membutuhkan waktu 25 hari, dalam satu generasi selesai dalam waktu sekitar 46 hari (Kalshoven, 1981).

Hama ini biasanya tertarik pada nyala obor atau lampu. Selain itu, walang sangit juga menyukai bangkai binatang seperti ketam. Keberadaannya dapat diketahui dengan adanya bau khas yang tersebar. Walang sangit juga dapat menyerang sorgum, tebu, dan gandum. Serangga ini aktif pada pagi dan sore hari, dan dapat terbang sangat jauh pada malam hari (Pracaya, 1997).

Sebelum tanaman padi ditanam atau pada saat padi dalam masa vegetatif, imago dapat bertahan hidup pada gulma dan tumbuhan yang ada di sekitar sawah. Imago walang sangit baru mulai pindah setelah tanaman padi berbunga (Harahap dan Tjahjono, 1988 *dalam* Waluyo, 2011).

Nimfa dan imago walang menghisap bulir padi pada fase matang susu. Serangga ini juga dapat menghisap cairan batang padi. Tidak seperti kepik lain, walang sangit tidak melubangi bulir padi pada waktu menghisap, tetapi menusuk melalui rongga di antara lemma dan palea. Nimfa lebih aktif daripada imago, tetapi imago dapat merusak lebih hebat karena hidupnya yang lebih lama (Harahap dan Tjahjono, 1988 *dalam* Waluyo, 2011).

Hilangnya cairan biji menyebabkan biji padi menjadi mengecil tetapi jarang yang menjadi hampa karena walang sangit tidak dapat mengosongkan seluruh isi biji yang sedang tumbuh. Jika bulir yang matang susu tidak tersedia, walang sangit juga masih dapat menyerang atau menghisap bulir padi yang mulai mengeras dengan cara mengeluarkan enzim yang dapat mencerna karbohidrat (Harahap dan Tjahjono, 1988 *dalam* Waluyo, 2011).

2.3 Pengendalian Hayati

Pengendalian hayati melibatkan penggunaan populasi musuh alami untuk menekan populasi hama hingga kepadatan yang lebih rendah, baik secara permanen maupun secara sementara (Driesche *et al.*, 2008 *dalam* Akbar, 2012).

Sedangkan Norris *et al.* (2003) *dalam* Akbar (2012) mendefinisikan pengendalian hayati sebagai penggunaan parasitoid, predator, patogen antagonis atau populasi kompetitor untuk menekan populasi hama, membuat hama menjadi lebih sedikit kelimpahannya dan lebih sedikit merusak daripada seharusnya bila agens hayati tidak ada.

Menurut Waterhouse (1993) *dalam* Akbar (2012), ada beberapa cara bagaimana pengendalian hayati diterapkan, yaitu pertama adalah memasukkan musuh alami dari luar daerah ke daerah lain, kedua adalah memelihara secara massal musuh alami dan melepaskannya, merupakan pendekatan yang disebut sebagai metode inundasi. Metode ketiga adalah memelihara secara massal musuh alami yang telah ada tetapi tidak efektif pada saat tersebut karena jumlahnya yang rendah, pendekatan ini disebut juga metode augmentasi.

Salah satu alternatif untuk mengurangi penggunaan insektisida sintetik dalam mengendalikan populasi serangga hama adalah menggunakan agensia hayati yang berupa entomopatogen yang bersifat patogen hanya pada serangga sasaran.

Entomopatogen tersebut adalah jamur entomopatogen. Jamur ini dapat menyebabkan penyakit bila terinfeksi pada serangga, sehingga dapat menurunkan populasi serangga hama dalam suatu areal pertanian (Gopalakrishnan, 2001 *dalam* Rustama *et al.*, 2008).

Kemampuan patogen untuk bisa menimbulkan penyakit ditentukan oleh berbagai faktor yaitu patogen, inang dan lingkungan. Dari segi patogen, dosis dan cara aplikasi akan mempengaruhi mortalitas serangga. Dari segi inang, berbagai faktor fisiologi dan morfologi inang mempengaruhi kerentanan serangga terhadap cendawan entomopatogen, seperti kepadatan populasi, perilaku, umur, nutrisi, genetika dan perlakuan. Salah satu faktor yang berperan penting dalam keberhasilan penggunaan cendawan entomopatogen adalah stadia perkembangan serangga karena tidak seluruh stadia dalam perkembangan serangga rentan terhadap infeksi cendawan. Dari segi lingkungan, berbagai faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban relatif, curah hujan dan tanah sangat mempengaruhi efikasi cendawan entomopatogen terhadap serangga hama. Semua faktor lingkungan saling berinteraksi, dan interaksi yang kompleks dan dinamik ini menentukan efikasi cendawan (Inglis *et al.*, 2001 *dalam* Desyanti, 2007).

M. anisopliae sudah digunakan sebagai agen hayati dan dapat menginfeksi beberapa jenis serangga, antara lain dari ordo Coleoptera, Lepidoptera, Homoptera, Hemiptera, dan Isoptera (Gabriel dan Riyanto, 1989; Baehaki dan Noviyanti, 1993; Strack, 2003 *dalam* Prayogo *et al.*, 2005). Cendawan ini pertama kali digunakan untuk mengendalikan hama kumbang kelapa lebih dari 85 tahun yang lalu, dan sejak itu digunakan di beberapa negara termasuk Indonesia (Gabriel dan Riyanto, 1989 *dalam* Prayogo *et al.*, 2005).

Cendawan *M. anisopliae* relatif mudah dikembangkan di laboratorium. cendawan tersebut dapat diisolasi dan ditumbuhkan dengan medium buatan sebagai pengganti. Beberapa media sintetik seperti *potato dextrose agar* (PDA) dan *souaboraoud dextrose agar* (SDA) telah umum digunakan untuk tahap awal

isolasi, pemurnian dan kepentingan identifikasi. Dua jenis bahan pengganti yang lain telah digunakan sebagai medium untuk perbanyakkan cendawan *M.*

anisopliae yaitu beras dan jagung (Baehaki dan Novianti, 1993; Susilo *et al.*, 1993 *dalam* Harjaka, 2005).

Bentuk koloni pada media PDA yang berumur 14 hari mempunyai miselium yang berwarna putih pada bagian tepi koloni dengan sekelompok konidiofor yang berwarna kuning kehijauan. Konidiofor akan berubah warnanya ketika akan membentuk spora dari kuning langsung menjadi hijau kekuningan atau hijau tua, tetapi terkadang bisa juga berwarna pink. Kantung spora yang pecah akan menghamburkan spora. Terkadang sporulasi koloni hanya seperti benang. Konidiofor muncul dari hifa vegetative, membentuk percabangan yang tidak teratur, selalu dengan 2-3 cabang pada tiap konidiofornya (Brady, 1979 *dalam* Riana, 2000).

Cendawan *Metarhizium* sp. menginfeksi inang melalui empat tahap yaitu inokulasi, penempelan, penetrasi, dan destruksi (Ferron, 1985 *dalam* Sayuthi, 2011 *dalam* Setiawan, 2012). Studi penetrasi entomopatogenitas cendawan *Metarhizium* sp. Diuraikan pada *Boophilus microplus* melalui pengamatan skening mikroskop electron (Arruda *et al.* 2005 *dalam* Setiawan, 2012).

Selanjutnya dinyatakan bahwa invasi cendawan pada tubuh inang diawali dengan pelekatan konidia pada permukaan kutikula tubuh. Konidia tersebut mampu melekat di seluruh bagian lapisan permukaan kutikula, walaupun lebih banyak ditemukan pada bagian persendian misalnya pada tungkai. Perkecambahan konidia ditandai dengan penonjolan tabung kecambah. Setiap konidia biasanya menghasilkan satu tabung kecambah yang panjangnya dapat bervariasi. Ujung

tabung kecambah ini akan memproduksi appressoria berbentuk globuler dan umumnya diselimuti oleh lapisan jaringan tipis yang tidak beraturan (*amorphous mucilage layer*) yang melekatkan appressoria pada bagian permukaan integumen. Kadangkala ditemukan juga tabung kecambah yang langsung menembus lapisan kutikula tanpa membentuk appressoria. Setelah 24 jam kemudian, hampir seluruh konidia yang melekat pada integumen memulai proses perkecambahan konidia untuk membentuk appressoria. Appressoria mulai menembus kutikula, yaitu dengan memberikan tekanan mekanik dalam upaya menembus lapisan epikutikula dan atau memicu produksi enzim hidrolitik khitinase dan protease dalam upaya melisiskan lapisan tersebut. Hifa berkembang di lapisan transisi epi dan prokutikula. Hifa selanjutnya berkembang aktif menembus seluruh lapisan kutikula dan menginvasi hemosoel serta jaringan yang berdekatan. Penetrasi aktif terjadi pada 48 dan 72 jsa. Perluasan penetrasi massif dan proliferasi hifa di dalam hemosoel tubuh caplak teramati pada 72 jsa. Pada 96 jam setelah inokulasi, hifa mulai penetrasi keluar dari permukaan kutikula membentuk konidia. Lokasi penetrasi keluarnya hifa ini tidak terdeteksi secara spesifik.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hama Tumbuhan dan Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Bidang Proteksi Tanaman Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada akhir tahun 2013 (Tahap I) dan dilanjutkan pada awal tahun 2015 (Tahap II).

3.2 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan adalah bahan-bahan untuk membuat media SDA (*Saborroud Dextrose Agar*), yang terdiri dari pepton, agar, dextrose, aquades, bibit padi varietas Ciherang, serangga walang sangit (*Leptocorisa oratorius* F.), gula, serta isolat cendawan *Metarhizium anisopliae* dari Tegineneng, Gadingrejo, Bantul, UGM, dan Trimurjo.

Alat yang digunakan adalah mikroskop, autoklaf, hemositometer, *shaker*, tabung pemeliharaan serangga, gelas plastik, ember plastik, sprayer, label seng, kertas label, cawan petri, tabung reaksi, kantong plastik tahan panas, gelas preparat, gelas penutup.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini berupa percobaan dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan pengujian virulensi terdiri dari 6 perlakuan dan 3 kelompok, uji diameter terdiri dari 5 perlakuan dan 4 kelompok, uji viabilitas dan kerapatan terdiri dari 5 perlakuan dan 3 kelompok. Isolat yang digunakan *Metarhizium anisopliae* yang berasal dari lima macam tempat (Tegineneng, Gading Rejo, UGM, Bantul, dan Trimurjo) dan 1 kontrol sebagai perlakuan. Dalam penelitian ini dilakukan pengelompokan waktu aplikasi yang berbeda. Aplikasi terhadap *Leptocorisa oratorius* F. pada pengenceran 10^{-3} /ml.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Langkah-langkah penelitian ini adalah penyiapan serangga, pembuatan media SDA, penyiapan isolat *M. anisopliae*, pengukuran diameter cendawan *M. anisopliae*, pengujian kerapatan konidia *M. anisopliae*, pengujian viabilitas *M. anisopliae*, pengujian virulensi *M. anisopliae*.

3.4.1 Penyiapan Serangga *Leptocorisa oratorius* F.

Serangga walang sangit dicoba untuk dikembangbiakan dalam tempat pemeliharaan berukuran (2,5 m x 2 m) dan diberi pakan padi yang sudah masak susu secara rutin. Pengembangbiakan hama walang sangit ternyata tidak berhasil, selanjutnya dilakukan pengambilan nimfa walang sangit di lapangan. Nimfa berwarna hijau pucat, kemerahan serta memiliki antena berwarna keputihan yang lebih panjang dari tubuhnya. Panjang tubuh nimfa instar pertama sekitar 2 mm,

sedangkan nimfa instar terakhir dapat mencapai 13 sampai 14 mm (Kalshoven 1981). Kemudian nimfa walang sangit dipelihara di tempat pemeliharaan yang sama dengan sebelumnya hingga mencapai tahap imago dan diberi pakan padi yang sudah masak susu secara rutin. Setelah nimfa sudah menjadi imago, kemudian dipindahkan ke kotak kurungan plastik transparan berukuran 1 m x 0,5 m dengan bulir padi masak susu sebagai pakannya.

3.4.2 Pembuatan Media *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA)

Sabouraud Dextrose Agar merupakan media yang mengandung pepton di dalamnya. Satu liter media ini dikomposisikan dari 40g Dextrose, 5 g Pepton, 5 g kasein, 15 g Agar dan 1 liter air destilata. Semua larutan dimasukkan ke dalam tabung Erlenmeyer kemudian ditutup menggunakan aluminium foil, dikencangkan dengan karet gelang dan dibungkus plastik tahan panas. Selanjutnya larutan SDA diautoclave selama ± 2 jam. Setelah itu diangkat dan didiamkan sebentar supaya sedikit lebih dingin. Kemudian larutan SDA dituangkan ke masing-masing petridish dalam ruangan steril (*Laminar Air Flow*).

3.4.3 Penyiapan Isolat *M. anisopliae*

Isolat *M. anisopliae* diperoleh dari 5 tempat berbeda, yaitu dari Tegineneng, Gading Rejo, Bantul, UGM, dan Trimurjo. Isolasi dilakukan di Laboratorium Hama Jurusan Agroteknologi menggunakan media SDA (*Saborroud dextrose agar*) kemudian melalui tahapan inkubasi selama 1 bulan. Setelah itu, cendawan siap digunakan untuk pengujian lebih lanjut.

3.4.4 Pengukuran Diameter Koloni Cendawan

Isolat cendawan diambil menggunakan bor gabus dan ditumbuhkan pada bagian tengah media SDA. Setelah itu cendawan diinkubasi untuk melihat pertumbuhannya dengan diukur diameter koloninya. Pengukuran dilakukan pada 3 cawan isolat di hari ke-3, ke-5, dan ke-7 setelah inokulasi. Hal ini menunjukkan pertumbuhan konidia cendawan pada hari ke-7 pertumbuhan konidia cendawan telah maksimal.

Pengamatan dilakukan terhadap diameter cendawan yang tumbuh dari tiap-tiap jenis cendawan *Metarhizium* spp. Data diameter yang didapat merupakan nilai rata-rata 4 kali pengukuran diameter cendawan yang tumbuh pada setiap sisinya.

3.4.5 Pengujian Kerapatan konidia *M. anisopliae*.

Biakan cendawan *Metarhizium* spp. pada masing-masing media diambil sebanyak 1 potongan bor gabus lalu ditambahkan ke dalam air steril dalam tabung reaksi steril berukuran 10 ml dan dikocok dengan *shaker* hingga tercampur merata (± 10 menit). Selanjutnya dilakukan pengenceran hingga 10^{-3} . Kerapatan spora dihitung dengan menggunakan alat hemasitometer di bawah mikroskop binokuler dengan perbesaran 400 kali.

Kerapatan spora dihitung dengan menggunakan rumus Gabriel & Riyatno (1989) sebagai berikut:

$$C = \frac{t \times d}{n \times 0,25} \times 10^6$$

Keterangan :

- C : kerapatan spora per ml larutan
- t : jumlah total spora dalam kotak sampel yang diamati
- d : tingkat pengenceran
- n : jumlah kotak sampel (5 kotak besar x 16 kotak kecil)
- 0,25 : faktor koreksi penggunaan kotak sampel skala kecil pada hemositometer.
- 10^6 : konstanta

Data kerapatan spora isolat cendawan *Metarhizium anisopliae* dianalisis menggunakan analisis ragam dengan terlebih dahulu ditransformasikan. Data-data pengamatan tersebut kemudian dianalisis menggunakan sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) 5%. Isolat cendawan *Metarhizium anisopliae* yang mempunyai kerapatan spora terbesar merupakan media pertumbuhan bagi isolat cendawan *Metarhizium anisopliae* yang mempunyai tingkat virulensi tertinggi.

3.4.6 Pengujian viabilitas *Metarhizium anisopliae*.

Viabilitas spora cendawan *Metarhizium* spp. ditentukan setelah suspensi spora diinkubasikan selama 24 jam. Satu tetes suspensi tersebut diteteskan pada kaca preparat dan ditutup dengan gelas penutup dan diletakkan di bawah mikroskop dengan perbesaran 400 kali. Selanjutnya akan dihitung jumlah spora yang berkecambah dan tidak berkecambah pada luasan bidang pandang yang telah ditentukan. Penghitungan viabilitas spora dilakukan setiap 2 jam sekali mulai sejak 12 jam sampai dengan 24 jam setelah inkubasi. Viabilitas spora dihitung dengan menggunakan rumus Gabriel & Riyatno (1989) sebagai berikut :

$$V = \frac{g}{(g+u)} \times 100\% \quad \text{dengan : } V = \text{persentase konidia yang berkecambah}$$

g = rata-rata konidia yang berkecambah
u = rata-rata konidia yang tidak berkecambah

Data viabilitas spora isolat cendawan *Metarhizium anisopliae* dianalisis menggunakan analisis ragam. Kemudian dianalisis menggunakan sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) 5%. Isolat cendawan *Metarhizium anisopliae* yang mempunyai viabilitas spora terbesar merupakan media pertumbuhan bagi isolat cendawan *Metarhizium anisopliae* yang mempunyai tingkat virulensi tertinggi.

3.4.7 Pengujian Virulensi Entomopatogen

Spora yang diambil dari media diencerkan dengan air steril sampai 10^{-3} /ml, kemudian disemprotkan pada 20 ekor imago *Leptocorisa oratorius* F. Serangga hama kemudian dipindahkan ke tempat pemeliharaan yang dibuat dari gelas plastik bekas wadah air mineral dan diberi makan berupa bulir padi masak susu. Pengamatan serangga yang mati dilakukan pada 3, 7, dan 10 hari setelah aplikasi (HSA). Menurut Rustama *et al.*, (2008) mortalitas serangga dapat dihitung menggunakan rumus seperti berikut :

$$M = \frac{\sum n}{\sum N} \times 100\% \quad \text{dengan : } M : \text{mortalitas serangga (\%)} \\ n : \text{serangga yang mati (ekor)} \\ N : \text{jumlah serangga yang diuji (ekor)}$$

Apabila kematian serangga walang sangat tinggi pada kontrol cukup tinggi, maka angka kematian serangga dikoreksi menggunakan rumus Abbot sebagai berikut:

$$A1 = \frac{100 - B}{A - B} \times 100\%$$

Keterangan:

- A1 : Kematian setelah koreksi (%)
- A : Kematian serangga uji (%)
- B : Kematian serangga kontrol

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah:

1. Pengujian viabilitas tidak terdapat hasil yang berbeda nyata antar 5 isolat asal Tegineneng, Trimurjo, Gadingrejo, Bantul dan UGM.
2. Pengujian tingkat kerapatan pada isolat asal UGM dengan hasil rata-rata $2,31 \times 10^9$ spora/ml paling tinggi dibandingkan dengan isolat asal Gadingrejo, Bantul, Tegineneng dan Trimurjo.
3. Pengujian virulensi menunjukkan isolat *M. anisopliae* asal Tegineneng terhadap walang sangit (*Leptocorisa oratorius* F.) mencapai 63%. Isolat lain memiliki nilai yang lebih rendah dibanding isolat asal Tegineneng.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka penulis menyarankan untuk melakukan penelitian lanjutan yang dilakukan di lapangan.

PUSTAKA ACUAN

- Akbar, M. E. 2012. *Pengaruh lama ketiadaan inang terhadap kapasitas reproduksi parasitoid Snellenius manilae Ashmead (Hymenoptera: Braconidae)*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Badan Pusat Statistik. 2014. *Produksi dan produktivitas tanaman pangan*. <http://www.bps.go.id>. Diakses tanggal 3 Agustus 2015.
- Desyanti. 2007. *Kajian Pengendalian Rayap Tanah Coptotermes spp. (Isoptera: Rhinotermitidae) dengan Menggunakan Cendawan Entomopatogen Isolat Lokal*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 97 hlm.
- Effendy, T.A. 2010. Uji Toksisitas Bioinsektisida Jamur *Metarhizium* sp. Berbahan Pembawa Bentu Tepung Untuk Mengendalikan *Nilaparvata lugens* (Stal.) (Homoptera: Delphacidae). Prosiding Seminar Nasional Unsri, 20-21 Oktober 2010.
- Effendy, T.A., Robby, S., Abdullah, S. & Abdul, M. 2010. Jamur Entomopatogen Asal Tanah Lebak Di Sumatera Selatan Dan Potensinya Sebagai Agensia Hayati Walang Sangit (*Leptocorisa Oratorius* F.). *Jurnal HPT Tropika* 10 (2): 154-161.
- Furqon, M. 2012. Virulensi Beberapa Isolat *Metarhizium anisopliae* Terhadap Mortalitas Kepik Penghisap Buah Kakao (*Helopeltis* spp.). Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 77 hlm.
- Gabriel, BP & Riyatno. 1989. *Metarhizium anisopliae (Metch) Sor: Taksonomi, Patologi, Produksi dan Aplikasinya*. Jakarta: Direktorat Perlindungan Tanaman Perkebunan, Departemen Pertanian.

- Harjaka, T. 2005. *Virulensi Jamur Metarhizium anisopliae terhadap Ulat Daun Kubis Plutella xylostella*. Tesis. Universitas Gadjah Mada. 66 hlm.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. *The Pests of Crops in Indonesia. Revised and Translated by P.A. van der Laan*. PT Ichtiar Baru Van-Hoeve, Jakarta.
- Marheni. 2004. Kemampuan beberapa predator pada pengendalian wereng batang coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.). *Jurnal Natur Indonesia* 6:84-86.
- Maulidya, N. 2011. *Pengujian Vigor Daya Simpan dengan Metode Pengusangan Cepat Kimia serta Pengujian Vigor Kekuatan Tumbuh pada Benih Padi (Oryza sativa L.)*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Pracaya. 1997. *Hama dan Penyakit Tanaman*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Prayogo, Y., Tengkan, W., & Marwoto. 2005. Prospek Cendawan Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* Untuk Mengendalikan Ulat Grayak *Spodoptera litura* Pada Kedelai. *J. Litbang Pertanian*. 24(1): 19-26.
- Purnomo, H. 2010. *Pengantar Pengendalian Hayati*. C.V Andi Offset. Yogyakarta.
- Qomarodin. 2006. Pengendalian Walang Sangit (*Leptocorisa oratorius* F) Ramah lingkungan Di Tingkat Petani Di Lahan Rawa Lebak. *Temu Teknis Nasional Tenaga Fungsional Pertanian 2006*. 377-380.
- Riana, D. 2000. *Biologi Hama Tanaman Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq.) Tirathaba mundella* Wlk. (Lepidoptera: Pyralidae) Serta Uji Beberapa Konsenterasi Cendawan *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin dan *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin Dalam Pengendaliannya. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 38 hlm.
- Rustama, M. M., Melanie., & Irawan, B. 2008. Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* Terhadap *Crociodolomia pavonana* Fab. Dalam Kegiatan Studi Pengendalian Hama Terpadu Tanaman Kubis Dengan Menggunakan Agensia Hayati. Laporan Penelitian. Universitas Padjadjaran. Jawa Barat. Diakses tanggal 14 Juli 2013.
- Setiawan, A. 2012. *Selektivitas Infeksi Cendawan Metarhizium sp. terhadap Hama Wereng Batang Cokelat Nilaparvata lugens Stål (Hemiptera: Delphacidae) dan Predator Paederus fuscipes Curtis (Coleoptera: Staphylinidae)*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 23hlm.

- Suryadi, Y. & Kadir, T. S. 2007. Pengamatan Infeksi Jamur Patogen Serangga *Metarhizium anisopliae* (Metsch. Sorokin) pada Wereng Coklat. *J. Litbang Pertanian*. 8(6): 501-507
- Susilo, F.X. 2007. *Pengendalian Hayati dengan Memberdayakan Musuh Alami Hama Tanaman*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Waluyo, D. 2011. Pengenalan Sex Ratio Walang Sangit. <http://drs-oeyo.blogspot.com/2012/06/pengenalan-sex-ratio-walang-sangit.html>. Diakses tanggal 14 Juli 2013.
- Wayan, I. G., Ida, B. R. W. & Luh A. W. 2014. Pengaruh Penambahan Glukosa Dan Waktu Inkubasi Pada Media SDA (*Sabaroud Dextrose Agar*) Terhadap Pertumbuhan Jamur *Candida Albicans*. *Media Bina Ilmiah* 8 (1): 51-56.
- Wisang, B. L. 1999. *Pembiakan Parasitoid Telur Gryon nixonii Mas. (Hymenoptera: Scelionidae) pada Inang Riptorus linearis F. dan Leptocorisa oratorius T.* Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 20 hlm.