



UJI PATOGENISITAS CENDAWAN ENTOMO-ACARIPATOGEN

Beauveria bassiana (Balsamo) Vuillemin PADA TUNGAU PERAK JERUK

Polyphagotarsonemus latus Banks (ACARI: TARSONEMIDAE)

Oleh

FIRDAUSI INDAH LESTARI

**MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

MALANG

2015



**UJI PATOGENISITAS CENDAWAN ENTOMO-ACARIPATOGEN
Beauveria bassiana (Balsamo) Vuillemin PADA TUNGAU PERAK JERUK
Polyphagotarsonemus latus Banks (ACARI: TARSONEMIDAE)**

Oleh

**FIRDAUSI INDAH LESTARI
105040213111057**

**MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana
Pertanian Strata Satu (S-1)**



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

MALANG

2015



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Uji Patogenisitas Cendawan Entomo-acaripatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin pada Tungau Perak Jeruk *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Acari: Tarsonemidae)

Nama : Firdausi Indah Lestari

NIM : 105040213111057

Jurusan : Hama Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Menyetujui : Dosen Pembimbing

Disetujui Oleh:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS.
NIP. 19580112 198203 2 002

Rina Rachmawati, SP., MP., M.Eng.
NIP. 19810125 200604 2 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan,

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU.
NIP. 19550403 198303 1 003

Tanggal Persetujuan:



LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I,

Penguji II,

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU.
NIP. 19550403 198303 1 003

Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS.
NIP. 19580203 198212 0 001

Penguji III,

Penguji IV,

Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS.
NIP. 19580112 198203 2 002

Rina Rachmawati, SP., MP., M.Eng.
NIP. 19810125 200604 2 002

Tanggal Lulus:



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat, anugerah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul “Uji Patogenisitas Jamur Entomo-acaripatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin pada Tungau Perak Jeruk *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Acari: Tarsonemidae)”. Penelitian ini dilaksanakan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana di Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.

Penulis menyadari selama mengikuti perkuliahan sampai penyusunan skripsi telah mendapatkan bimbingan, ilmu, semangat, dorongan, dan bantuan dari berbagai pihak. Dengan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS. dan Rina Rachmawati, SP., MP., M.Eng. sebagai pembimbing atas segala arahan, bimbingan, bantuan, masukan dan nasehat yang telah diberikan kepada penulis.
2. Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU. dan Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS. selaku penguji atas segala masukan, arahan, dan bimbingan yang telah diberikan kepada penulis.
3. Susi Wuryantini., SP., MP., yang telah memberikan banyak ilmu dan nasihat kepada penulis.
4. Kedua orang tua penulis, Bapak Kholili dan Ibu Dewi Kholifah, beserta kakak tercinta mas Javar, adik-adik kesayangan Haris & Albar atas dukungan, kasih sayang tiada henti, serta doa yang telah memberikan kekuatan lahir batin. Kepada mbak Iif, sepupu sekaligus sahabat yang telah membantu dan mendukung penulis selama ini.
5. Azizah, Astri, Mas Yusran, Afif, Anton, Mbak Tria, Mbak Suci, Mbak Nanda, Mega, Aini, Dodik, Dinul yang telah memberikan dukungan secara nyata selama penulis melaksanakan penelitian.
6. Sil, Syahera, Kiki Ndut, Vita, Robi, Nur, Enik, Novi, Rio, dan Ailun yang telah menjadi sahabat penulis sejak SMA hingga saat ini.
7. Teman-teman kelas E dan kelas M, teman-teman HPT 2010, teman-teman KSR Universitas Brawijaya, teman-teman Instalumajang, dan



teman-teman kontrakan (Ummah, Sita, Nurul) yang telah memberikan banyak dukungan selama penulis berada di kota Malang.

8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan yang telah membantu dan mendukung penulis secara langsung maupun tidak langsung sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan S1 pertanian di Universitas Brawijaya.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan pihak yang membutuhkannya.

Malang, Januari 2015

Penulis



SURAT PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang berjudul “Uji Patogenitas Cendawan Entomo-acaripatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin pada Tungau Perak Jeruk *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Acari: Tarsonemidae)” merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar pada program sejenis di perguruan tinggi manapun dan tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam daftar pustaka.

Malang, Januari 2015

Firdausi Indah Lestari



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Lumajang Jawa Timur pada tanggal 08 Agustus 1992 sebagai puteri ke 2 dari 4 bersaudara pasangan Bapak Kholili dan Ibu Dewi Kholifah.

Penulis menempuh pendidikan dasar di MI Nurul Islam Selok Besuki, Lumajang pada tahun 1997 sampai tahun 2004. Pada tahun 2007 penulis menyelesaikan pendidikan di SMPN 4 Lumajang. Penulis melanjutkan pendidikan menengah atas pada tahun 2007 sampai dengan tahun 2010 di SMA Unggulan Hafsha Zainul Hasan BPPT Genggong, Probolinggo. Tahun 2010 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata 1 Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten praktikum Mata Kuliah Dasar Perlindungan Tanaman pada tahun 2011. Pada tahun 2010 penulis mengikuti Diklat SAR ke XXX Korps Sukarela (KSR) Universitas Brawijaya dan menjadi pengurus aktif bidang Penerbitan dan Penerangan periode 2011-2012.

RINGKASAN

Firdausi Indah Lestari, 105040213111057. Uji Patogenisitas Cendawan Entomo-acaripatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin pada Tungau Perak Jeruk *Polyphagotarsonemus latus* Banks (ACARI: TARSONEMIDAE). Dibawah bimbingan Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS. dan Rina Rachmawati, SP., MP., M.Eng.

Tungau perak jeruk *Polyphagotarsonemus latus* Banks adalah salah satu hama yang menyebabkan penurunan produksi tanaman jeruk. Upaya pengendalian yang dilakukan petani jeruk di Indonesia pada umumnya menggunakan pestisida kimia. Selain mencemari lingkungan, penggunaan pestisida menyebabkan tungau hama menjadi resisten dan berdampak buruk pada keanekaragaman hayati termasuk predator. Salah satu alternatif pengendalian *P. latus* yaitu menggunakan cendawan entomo-acaripatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (*B. bassiana*), selain tidak memberikan dampak negatif pada lingkungan, *B. bassiana* dapat dikemas dan disimpan dalam waktu yang lama. Kajian mengenai aplikasi *B. bassiana* pada tungau *P. latus* belum banyak dilaporkan di Indonesia, oleh sebab itu dilakukan penelitian patogenisitas cendawan *B. bassiana* dengan beberapa taraf konsentrasi pada *P. latus* terutama pada fase imago. Imago *P. latus* adalah fase yang berperan sebagai hama dan paling berpotensi merusak tanaman, karena aktivitas makan dan pergerakan tungau pada fase ini lebih tinggi dibandingkan fase pradewasa. Penelitian ini menggunakan *B. bassiana* dengan taraf konsentrasi 10^2 , 10^4 , 10^6 , dan 10^8 konidia/ml aquades, serta aquades steril sebagai kontrol. Perlakuan tersebut diaplikasikan ke imago tungau *P. latus* untuk mengetahui konsentrasi cendawan yang dapat menekan populasi imago *P. latus* dan pengaruhnya pada siklus hidup dan lama hidup tiap fase.

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Hama dan rumah kawat Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang pada bulan November 2013 sampai dengan bulan Mei 2014. Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap dengan 5 perlakuan yaitu aplikasi cendawan *B. bassiana* dengan taraf konsentrasi 10^2 , 10^4 , 10^6 , 10^8 konidia/ml aquades dan kontrol. Masing-masing perlakuan diulang 7 kali sehingga terdapat 35 satuan percobaan. Setiap ulangan terdiri dari 10 ekor imago betina *P. latus*. Isolat awal *B. bassiana* adalah koleksi Jurusan HPT FP UB yang berasal dari wereng. Sebelum dilakukan uji patogenisitas, terlebih dahulu dilakukan uji postulat Koch yaitu isolat *B. bassiana* yang berasal dari wereng ditularkan terlebih dahulu ke tungau sehat. Setelah tungau terserang *B. bassiana* maka dilakukan isolasi dan akan dilakukan perbanyakan, sehingga isolat yang digunakan untuk pengujian patogenisitas adalah isolat *B. bassiana* yang berasal dari tungau. Uji patogenisitas dilakukan dengan metode semprot. Pengamatan dilakukan setiap 12 jam selama 5 hari. Data pengamatan mortalitas imago, siklus hidup dan lama hidup tiap fase dianalisis menggunakan sidik ragam dengan taraf 5% apabila hasil menunjukkan pengaruh yang nyata maka dilakukan uji lanjutan menggunakan uji Tukey pada taraf uji 5%. Pengolahan data menggunakan bantuan program SPSS. Selain itu, data mortalitas dianalisa menggunakan analisis probit dengan bantuan program Hsin Chi untuk mendapatkan nilai LT_{50} .



Hasil pengamatan menunjukkan bahwa semakin tinggi kerapatan *B. bassiana* yang diaplikasikan maka mortalitas semakin tinggi. Mortalitas 100% tungau uji dicapai dalam waktu 4 hari pada kerapatan 10^8 konidia/ml aquades. Isolat *B. bassiana* dengan konsentrasi 10^8 memiliki waktu yang paling singkat dalam membunuh 50% imago tungau *P. latus*, yaitu 66,03 jam, sedangkan konsentrasi *B. bassiana* dengan konsentrasi 10^2 membutuhkan waktu 98,36 jam dalam membunuh 50% tungau uji. Jumlah telur yang dihasilkan betina *P. latus* tidak berbeda nyata antar perlakuan, begitu pula dengan stadia telur dan persentase tetas telur. Lama hidup larva pada kontrol adalah 2,3 hari sedangkan pada konsentrasi 10^8 konidia/ml aquades larva mampu hidup selama 0,78 hari. Persentase larva menjadi nimfa tertinggi adalah kontrol yaitu 75,99%, pada konsentrasi 10^2 konidia/ml aquades adalah 38,77% sedangkan pada perlakuan 10^4 , 10^6 dan 10^8 konidia/ml aquades adalah 0%. Persentase nimfa yang menjadi imago pada kontrol adalah 100% sedangkan pada perlakuan 10^2 , 10^4 , 10^6 dan 10^8 konidia/ml aquades adalah 0%. Dengan demikian aplikasi *B. bassiana* yang paling efektif membunuh imago *P. latus* adalah konsentrasi 10^8 konidia/ml aquades.

SUMMARY

Firdausi Indah Lestari, 105040213111057. Pathogenical of Test Entomocaripatogenic *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin on Citrus Silver Mite *Polyphagotarsonemus latus* Banks (ACARI: TARSONEMIDAE). Supervised by Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS. and Rina Rachmawati, SP., MP., M.Eng.

Citrus silver mite *Polyphagotarsonemus latus* Banks is one of the pests that causes reduction in the production of citrus plants. Control effort which has done by citrus farmers in Indonesia commonly use chemical pesticides. In addition to polluting the environment, the use of pesticides causes pests mites to become resistant and have negative impact on biodiversity, including predators. One of alternative to control *P. latus* is using entomocaripatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, despite the fact that it is not give negative impact on the environment. *B. bassiana* can be packaged and stored for a long time. The study of the application of *B. bassiana* on *P. latus* mite had not been widely reported in Indonesia. Therefore, the research of *B. bassiana* pathogenicity with the concentration of *P. latus* especially in the adult stage needs to be conducted. *P. latus* adult is a phase that acts as the pest and potentially damages crops, due to mite's feeding and movement activity in this phase is higher than the pre adult phase. This study used *B. bassiana* with concentration level 10^2 , 10^4 , 10^6 , and 10^8 conidia/ml of distilled water. The treatment was applied to the *P. latus* adult to determine the concentration of fungi that can effectively suppress the population of *P. latus* adult and its effect on life and long life cycle in each phase.

The research was conducted in the Pest laboratory and screen house of Department of Pest and Plant Disease Brawijaya University, Malang in November 2013 to May 2014. The experiment used a complete randomized design with 5 treatments namely the *B. bassiana* applications with concentration level 10^2 , 10^4 , 10^6 , 10^8 conidia/ml of distilled water and controls. Each treatment was repeated 7 times this there were 35 experimental units. Each replication consisted of 10 female *P. latus* adult. Initial isolates of *B. bassiana* is a collection of the Department of Pest and Plant Disease Brawijaya University derived from leafhoppers. Before conducting the pathogenicity test, Koch's postulates was initially conducted namely *B. bassiana* isolates, derived from leafhoppers which was initially transmitted to the healthy mites. Once the mites was attacked by *B. bassiana*, the isolation and propagation would be performed, so that the used isolates for pathogenicity testing were *B. bassiana* isolates which were derived from the mites. Pathogenicity test was conducted by using the spraying method. Observations were conducted in every 12 hours for 5 days. Observational data of adult mortality, life and long life cycle of each phase were analyzed by using analysis of variance with level of 5% if the results showed a significantly different then further test using Tukey's test at 5% level test would be conducted. The data was processed by using SPSS. In addition, mortality data was analyzed by using probit analysis with the help of Hsin Chi program to obtain the LT_{50} value.

The results showed that the higher is the density of *B. bassiana* were applied, the higher is the mortality. 100% mite mortality trials achieved within 4



days at a concentration of 10^8 conidia/ml of distilled water. *B. bassiana* isolates with concentration 10^3 had the shortest time in killing 50% adult *P. latus* mite, by 66,03 hours, while the concentration of *B. bassiana* with 10^2 concentration took 98,36 hours to kill 50% of test mites. The number of eggs produced by females of *P. latus* was not significantly different between the treatments, as well as the egg stage and the percentage of eggs into larvae. The life cycle of larvae in the control was 2,3 days, while in the concentration of 10^8 conidia/ml of distilled water, the larvae were only able to live for 0,78 days. The highest percentage of larvae into nymphs was 75,99% of control, while a concentration of 10^2 conidia/ml of distilled water was 38,77%, and in the treatment of 10^4 , 10^6 and 10^8 conidia/ml of distilled water was 0%. The percentage of nymphs which became adult in control was 100% while on treatment 10^2 , 10^4 , 10^6 and 10^8 conidia/ml of distilled water was 0%. Thus, the most effective way in killing *P. latus* adult is by applying *B. bassiana* at the concentration of 10^8 conidia / ml of distilled water.



DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR	i
PERNYATAAN	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
RINGKASAN	v
SUMMARY	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	
Latar Belakang	1
Tujuan Penelitian	3
Hipotesis	3
Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
Tanaman Jeruk Siam	4
Klasifikasi	4
Syarat Tumbuh	4
Morfologi	5
Deskripsi <i>Polyphagotarsonemus latus</i> Banks	5
Klasifikasi	5
Bieokologi	5
Potensi <i>P. latus</i> sebagai Hama Tanaman Jeruk Siam	8
Potensi Entomo-acaripatogen sebagai Pengendali <i>P. latus</i>	9
Cendawan <i>Beauveria bassiana</i>	10
Taksonomi	10
Morfologi	10
Bioekologi	11
Mekanisme Patogenesis <i>B. bassiana</i>	12



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Tempat dan Waktu	14
Bahan dan Alat	14
Metode Percobaan	15

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Morfologi <i>B. bassiana</i>	22
Viabilitas <i>B. bassiana</i>	23
Mortalitas dan gejala infeksi <i>P. latus</i>	23
Nilai LT_{50} <i>B. bassiana</i> pada imago <i>P. latus</i>	26
Pengaruh Aplikasi cendawan <i>B. bassiana</i> pada siklus hidup dan..... lama hidup tiap fase <i>P. latus</i>	27

BAB V KESIMPULAN

Kesimpulan	31
Saran	31

DAFTAR PUSTAKA	32
----------------------	----

TABEL LAMPIRAN	37
----------------------	----



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Mortalitas <i>P. latus</i> akibat Infeksi <i>B. bassiana</i>	23
2.	Jumlah Telur, Stadia Telur, dan Persentase Tetas Telur	28
3.	Persentase Larva menjadi Nimfa dan Nimfa menjadi Imago	30

Lampiran

Nomor	Teks	Halaman
1.	Sidik Ragam Mortalitas Imago <i>P. latus</i> pada 24 JSA	37
2.	Sidik Ragam Mortalitas Imago <i>P. latus</i> pada 36 JSA	37
3.	Sidik Ragam Mortalitas Imago <i>P. latus</i> pada 48 JSA	37
4.	Sidik Ragam Mortalitas Imago <i>P. latus</i> pada 60 JSA	37
5.	Sidik Ragam Mortalitas Imago <i>P. latus</i> pada 72 JSA	38
6.	Sidik Ragam Mortalitas Imago <i>P. latus</i> pada 84 JSA	38
7.	Sidik Ragam Mortalitas Imago <i>P. latus</i> pada 96 JSA	38
8.	Sidik Ragam Mortalitas Imago <i>P. latus</i> pada 108 JSA	38
9.	Sidik Ragam Mortalitas Imago <i>P. latus</i> pada 120 JSA	39
10.	Sidik Ragam Jumlah Telur <i>P. latus</i>	39
11.	Sidik Ragam Stadia Telur <i>P. latus</i>	39
12.	Sidik Ragam Persentase Tetas Telur	39
13.	Sidik Ragam Stadia Larva	39
14.	Suhu dan Kelembaban Nisbi Harian di Laboratorium	40



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Fase Tungau <i>P. latus</i>	6
2.	Gejala Kerusakan Tunas Daun Jeruk Siam	9
3.	Morfologi <i>B. bassiana</i>	11
4.	Infestasi Tungau ke Tanaman Jeruk untuk Perbanyakan Massal	15
5.	Arena Percobaan	16
6.	Bidang Pandang Hemositometer	19
7.	Pengamatan Mikroskopis <i>B. bassiana</i>	22
8.	Perubahan Morfologi <i>P. latus</i> setelah aplikasi <i>B. bassiana</i>	25
9.	Nilai LT_{50} <i>B. bassiana</i>	27
10.	Perbandingan Stadia Larva <i>P. latus</i> setelah Aplikasi cendawan <i>B. bassiana</i>	29



BAB I PENDAHULUAN

Latar Belakang

Tanaman jeruk merupakan salah satu tanaman hortikultura yang memiliki nilai komersial cukup tinggi di Indonesia. Jenis jeruk lokal yang dibudidayakan di Indonesia adalah jeruk besar (*Citrus maxima* Herr), jeruk sitrun (*C. medica* Linneaus), jeruk keprok (*C. reticulata* Blanco), jeruk siam (*C. nobilis* Lour) dan jeruk manis (*C. sinensis* Osbeck) (Rahmat, 2011). Jenis jeruk yang paling banyak dikembangkan di Indonesia adalah jeruk siam yaitu sekitar 80% dari jenis jeruk lokal lainnya (Hardiyanto, 2008).

Permintaan konsumen terhadap buah jeruk cukup tinggi. Impor buah jeruk terus dilakukan untuk memenuhi kebutuhan konsumsi jeruk dalam negeri. Berdasarkan data statistik, Indonesia termasuk negara pengimpor jeruk terbesar kedua di ASEAN, dengan volume impor rata-rata per tahun mencapai 94.696 ton, sedangkan eksportnya hanya sebesar 1.261 ton. Oleh karena itu, pemacuian produksi jeruk nasional penting dilakukan untuk meningkatkan pendapatan masyarakat, kesempatan kerja, konsumsi buah dan juga meningkatkan devisa ekspor nasional (Balitbangtan, 2005).

Salah satu kendala penurunan produksi tanaman jeruk adalah adanya organisme pengganggu tanaman (OPT). Sejak fase pertumbuhan hingga fase produktif tanaman jeruk rentan terhadap serangan OPT. Salah satu hama penting pada tanaman jeruk adalah tungau perak jeruk *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Acari: Tarsonemidae). Pada tahun 2009, *P. latus* ditemukan pada tanaman jeruk di rumah kaca kebun pembibitan milik Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Subtropika (Balitjestro) di Punten, Batu. Kerusakan yang disebabkan oleh tungau *P. latus* pada bibit jeruk menyebabkan penurunan kualitas bibit sehingga pertumbuhan tanaman menjadi tidak optimal yang mengakibatkan produksi buah menurun (Wuryantini *et al.*, 2014). Tungau *P. latus* menyerang daun bagian atas atau tunas-tunas muda. Hal ini menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi terhambat, serangan yang parah dapat menyebabkan kematian. Selain menyerang tunas, *P. latus* juga menyerang kuncup bunga yang menyebabkan tidak terbentuknya buah (Uygun *et al.*, 1995). Intensitas kerusakan hama *P. latus* dapat



menurunkan produksi hingga 50%. Siklus hidup *P. latus* tergolong singkat dengan tingkat keperidian yang tinggi. Kepadatan populasi yang sangat tinggi akan menyebabkan serangan yang berat pada tanaman, sehingga perlu dilakukan upaya penekanan populasi hama tungau *P. latus* (Tukimin, 2008).

Upaya pengendalian hama tungau *P. latus* yang dilakukan oleh petani jeruk di Indonesia pada umumnya menggunakan pestisida kimia sintetis. Berbagai masalah timbul akibat pemakaian pestisida yaitu selain mencemari produk pertanian dan lingkungan, tungau hama juga menjadi resisten dan seringkali mengalami resurgensi sehingga dosis pemakaian pestisida cenderung terus ditingkatkan. Selain itu, penggunaan pestisida kimia mempunyai dampak yang merugikan terhadap keanekaragaman hayati termasuk predator dan parasitoid (Sosromarsono dan Untung 2001 dalam Kartohardjono, 2011). Penggunaan musuh alami, diantaranya dengan menggunakan entomo-acaripatogen adalah salah satu alternatif pengendalian hama tungau yang dapat mengurangi resiko negatif dari penggunaan pestisida kimia.

Teknik pengendalian *P. latus* dengan menggunakan entomo-acaripatogen tidak memberikan dampak negatif terhadap lingkungan, selain itu mudah diperbanyak dan dapat disimpan dalam waktu yang cukup lama. Entomo-acaripatogen yang efektif mengendalikan tungau *P. latus* diantaranya adalah *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Ascomycota: Hypocreales). Cendawan *B. bassiana* berkemampuan membunuh *P. latus* lebih tinggi dibandingkan entomo-acaripatogen lain seperti *Hirsutella thompsonii* Fisher (Ascomycota: Hypocreales) dan *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) (Eurotiales: Trichocomaceae) (Pena, 1996).

Penelitian tentang aplikasi *B. bassiana* pada berbagai spesies hama menunjukkan hasil mortalitas yang tinggi dan mempengaruhi siklus hidup. Keberhasilan pengendalian hama dengan menggunakan *B. bassiana* dipengaruhi oleh kerapatan konidia dan jenis hama yang dikendalikan (Prayogo, 2006).

Aplikasi *B. bassiana* dengan konsentrasi 10^6 konidia/ml aquades dapat menyebabkan mortalitas pada tungau *Philocoptruta oleivora* (Ashmead) (Eriophyidae) sebesar 50% (Alves *et al.*, 2005), pada *Tetranychus evansi* Baker dan Pritchard (Tetranychidae) menyebabkan mortalitas 82,6% dengan konsentrasi



10^8 konidia/ml aquades (Wekesa *et al.*, 2005). Selain itu, aplikasi *B. bassiana* dapat menghambat penetasan telur *Helicoperva armigera* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) sebesar 28,4% (Rahmayuni *et al.*, 2014),

Penelitian patogenisitas cendawan *B. bassiana* dengan beberapa taraf konsentrasi pada *P. latus* perlu dilakukan, terutama pada fase imago. Imago *P. latus* adalah fase yang berperan sebagai hama dan paling berpotensi merusak tanaman, karena aktivitas makan dan pergerakan tungau pada fase ini lebih tinggi dibandingkan fase pradewasa (Wuryantini *et al.*, 2014). Penelitian ini menggunakan *B. bassiana* dengan taraf konsentrasi 10^2 , 10^4 , 10^6 , dan 10^8 konidia/ml aquades (seterusnya ditulis 10^2 , 10^4 , 10^6 , dan 10^8). Perlakuan tersebut diaplikasikan ke imago tungau *P. latus* untuk mengetahui konsentrasi cendawan yang dapat mematikan imago *P. latus* dan pengaruhnya pada siklus hidup dan lama hidup tiap fase.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh aplikasi *B. bassiana* konsentrasi 10^2 , 10^4 , 10^6 , 10^8 konidia/ml aquades terhadap mortalitas, waktu kematian 50% atau nilai *lethal time* 50% (LT_{50}), siklus hidup dan lama hidup tiap fase tungau *P. latus*.

Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini yaitu aplikasi *B. bassiana* dengan konsentrasi 10^8 konidia/ml aquades menyebabkan mortalitas lebih tinggi, nilai LT_{50} lebih cepat, siklus hidup dan lama hidup tiap fase *P. latus* akan semakin singkat daripada aplikasi *B. bassiana* dengan konsentrasi 10^6 , 10^4 , dan 10^2 konidia/ml aquades.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi tingkat konsentrasi cendawan entomo-acaripatogen *B. bassiana* yang paling efektif untuk meningkatkan persentase mortalitas dan mampu mempersingkat siklus hidup *P. latus*.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Tanaman Jeruk Siam

Klasifikasi

Citrus nobilis Lour termasuk dalam divisi Spermatophyte, sub divisi Angiospermae, kelas Dicotyledonae, ordo Rutales, keluarga Rutaceae, dan genus Citrus (Soelarso, 1996).

Syarat Tumbuh

Iklim. Suhu optimal pertumbuhan jeruk yaitu antara 25°C dan 30°C, di atas dan di bawah suhu optimal pertumbuhan akan berkurang. Kecepatan angin yang lebih dari 40-48% akan merontokkan bunga dan buah. Daerah dengan intensitas kecepatan angin tinggi, tanaman penahan angin ditanam berderet tegak lurus dengan arah angin. Curah hujan berkisar antara 1.990-2.400 mm setahun dengan curah hujan minimum 1.270 mm, jeruk memerlukan 5-7, 6-7 atau 9 bulan basah.

Bulan basah diperlukan untuk perkembangan bunga dan buah agar tanah tetap lembab. Tanaman jeruk memerlukan sinar matahari yang penuh, bila terlindung akan menyebabkan produksi berkurang. Penurunan produksi ini bisa mencapai separuh bagian tanaman yang tidak terlindung. Semakin bertambah ketinggian suatu tempat, maka semakin bertambah pula intensitas sinar matahari (Naharsari, 2007).

Ketinggian Tempat. Ketinggian tempat yang cocok untuk budidaya tanaman jeruk siam adalah 800-1500 m di atas permukaan laut (Naharsari, 2007).

Media Tanam. Tanah yang baik untuk budidaya tanaman jeruk adalah tanah dengan tekstur gembur berpasir hingga lempung berliat dengan fraksi liat 7-27%, debu 25-50%, dan pasir kurang dari 50%. Jenis tanah yang sesuai adalah latosol dan andosol. Derajat keasaman tanah (pH) yang cocok 5,5-6,5 dan untuk pH optimal adalah 4,5-8,0. Tanaman jeruk dapat tumbuh dengan baik pada kemiringan 30°. Air tanah yang optimal berada pada kedalaman 150-200 cm di bawah permukaan tanah (Naharsari, 2007).



Morfologi

Ciri dari tanaman jeruk Siam yaitu berdaun kecil dengan letak yang berpencar tidak beraturan. Daun berbentuk bulat telur memanjang atau elips dengan pangkal tumpul dan ujung meruncing seperti tombak. Daun bagian permukaan atas berwarna hijau tua mengkilat sedangkan permukaan bawah berwarna hijau muda. Permukaan daun sekilas kelihatan mengkilap karena selalu dilapisi oleh lilin. Daun jeruk tumbuh pada tunas-tunas batang berselang-seling. Pembentukan daun baru tumbuh dari ujung ranting, dan pada tiap-tiap mata tunas terdapat calon ranting yang masih lunak. Panjang daun 4-8 cm dan lebar 1,5-4 cm. Tangkai daun bersayap sangat sempit sehingga dapat dikatakan tidak bersayap (Rukmana, 2003).

Kulit buah berwarna hijau kekuningan, mengkilat, dan permukaan halus. Ketebalan kulit buah sekitar 2 mm. Berat tiap buah sekitar 75,6 g. Bagian ujung buah berlekuk dangkal. Daging buah bertekstur lunak dan mengandung banyak air dengan rasa manis segar. Setiap buah mengandung sekitar 20 biji (Cahyono, 2005).

Deskripsi *Polyphagotarsonemus latus*

Klasifikasi

Polyphagotarsonemus latus pertama kali dideskripsikan oleh Banks (1904) dengan nama *Tarsonemus latus* yang ditemukan pada tunas terminal mangga di rumah kaca di Washington DC, Amerika Serikat (Denmark, 1980). *P. latus* merupakan tungau hama yang ditemukan secara luas di berbagai negara di dunia.

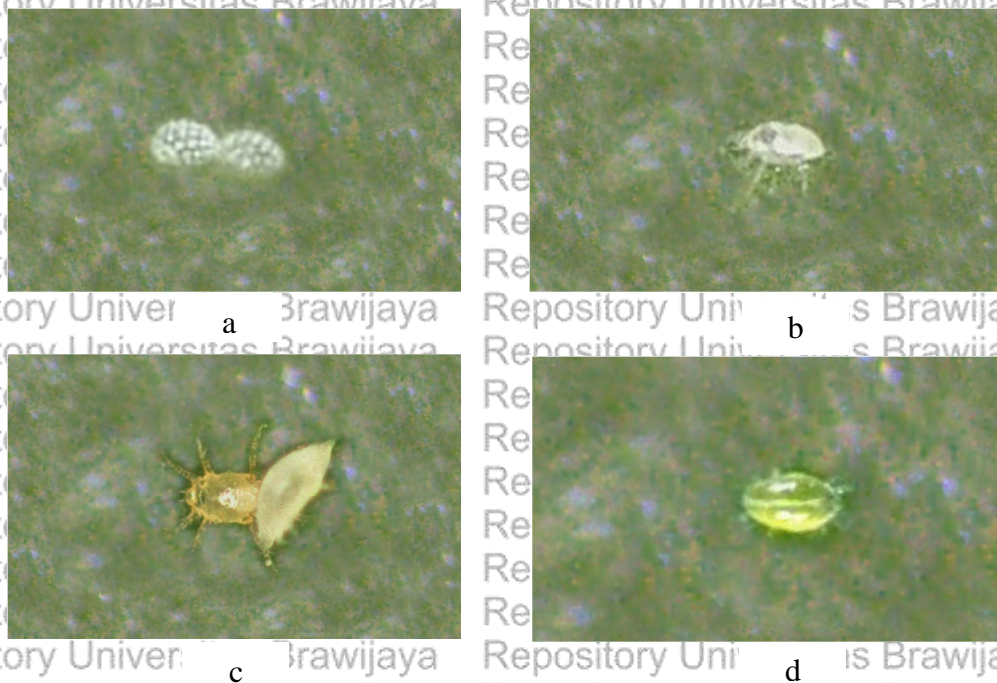
Polyphagotarsonemus latus (Banks) termasuk filum Arthropoda, kelas Arachnida, subordo Prostigmata dan merupakan anggota famili Tarsonemidae (Krantz, 1970).

Biokelogi

Tungau *P. latus* mengalami 4 fase dalam satu siklus hidup, yaitu telur, larva, nimfa, dan imago (Gambar 1). Siklus hidup *P. latus* lebih kurang 1 minggu



dalam kondisi optimal dengan suhu sekitar 25°C dan kelembaban relatif tinggi (Gerson, 1992).



Gambar 1. Fase tungau *P. latus*: a. telur, b. larva (Taylor, 2014), c. imago jantan membawa nimfa (Broughton, 2014), d. imago betina (Anonim, 2014 a)

Tipe reproduksi *P. latus* adalah arenotoki, yaitu menghasilkan keturunan jantan jika imago betina tidak melakukan kopulasi, sedangkan jika terjadi kopulasi maka keturunan yang dihasilkan adalah jantan dan betina dengan rasio 1:4 (Gerson, 1992). Pada tanaman jeruk, nisbah kelamin *P. latus* cukup tinggi yaitu 1:4,75 pada jeruk Siam, 1:4,05 pada jeruk Manis, dan 1:4,68 pada jeruk Keprok (Wuryantini *et al.*, 2014).

Telur *P. latus* berbentuk oval berwarna putih transparan. Panjang telur 107 ± 5 μm dan lebar 77 ± 6 μm ditutupi oleh 42-62 benjolan putih pada permukaan yang terdapat dalam 7-8 baris. Telur yang baru diletakkan sangat transparan. Menjelang menetas, telur agak keruh namun tetap tembus pandang dan barisan bintil putih mulai tidak teratur (Wuryantini *et al.*, 2014).

Larva yang baru muncul berwarna putih atau pucat tetapi segera akan menjadi transparan dan bergerak sangat lambat (Zhang, 2003). Larva bertungkal 3



pasang. Panjang tubuh 0,1-0,2 mm. Larva akan makan selama 1-3 hari sebelum memasuki fase nimfa (Fasulo, 2010).

Fase nimfa tungau adalah periode istirahat, pada periode itu tidak ada aktifitas makan. Tubuh nimfa berbentuk elips dengan panjang 120,5 μm dan lebar 75 μm . Nimfa bertungkai 4 pasang. Nimfa betina menarik jantan untuk dibawa ke daun baru. Fase nimfa berlangsung sekitar 1 hari (Pena dan Campbell, 2005). Menjelang menjadi imago, nimfa betina dibawa oleh imago jantan dengan diangkat menggunakan tungkai belakang. Posisi ini seperti posisi 'menggendong', nimfa betina diletakkan pada bagian dorsal jantan dengan bagian tengah samping tubuh nimfa betina yang ditopang. Pada masa ini jantan berusaha membawa nimfa betina sampai nimfa menjadi imago. Setelah nimfa menjadi imago maka terjadi kopulasi (Wuryantini *et al.*, 2014).

Imago jantan lebih kecil dan lebih ramping dari betina, Imago tungau *P. latus* bertungkai 4 pasang. Tungkai jantan lebih kecil dan lebih panjang daripada betina. Tubuh jantan bagian belakang membentuk segitiga, sedangkan pada betina membulat (Kalshoven, 1981). Tubuh betina berbentuk oval dengan rata-rata panjang 0,2 mm (Uygun *et al.*, 1995). Tubuh licin hampir jernih, berwarna hijau kekuningan dengan garis tengah menyerupai garpu di ujung tubuh bagian belakang. Ukuran tubuh jantan lebih kecil yaitu 0,11 mm, warna tubuh sama dengan betina tetapi tidak terdapat garis tengah pada tubuh dan pergerakan jantan lebih cepat dibandingkan dari imago betina (Pena dan Campbell, 2005). Jumlah telur yang dihasilkan oleh betina adalah 30-76 dengan rata-rata 5 telur per hari. Umur imago betina 8-13 hari sedangkan umur imago jantan lebih pendek yaitu 5-9 hari (Fasulo, 2010).

Penyebaran *P. latus* terjadi melalui beberapa cara. Pergerakan jarak dekat biasanya dengan berjalan, tetapi untuk jarak jauh bisa melalui hembusan angin.

Cara lain penyebaran *P. latus* adalah melalui berbagai aktifitas manusia. *P. latus* lebih banyak ditemukan menyerang pada daun muda terutama pada permukaan bawah daun (Zhang, 2003)

Tungau *P. latus* menyerang tanaman komersial dan tanaman hias. Lebih dari 60 famili tanaman yang menjadi inang utama hama ini, diantaranya adalah



Solanaceae, Cucurbitaceae, dan Malvaceae yang menyebabkan kerusakan yang parah (Zhang, 2003).

Potensi *Polyphagotarsonemus latus* sebagai Hama Tanaman Jeruk Siam

Polyphagotarsonemus latus merupakan tungau herbivora dengan berbagai macam kisaran inang dan tersebar luas di daerah tropis dan subtropis di seluruh dunia (Denmark, 1980). Tungau ini ditemukan pada kapas di Brasil, Uganda, dan Kongo; kacang-kacangan, castor, dan dahlia, di Afrika Selatan; teh di Ceylon dan Jawa serta beberapa tanaman lain. Di Indonesia tungau ini ditemukan pada beberapa tanaman diantaranya tomat, cabai, karet, dan teh. Tungau ini merupakan hama yang cukup serius pada tanaman teh dan juga kadang-kadang pada tanaman kopi, sehingga dapat menyebabkan kerusakan (Kalshoven, 1981). Pada tanaman wijen, tungau *P. latus* menyerang pada 25 hari setelah tanam (HST), mencapai puncak populasi pada 55 HST dengan jumlah populasi 4.481 ekor (Noorsanto, 2010). Tungau *P. latus* juga ditemukan pada tanaman jeruk yang menyerang tunas muda. Tungau ini menyerang dengan cara menghisap cairan sel daun. Serangan awal biasanya hanya berupa bintik-bintik pada permukaan daun bagian bawah. Daun yang terserang menjadi salah bentuk, yaitu menggulung, menyempit, dan klorotik (Puspitarini, 2011).

Meningkatnya populasi *P. latus* dapat disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah populasi musuh alami yang mati karena penggunaan pestida yang berlebihan dan pengaruh cuaca. Jika *P. latus* tidak dikendalikan maka populasi akan sangat tinggi karena siklus hidup *P. latus* yang tergolong singkat dengan tingkat keperidian yang tinggi. Tingginya kepadatan populasi tersebut menyebabkan kerusakan pada tunas muda, bahkan menyebabkan kematian apabila terjadi serangan berat, serangan pada buah menyebabkan jaringan permukaan terluka dan retak saat buah tumbuh (Uygun *et al.*, 1995). Serangan pada kuncup bunga mengakibatkan tidak terbentuk buah dan penurunan produksi. Pada awal musim kemarau biasanya serangan bersamaan dengan serangan trips dan kutu daun (Tukimin, 2012). Serangan parah dapat menyebabkan warna kulit buah kusam dan menyebabkan buah gugur (Pena dan Campbell, 2005).



Gejala serangan *P. latus* pada tunas jeruk secara umum adalah pertumbuhan tunas yang tidak sempurna karena mengalami perubahan bentuk dan warna. Gejala kerusakan tunas pada jeruk Siam adalah yang paling parah dibandingkan jeruk komersial lain yaitu jeruk Keprok dan jeruk Manis. Pertumbuhan daun jeruk Siam yang terserang *P. latus* akan mengecil, warna daun berubah menjadi agak kecoklatan dan permukaan daun menjadi kasar. Bentuk daun melengkung ke bawah dan kadang-kadang ujung tunas kering kemudian rontok (Gambar 2). Bagian tanaman yang rontok umumnya adalah tunas atau daun bagian atas dengan populasi *P. latus* paling tinggi. Persentase kerontokan daun antara 20-60%. Tunas yang pertumbuhannya terganggu akan menyebabkan pertumbuhan tidak normal. Apabila tunas yang terserang adalah pada pertanaman di pembibitan maka kualitas bibit akan menurun sehingga akan merugikan secara ekonomi. Dengan demikian *P. latus* dikategorikan sebagai hama utama pada pembibitan tanaman jeruk (Wuryantini *et al.*, 2014).



Gambar 2. Gejala kerusakan tunas daun jeruk Siam (Wuryantini *et al.*, 2014)

Potensi Entomo-acaripatogen sebagai Agens Hayati Pengendali *Polyphagotarsonemus latus*

Salah satu pengendalian yang efektif untuk menekan populasi tungau hama *P. latus* adalah menggunakan cendawan entomo-acaripatogen. Beberapa spesies cendawan entomo-acaripatogen yang berpotensi menjadi agens hayati *P. latus* antara lain *P. fumosoroseus*, *H. thompsonii* dan *B. Bassiana* (Pena, 1996)

Kisaran inang *P. fumosoroseus* cukup luas yaitu lebih dari 25 famili serangga dan beberapa spesies tungau. Serangga hama yang rentan terhadap



infeksi *P. fumosoroseus* antara lain *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae), *Diuraphis noxia* (Mordvilko) (Hemiptera: Aphididae), *Bemisia argentifolii* Pellow dan Perring (Hemiptera: Aleyrodidae). Spesies-spesies tungau yang rentan terinfeksi cendawan *P. fumosoroseus* antara lain tungau tetranichid *Tetranychus urticae* Koch, *Panonychus ulmi* Koch dan *Bryobia rubrioculus* Scheuten (Nugroho, 2003). *P. fumosoroseus* yang tumbuh pada inang yang sesuai, akan menghasilkan enzim untuk menembus kutikula. Cendawan ini juga dapat masuk melalui spirakel atau alat mulut. Miselia akan tersebar di hemolimfa dan jaringan tubuh inang, kemudian akan memproduksi konidia yang muncul pada permukaan tubuh inang. Kematian pada inang disebabkan karena kerusakan jaringan dan pelepasan racun (Hasyim dan Ibrahim, 2003).

Inang utama dari cendawan *H. thompsonii* adalah dari kelas Arachnida. Cara infeksi *H. thompsonii* yaitu spora masuk menembus integumen, terutama melalui tungkai. Hifa akan terbentuk di dalam hemolimfa, kemudian memproduksi konidia yang mulai muncul pada lubang genital dan anal kemudian ke seluruh tubuh (Gerson, 2008).

Cendawan *P. fumosoroseus*, *H. thompsonii* dan *B. bassiana* dapat menyebabkan kematian pada tungau *P. latus* dengan nilai LC_{50} $1,16 \times 10^6$ *B. bassiana* konidia per ml, $2,39 \times 10^3$ *H. thompsonii* konidia per ml, dan $1,29 \times 10^5$ *P. fumosoroseus* konidia per ml. Tetapi cendawan yang menyebabkan kematian paling tinggi adalah *B. bassiana* dengan persentase 88% per daun (Pena *et al.*, 1996).

Cendawan *Beauveria bassiana*

Taksonomi

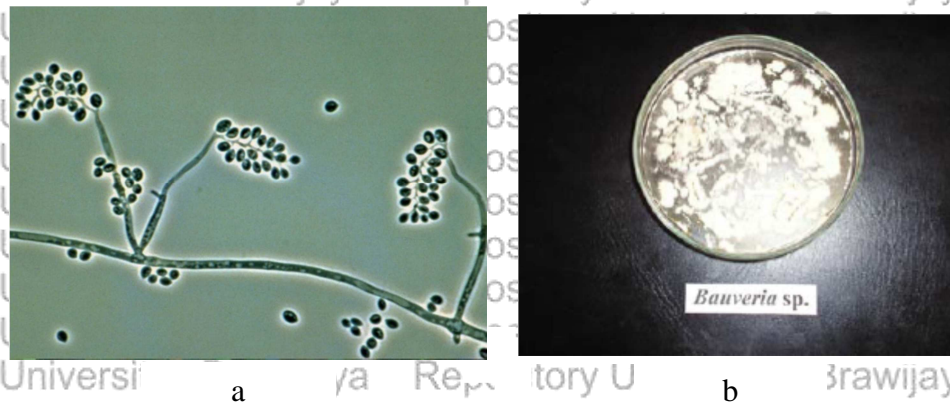
Beauveria bassiana termasuk dalam kingdom Fungi, divisi Ascomycota, kelas Sardariomycetes, ordo Hypocreales, famili Cordycipitaceae dan termasuk dalam genus *Beauveria* (Humber, 2000 dalam Lee *et al.*, 2007).

Morfologi

Beauveria bassiana berspora bulat, bersel satu, hialin, dan berbentuk secara tunggal pada sterigma yang pendek. Konidia *B. bassiana* ini terbentuk pada ujung



dan sisi-sisi konidiofor, terbentuk secara soliter, pertumbuhan mengikuti pola berselang seling, sehingga setelah komidia masak dan terlepas dari konidiofor nampak berbentuk zig-zag. Diameter konidia berbentuk agak bulat sampai dengan bulat telur dan diameter 2-3 μm (Gambar 3a) (Soeharto *et al.*, 1998). Di dalam tubuh serangga yang terinfeksi, terdiri dari banyak sel cendawan yang berdiameter 4 μm . Sedangkan di luar tubuh serangga ukuran sel cendawan menjadi kecil yaitu sekitar 2 μm (Wiryadiputra, 1994). Koloni *B. bassiana* pada medium PDA yang diinkubasi selama 7 hari, membentuk lapisan seperti tepung berwarna putih (Gambar 3b) (Ahmad *et al.*, 2008).



Gambar 3. Morfologi *B. bassiana*: a. mikroskopis (Barron, 2013), b. makroskopis (Ahmad *et al.*, 2008)

Bioekologi

Cendawan *B. bassiana* merupakan cendawan entomopatogen yang biasanya ditemukan pada tanaman dan tanah. *B. bassiana* peka terhadap faktor mikostatik tanah. Serangga yang mati karena terinfeksi akan mati dengan tubuh mengeras seperti mumi dan tertutup oleh benang-benang hifa berwarna putih (Surtikanti *et al.*, 2011).

Cendawan *B. bassiana* dapat berkembang baik pada suhu 25-30°C. Suhu minimum 10°C dan maksimum 32°C. Kelembaban relatif yang mendukung perkembangan cendawan *B. bassiana* adalah 80-100%, konidia akan tumbuh dengan baik dan maksimum pada kelembaban 92%. Dalam kelembaban tinggi,



konidia akan berkecambah dan diikuti dengan pembentukan tabung perkecambahan. *B. bassiana* dapat tumbuh optimal pada pH 5,7-5,9 (Goral dan Lappa, 1972 dalam Soetopo dan Indrayani, 2007).

Penggunaan *B. bassiana* untuk pengendalian hama telah banyak digunakan, cendawan tersebut dapat menurunkan populasi larva *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae) sampai 76,6% pada pertanaman kentang (Poprowski, 1979) pada larva *Crociodolomia pavonana* Fabricius (Lepidoptera: Pyralidae) mencapai 95% (Trizelia *et al.*, 2012).

Mekanisme Infeksi Cendawan *Beauveria bassiana*

Mekanisme infeksi *B. bassiana* pada inang diawali dengan inokulasi, yaitu terjadi kontak antara cendawan dengan tubuh inang. Tahap kedua adalah proses penempelan dan perkecambahan cendawan pada integumen inang (Kanga *et al.*, 2003). Proses ini melibatkan kerja secara fisik (*infection peg*) dan kimiawi, sehingga mengakibatkan cendawan dapat masuk ke dalam jaringan *hemocoel* serangga. Secara kimiawi, cendawan entomopatogen menembus kutikula serangga mengeluarkan enzim protease, lipase aminopeptidase, esterase dan N-acetyl-glukosamidase (khitinase) untuk menguraikan komponen penyusun kutikula serangga (Bidochka dan Small, 2005). Tahap ketiga adalah terjadi penetrasi dan invasi pada tubuh inang. Saat melakukan penetrasi dan menembus integumen, cendawan membentuk apresorium atau tabung kecambah (Bidochka dan Small, 2005). Tahap selanjutnya adalah terjadi destruksi pada titik penetrasi, kemudian terbentuk blastopora yang beredar ke dalam haemolimfa dan membentuk hifa sekunder untuk menyerang jaringan lain (Tanada dan Kaya, 1993).

Cendawan *B. bassiana* memproduksi beauvericin yang mengakibatkan gangguan pada fungsi haemolimfa dan inti sel inang. Seperti umumnya cendawan, *B. bassiana* menginfeksi inang melalui kontak fisik, yaitu dengan menempelkan konidia pada integumen. Perkecambahan konidia terjadi dalam 1-2 hari kemudian dan menumbuhkan miselia di dalam tubuh inang. Inang yang terinfeksi biasanya akan berhenti makan sehingga menyebabkan imunitas menurun, 3-5 hari



kemudian mati dengan ditandai adanya pertumbuhan konidia pada integumen (Soetopo dan Indrayani, 2007).

Mekanisme penetrasi dimulai dengan pertumbuhan konidia pada kutikula, kemudian hifa cendawan mengeluarkan enzim kitinase, lipase, dan proteinase yang dapat menguraikan kutikula. Di dalam tubuh inang, hifa *B. bassiana* juga menghasilkan beberapa toksin seperti beauverisin, bassianolit, isorolit, dan asam oksalat yang menyebabkan terjadi kenaikan pH hemolimfa, penggumpalan hemolimfa, dan peredaran hemolimfa terhenti (Robert dan Yendol, 1981). Toksin juga menyebabkan kerusakan jaringan, terutama pada saluran pencernaan, otot, sistem syaraf, dan sistem pernafasan (Wahyudi, 2008).



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Hama dan rumah kawat Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan (HPT) Fakultas Pertanian (FP) Universitas Brawijaya (UB) Malang, pada bulan November 2013 sampai dengan bulan Mei 2014.

Bahan dan Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan Petri kaca diameter 9 cm sebagai tempat media tumbuh cendawan; cawan Petri plastik diameter 9 cm sebagai arena percobaan; hemositometer untuk menghitung kerapatan konidia; autoklaf untuk alat sterilisasi; *laminar air flow cabinet* sebagai tempat bekerja secara aseptis; mikropipet untuk mengambil suspensi konidia; gelas ukur untuk mengukur volume larutan; *cork borer* untuk pemindahan cendawan; sentrifus untuk pemisahan konidia dengan media; kuas nomor 00 untuk pemindahan tungau; mikroskop stereo untuk pengamatan tungau; mikroskop cahaya untuk pengamatan mikroskopis cendawan; gelas objek; gelas penutup untuk membuat preparat cendawan yang akan diamati pada mikroskop; botol semprot 5 ml untuk menyemprotkan suspensi cendawan; erlenmeyer; botol kaca untuk tempat media perbanyakan cendawan; kamera digital untuk dokumentasi, dan sebagainya.

Bahan-bahan yang digunakan yaitu isolat cendawan *B. bassiana* koleksi Jurusan HPT FP UB sebagai cendawan uji; imago *P. latus* sebagai objek pengamatan; bahan media tumbuh cendawan *potato dextrose agar* (PDA): 20 gr kentang, 20 gr dextrose, 0,5 gr kloramfenikol sebagai anti bakteri, 11 aquades; bahan media cair ekstrak kentang dextrose pepton (EKDP): 20 gr kentang, 20 gr dextrose, 0,5 gr kloramfenikol, 10 gr pepton; tanaman jeruk berumur 1-2 tahun yang didapatkan dari kebun pembibitan Balitjestro sebagai tempat perbanyakan massal tungau; tunas daun jeruk siam, spons ukuran 5 x 7 cm, tisu ukuran 5 x 8 cm untuk arena percobaan; alkohol 70%, NaOCl 2%, aquades steril untuk sterilisasi tungau; plastik pembungkus (*wrapping plastic*) untuk merekatkan



cawan Petri kaca, kertas alumunium foil untuk membungkus botol media, dan sebagainya.

Metode Percobaan

Perbanyakan Massal dan Pemeliharaan *Polyphagotarsonemus latus*

Perbanyakan *P. latus* dilakukan pada tanaman jeruk berumur 1-2 tahun yang bertunas cukup banyak. Imago *P. latus* untuk awal perbanyakan diperoleh dari tanaman jeruk di Balitjestro, Batu. *P. latus* diinfestasikan pada daun yang diletakkan di cawan Petri kemudian dibawa ke rumah kawat Jurusan HPT FP UB untuk diinfestasikan pada tanaman jeruk baru yang telah dibersihkan daunnya sebagai arena perbanyakan massal. Pemindahan *P. latus* menggunakan kuas halus (Gambar 4). Masing-masing daun jeruk pada tanaman diberi lebih kurang 5 imago *P. latus*. Tanaman jeruk yang digunakan sebagai arena perbanyakan massal adalah 20 tanaman. Pemeliharaan dilakukan dengan melakukan penyiraman dan pemupukan tanaman sesuai kebutuhan.



Gambar 4. Infestasi tungau ke tanaman jeruk untuk perbanyakan massal.

Arena Percobaan

Arena percobaan adalah cawan Petri plastik yang di dalamnya diletakkan spons basah. Di atas spons dilapisi kertas tisu sebagai alas daun jeruk siam. Daun jeruk tersebut diletakkan dengan posisi permukaan daun bagian bawah berada di atas. Tisu yang sudah dilubangi sesuai bentuk dan ukuran daun diletakkan di atas daun untuk mencegah tungau keluar dari daun (Gambar 5).



Gambar 5. Arena percobaan

Perbanyak Cendawan Entomo-acaripatogen *Beauveria bassiana*

Cendawan entomo-acaripatogen *B. bassiana* didapatkan dari koleksi Jurusan HPT FP UB dalam bentuk suspensi. Isolat *B. bassiana* berasal dari wereng yang didapatkan dari pertanaman padi di Kasembon, Kabupaten Malang. Sebelum dilakukan uji patogenisitas, terlebih dahulu dilakukan uji postulat Koch yaitu isolat *B. bassiana* yang berasal dari wereng ditularkan terlebih dahulu ke tungau sehat. Setelah tungau terserang *B. bassiana*, maka dilakukan isolasi dan perbanyak, sehingga isolat yang digunakan untuk pengujian patogenisitas adalah isolat *B. bassiana* yang berasal dari tungau. Postulat Koch dilakukan untuk membuktikan bahwa isolat *B. bassiana* yang berasal dari wereng dapat menyebabkan penyakit terhadap tungau *P. latus*. Tahapan postulat Koch yaitu inokulasi cendawan ke tungau sehat, isolasi cendawan dari tubuh tungau, pemurnian cendawan terpilih, dan identifikasi, masing-masing tahapan tersebut diuraikan dibawah ini.

Inokulasi. Inokulasi dilakukan pada *P. latus* sehat yang diletakkan di arena percobaan. Dilakukan dengan cara menyemprotkan suspensi *B. bassiana* ke 20 arena percobaan yang berisi masing-masing 10 imago betina *P. Latus*. Setiap arena percobaan dilakukan penyemprotan satu kali. Setelah disemprot, arena percobaan ditutup dan diletakkan pada nampan yang berisi air, untuk meningkatkan kelembaban. Tungau *P. latus* yang telah diinokulasi dengan cendawan entomo-acaripatogen diamati setiap 24 jam selama 10 hari sampai muncul gejala dan tanda yang menunjukkan terserang *B. bassiana* seperti munculnya miselia berwarna putih pada tubuh tungau. Setelah ditemukan gejala terserang *B. bassiana* kemudian dilakukan isolasi sebagai berikut.



Isolasi Cendawan dari Tungau terinfeksi. Tujuan dari isolasi adalah untuk mendapatkan cendawan *B. bassiana* yang telah menyebabkan kematian pada hama tungau *P. latus*. Isolasi dilakukan di dalam *laminar air flow cabinet*. Tungau yang terserang cendawan entomo-acaripatogen, disterilisasi dengan NaOCl, alkohol 70%, aquades steril selama beberapa detik, kemudian ditanam ke media PDA. Setelah 7 hari penanaman, dilakukan purifikasi atau pemurnian cendawan untuk mendapatkan cendawan terpilih sebagai berikut.

Pemurnian *Beauveria bassiana*. Pemurnian atau purifikasi bertujuan untuk mendapatkan isolat cendawan *B. bassiana* yang telah diisolasi dan dilakukan identifikasi yang kemudian dilakukan perbanyakan. Pemurnian dilakukan di dalam *laminar air flow cabinet* untuk mendapatkan kondisi yang steril. Pemurnian dilakukan dengan cara memisahkan cendawan terpilih yaitu *B. bassiana* dengan mikroorganisme lain yang tumbuh pada media.

Proses purifikasi dilakukan dengan mengambil sedikit bagian dari isolat cendawan terpilih dengan menggunakan *cork borer* yang telah disterilkan dengan alkohol kemudian dibakar dengan api Bunsen. Membakar peralatan dengan api Bunsen diusahakan tidak terlalu lama karena akan mematikan cendawan yang akan dimurnikan. Kemudian meletakkan isolat pada media PDA baru, saat melakukan proses pemurnian selalu didekatkan dengan api Bunsen untuk menghindari kontaminasi. Setelah itu cawan Petri ditutup rapat dengan menggunakan plastik pembungkus. Setelah didapatkan cendawan murni, selanjutnya dilakukan identifikasi dengan metode sebagai berikut.

Identifikasi. Identifikasi bertujuan untuk memastikan spesies cendawan entomo-acaripatogen yang menyebabkan kematian pada *P. latus* adalah cendawan *B. bassiana*. Identifikasi dilakukan dengan mengambil sedikit bagian isolat yang telah dipurifikasi dengan menggunakan jarum Ose, kemudian diletakkan di atas gelas objek yang telah ditetesi media yang telah dicairkan. Setelah gelas objek ditutup dengan gelas penutup, kemudian diinkubasi selama 2 hari pada kondisi yang lembab. Identifikasi dilakukan berdasarkan pada morfologi konidia, hifa, konidiofor dan warna koloni menggunakan mikroskop. Kunci identifikasi



cendawan yang digunakan adalah Barnett dan Hunter (1972). Isolat Cendawan yang sudah diidentifikasi, diperbanyak dengan media padat dan cair.

Isolat cendawan entomo-acaripatogen diperbanyak dengan menggunakan media padat PDA dan media cair EKDP. Perbanyakan dilakukan untuk mendapatkan persediaan isolat *B. bassiana* untuk perlakuan selanjutnya. Pemindahan *B. bassiana* dilakukan di dalam *laminar air flow cabinet*, hal ini dilakukan untuk mencegah kontaminasi dari mikroorganisme yang tidak diinginkan. Inokulum *B. bassiana* diinkubasikan pada suhu 26-29°C dan kelembaban 75-79% dengan pH 6 selama 21 hari.

Isolat cendawan yang dipakai untuk perlakuan adalah *B. bassiana* yang diperbanyak pada media cair EKDP. Sebelum dihitung kerapatannya, terlebih dahulu *B. bassiana* disentrifus dengan kecepatan 5.000 rpm selama 5 menit, sehingga didapatkan suspensi yang berisi konidia dan aquades murni tanpa adanya campuran media.

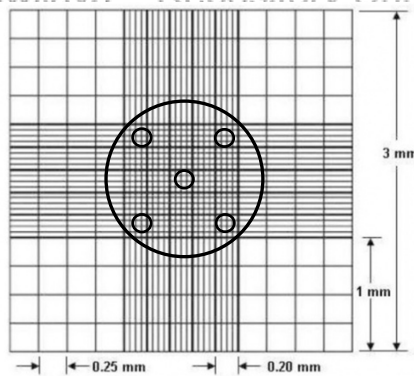
Suspensi cendawan entomo-acaripatogen yang telah disentrifugasi dihitung kerapatannya dengan menggunakan hemositometer. Suspensi cendawan diambil 0,1 ml kemudian diteteskan di atas hemositometer. Konidia dihitung di bawah mikroskop binokuler dengan perbesaran 40 kali. Konidia dihitung pada kotak bagian tengah (Gambar 6, yang dilingkari). Pada kotak tengah tersebut ditentukan 5 kotak contoh secara diagonal kemudian dihitung jumlah konidia yang ada pada kotak contoh dengan menggunakan alat penghitung tangan. Dalam satu kotak contoh terdapat 16 kotak kecil sehingga terdapat 80 kotak kecil yang diamati. Jumlah konidia yang ada pada kotak tersebut dimasukkan ke dalam rumus berikut:

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

yang C adalah kerapatan konidia per ml larutan, t adalah jumlah konidia dalam kotak contoh yang diamati, n adalah jumlah kotak contoh yang diamati dan angka 0,25 adalah faktor koreksi penggunaan kotak sampel skala kecil pada hemositometer (Gabriel dan Riyatno, 1989 dalam Herlinda *et al.*, 2005).



Jumlah kerapatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 10^8 , 10^6 , 10^4 , dan 10^2 , sehingga jumlah kerapatan minimal adalah 10^8 . Jika kerapatan konidia mencapai 10^8 atau lebih, maka selanjutnya adalah membuat suspensi *B. bassiana* kerapatan 10^6 , 10^4 , dan 10^2 dengan pengenceran berseri. Teknik pengenceran berseri dilakukan dengan cara mengambil 1 ml suspensi konidia kerapatan 10^8 kemudian ditambahkan 9 ml aquades steril sehingga mencapai kerapatan 10^7 . Untuk mendapatkan kerapatan 10^6 yaitu dengan mengambil 1 ml suspensi konidia kerapatan 10^7 kemudian ditambahkan 9 ml aquades. Hal yang sama dilakukan untuk mendapatkan kerapatan 10^4 dan 10^2 . Apabila hasil perhitungan kerapatan kurang dari 10^8 , maka jumlah konidia cendawan perlu ditingkatkan lagi, salah satunya dengan cara menambah waktu inkubasi lebih kurang selama 7 hari. Setelah itu, cendawan dihitung kembali kerapatannya dengan cara yang sama.



Gambar 6. Bidang pandang hemositometer di bawah mikroskop cahaya (Anonim, 2014 b)

Uji Viabilitas

Konidia *B. bassiana* dinyatakan berkecambah apabila panjang buluh kecambah melebihi diameternya atau lebih dari $3\mu\text{m}$ dan dinyatakan viabel apabila daya kecambah lebih dari 80% (Junianto dan Sukamto, 1995; Kassa, 2003 dalam Hamdani *et al.*, 2010). Viabilitas konidia ditentukan dengan cara isolat *B. bassiana* pada kerapatan 10^8 diinkubasikan selama 24 jam pada kaca preparat dan diulang 3 kali. Kaca preparat diletakkan di cawan Petri yang telah diberi tisu basah agar kelembaban tetap terjaga. Cendawan diinkubasikan pada suhu 29°C



dan kelembaban 79%. Isolat cendawan *B. bassiana* yang digunakan berasal dari tungau yang diperbanyak pada media cair EKDP berumur 21 hari. Konidia-konidia yang berkecambah dan tidak berkecambah dihitung di bawah mikroskop dengan perbesaran 40 kali. Viabilitas dihitung menggunakan rumus berikut:

$$V = \frac{g}{(g + u)} \times 100\%$$

yang V adalah perkecambahan konidia (viabilitas), g adalah jumlah konidia yang berkecambah dan u adalah jumlah konidia yang tidak berkecambah (Gabriel dan Riyatno, 1989 dalam Herlinda *et al.*, 2005).

Uji Patogenisitas *B. bassiana* pada *P. latus*

Tujuan dari uji patogenisitas adalah untuk mengetahui kerapatan *B. bassiana* yang dapat mengakibatkan mortalitas paling efektif terhadap imago *P. latus*. Percobaan ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan 7 ulangan. Kerapatan yang diujikan adalah konsentrasi 10^2 , 10^4 , 10^6 , dan 10^8 dan aquades sebagai kontrol. Masing-masing perlakuan berisi 10 ekor imago betina *P. latus* yang ditempatkan pada arena percobaan. Suspensi perlakuan tersebut disemprotkan ke arena percobaan dengan menggunakan *handsprayer* dengan jarak semprot kurang lebih 15 cm. Setelah dilakukan uji patogenisitas, kemudian dilakukan pengamatan yang meliputi mortalitas imago *P. latus*, waktu kematian, serta siklus hidup dan lama hidup tiap fase tungau *P. latus* dengan metode sebagai berikut.

Mortalitas Imago *P. latus*. Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah tungau dewasa yang mati. Ciri-ciri imago tungau yang mati adalah tubuh dan tungkainya tidak bergerak saat disentuh dengan kuas. Perhitungan mortalitas dilakukan setiap 12 jam sekali selama 5 hari setelah aplikasi *B. bassiana*. Mortalitas dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$\text{Mortalitas} = \frac{\sum \text{imago tungau mati}}{\sum \text{seluruh tungau}} \times 100\%$$

Perhitungan mortalitas digunakan untuk mengetahui tingkat patogenisitas cendawan *B. bassiana* pada masing-masing perlakuan, tingkat patogenisitas



didasarkan pada klasifikasi oleh Thungrabeab *et. al.* (2006), yaitu patogenisitas tinggi dengan mortalitas lebih dari 64,49%, patogenisitas sedang dengan mortalitas 64,49–30,99% dan patogenisitas rendah dengan mortalitas kurang dari 30,99%.

Waktu Kematian Imago *P. latus*. Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah imago *P. latus* yang mati tiap pengamatan, kemudian dianalisis dengan menggunakan analisis probit untuk mendapatkan nilai LT_{50} , yaitu waktu kematian 50% imago betina *P. latus* akibat *B. bassiana*.

Siklus dan Lama Hidup Tiap Fase. Pengamatan ini dilakukan dengan menghitung lama stadia telur sampai menetas menjadi larva, lama hidup larva sampai berkembang menjadi nimfa, dan lama hidup nimfa hingga berkembang menjadi imago.

Analisis Data

Data mortalitas imago, siklus hidup dan lama hidup tiap fase dianalisis menggunakan analisis sidik ragam dengan taraf 5% apabila respon dari perlakuan menunjukkan pengaruh yang nyata maka dilakukan uji lanjutan menggunakan uji Tukey pada taraf uji 5%. Pengolahan data menggunakan bantuan program SPSS. Selain itu, data mortalitas dianalisa menggunakan analisis probit dengan bantuan program Hsin Chi untuk mendapatkan nilai LT_{50} .



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa konsentrasi *B. bassiana* yang bersifat paling virulen membunuh *P. latus* adalah 10^8 konidia/ml aquades. Mortalitas *P. latus* yang dicapai pada aplikasi *B. bassiana* konsentrasi 10^8 konidia/ml aquades adalah 100%, dengan nilai LT_{50} 66,03 jam, dan siklus hidup *P. latus* menjadi lebih singkat dibandingkan dengan kontrol.

Saran

Pada penelitian ini aplikasi *B. bassiana* dengan konsentrasi 10^2 , 10^4 , 10^6 , 10^8 konidia/ml aquades pada *P. latus* menunjukkan bahwa jumlah telur, lama tetas telur, dan persentase tetas telur tidak berbeda nyata dengan kontrol. Oleh karena itu, perlu diketahui lebih lanjut tentang patogenisitas entomo-acaripatogen *B. bassiana* terhadap biologi telur menggunakan *B. bassiana* dengan konsentrasi yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, R.Z., D. Haryuningtyas., A. Wardhana. 2008. *Lethal Time* 50 Cendawan *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* terhadap *Sarcoptes scabiei*. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner.
- Anonim, 2014 a. Imago Betina *P. latus*. Diunduh dari <http://ucanr.edu/blogs/Topics/index.cfm?tagname=broadmite> pada tanggal 28 Januari 2014.
- Anonim. 2014 b. Haemocytometer. Diunduh dari <http://www.peqqlab.de> pada tanggal 28 Januari 2014.
- Alves, S.B., M.A. Tamai., L.S. Rossi., E. Castiglioni. 2005. *Beauveria bassiana* Pathogenicity to the Citrus Rust Mite *Phyllocoptruta oleivora*. Exp. & Appl. Acarol. 37: 117-122.
- Balitbangtan (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian). 2005. Prospek dan Arah Pengembangan Agrobisnis Jeruk. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Baddu, Y., R.D. Puspitarini., A. Afandhi. 2014. Patogenisitas jamur Entomoparasitoid *Beauveria bassiana* pada Berbagai Fase Perkembangan Tungau Teh Kuning *Polyphagotarsonemus latus* Banks. J. H.P.T. 2(3): 51-58.
- Barnet, H.L., B.B. Hunter. 1998. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Fourth Edition. American Phytopathological Society Press.
- Barron, G. 2013. *Beauveria bassiana*-sympodial development on rachis. University of Guelph, Canada. Diunduh dari <http://atrium.lib.uoguelph.ca/xmlui/handle/10214/6018> pada tanggal 01 November 2014.
- Bidochka, M.J., C.L. Small. 2005. Phylogeography of *Metarhizium*, an Insect Pathogenic Fungus. Di dalam FE Vega, M Blackwell (eds.). Insect-Fungal Associations. Oxford University Press.
- Broughton, S. 2014. Mites in citrus Identification. Departement of Agriculture and Food. Government of Western Australia. Diunduh di <https://www.agric.wa.gov.au/citrus/mites> pada tanggal 01 November 2014.
- Budi, A.S., A. Afandhi., R.D. Puspitarini. 2013. Patogenisitas Jamur Entomoparasitoid *Beauveria bassiana* Balsamo (Deuteromycetes: Moniliales) pada Larva *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). J. H.P.T 1(1): 57-65.
- Cahyono, B. 2005. Budidaya Jeruk Mandarin. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta.



Denmark, H.A. 1980. Broad Mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acarina: Tarsonemidae) on Pittosporum. Florida Departement Agriculture and Consumer Services Division of Plant Industry, Bureau of Entomology Circular.

Fatiha, L., S. Ali., S. Ren., M. Afzal. 2007. Biological Characteristics and Pathogenicity of *Verticillium lecanii* Against *Bemisia tabaci* (Homoptera: Alyrodidae) on Eggplant. Pakistan Entomol. 29(2): 63-72.

Fasulo, T.R. 2010. Broad Mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). Entomology and Nematology Department, Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences University of Florida.

Gerson, U. 1992. Biology and Control of The Broad Mite *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). Exp. & Appl. Acarol. 13(3): 163-178.

Hamdani., Trizelia., Yaherwandi. 2010. Karakterisasi Fisiologi beberapa Isolat Cendawan Entomopatogen yang Berpotensi Mengendalikan Hama Penggerek Buah Kakao, *Conopomorpha cramerella* Snell (Lepidoptera: Gracillariidae). Manggaro 11(2): 71-76.

Hardiyanto. 2008. Jeruk Nasional dan Jeruk Impor. Diunduh dari <http://balitjestro.litbang.deptan.go.id/id/374.html> pada tanggal 28 Januari 2014.

Hasyim, N., Y.B. Ibrahim. 2003. Efficacy of Entomopatogenic Fungi, *Paecilomyces fumosoroseus*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* var. *majus* Against *Crocidolomia binotalis* (Lepidoptera: Pyraladae). Petranika J. Trop. Agric. Science 26(2): 103-108.

Herlinda, S., M.D. Utama., Y. Pujiastuti., Suwandi. 2006. Kerapatan dan Viabilitas Spora *Beauveria bassiana* (Bals.) akibat Subkultur dan Pengayaan Media, serta Virulensinya terhadap Larva *Plutella xylostella* (Linn.) J. H.P.T. Trop. 6(2): 70-78.

James, R.R., J.S. Buckner., T.P. Freeman. 2003. Cuticular Lipids and Silverleaf Whitefly Stage Affect Conidial Germination of *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus*. J. Invert. Pathol. 84 (2): 67-74.

Kalshoven, L.G.E. 1981. The Pests of Crops in Indonesia. Terjemahan dari: De Plagen van de Cultuurgewassen in Indonesie. Diterjemahkan oleh: P.A. van der Laan. PT Ichtiar Baru van Hoeve. Jakarta.

Kanga, L.H., W.A. Jones., R.R. James. 2003. Field Trials Using Fungal Pathogen *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycetes: Hypomycetes) to Control the Ectoparasitic Mite, *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) in Honey Bee,



- Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) Colonies. *J. Econ. Entomol.* 96(4): 1091-9.
- Kartohardjono, A. 2011. Penggunaan Musuh Alami sebagai Komponen Pengendalian Hama Padi Berbasis Ekologi. *J. Pengembangan Inovasi Pertanian* 4(1): 29-46.
- Krantz, G.W. 1970. *A manual of Acarology*. O.S.U. Book Stores Inc. Corvallis, Oregon.
- Lee, J.O., Bhushan., T. Wong., Gi-Ho., S. Jae-Mo. 2007. Stable Formation of Fruiting Body in *Cordyceps bassiana*. *Mycobiol.* 35(4): 230-234.
- Nugroho, I. 2003. Laboratory Bioassay of Some Entomopathogenic Fungi Against Broad Mite (*Polyphagotarsonemus latus*). *J. Agric. & Bio* 6(2): 223-225.
- Naharsari, N.D. *Bercocok Tanam Jeruk*. Azka Press.
- Noorsanto, Y.E. 2010. Tungau Kuning Teh *Polyphagotarsoemus latus* Banks (Acari: Tarsonemidae): Tingkat Populasi dan Musuh Alaminya pada Berbagi Pola Tanam Wijen. Skripsi. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Pena, J.E., L.S. Osborne., R.E. Duncan. 1996. Potential of Fungi as Biocontrol Agents of *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae). *Entomophaga* 41(1): 27-36.
- Pena, J.E., C.W. Campbell. 2005. Broad Mite. Diunduh dari <http://edis.ifas.ufl.edu/CH020> pada tanggal 28 Januari 2014.
- Poprowski, T.J. 1997. Early Season Application of The Fungus *Beauveria bassiana* and Introduction of The Hemipteran predator *Perillus bioculatus* for Control of Colorado Potato Beetle. *Biol. Control* 10:48-57.
- Prayogo, Y. 2006. Upaya Mempertahankan Keefektifan Cendawan Entomopatogen untuk Mengendalikan Hama Tanaman Pangan. *J. Litbang Pert.* 25(2): 47-54.
- Pujiastuti, Y., Erfansyah., S. Herlinda. 2006. Keefektifan *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Isolat *Indigenous* Pagaralam Sumatera Selatan pada Media Beras terhadap Larva *Plutella xylostella* Linn. (Lepidoptera: Yponomeutidae). *J. Entomol. Indon.* 3(1): 30-40.
- Puspitarini, R.D. 2011. *Tungau Fitofag Pertanian dan Perkebunan di Indonesia*. Penerbit Selaras.
- Rahmat, P. 2011. 21 Jenis Tabulampot Populer. Agromedia Pustaka. Jakarta.



Rahmayuni, A., L. Daha., Fatahuddin. 2014. Pengaruh Cendawan *Beauveria bassiana* Vuillemin terhadap Mortalitas dan Parasitasi Telur *Helicoverpa armigera* Hubner pada Tanaman Jagung. Diunduh dari <http://repository.unhas.ac.id> pada tanggal 18 November 2014.

Robert, D.W., W.G. Yendol. 1971. Use of Fungi for Microbial Control of Insect. Microbial Control of Insect and Mites. Di dalam H.D. Burges., NW. Hussey (eds.). Microbial Control of Insects and Mites. Academic Press Inc. London.

Rukmana. 2005. Jeruk Besar Potensi dan Prospeknya. Kanisius. Yogyakarta.

Rustama, M., M. Melanie., B. Irawan. 2008. Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Metharizium anisopliae* terhadap *Crociodolomia pavonana* Fab. dalam Kegiatan Studi Pengendalian Hama Terpadu Tanaman Kubis dengan menggunakan Agensia Hayati. Laporan Akhir Penelitian Peneliti Muda Unpad. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjajaran.

Saleh, R.M., R. Thalib., Suprapti. 2000. Pengaruh Pemberian *Beauveria bassiana* Vuill. Terhadap Kematian dan Perkembangan Larva *Spodoptera litura* Fabricius di Rumah Kaca. J. H.P.T. Trop. 1(1): 7-10.

Septarini, L.N. 2013. Uji Potensi Kapang Entomopatogen terhadap Kutu Sisik Coklat (*Lepidosaphes beckii*) Hama Tanaman Jeruk Siam (*Citrus suhuiensis*). Skripsi. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya.

Soeharto, E.B., Trisusilowati., H. Purnomo. 1998. Kajian Aspek Fisiologik *Beauveria bassiana* dan Virulensinya terhadap *Helicoverpa armigera*. J. Perl. Tan. Indon. 4(2): 112-119.

Soelarso, B. 1996. Budidaya Jeruk Bebas Penyakit. Kanisius. Yogyakarta.

Soetopo, D., I.G.G.A. Indrayani. 2007. Status Teknologi dan Prospek *Beauveria Bassiana* untuk Pengendalian Serangga Hama Tanaman yang Ramah Lingkungan. Perspek. 6(1): 29-46.

Surtikanti., M. Yasin., J. Tandiabang. 2011. Pengendalian Hama Kumbang Bubuk menggunakan Cendawan *Beauveria bassiana* Vuill. Berupa Tepung. Seminar Nasional Serealia. Balai Penelitian Tanaman Serealia.

Tanada, Y., H.K. Kaya. 1993. Insect Pathology. Academic Press Inc. San Diego.

Taylor, N.J. 2014. Watch for broad mite symptoms. Ohio State University. Diunduh dari <http://ppdc.osu.edu> pada tanggal 01 November 2014.



Tenrirawe, A., M.S. Pabbage. 2013. Isolasi, Identifikasi Jamur Entomopatogen yang Menyerang hama Penggerek Tongkol Jagung (*Helicoverpa armigera*). Seminar Nasional Serealia. Balai Penelitian Tanaman Serealia.

Thungrabeab, M., P. Blaeser., C. Sengonca. 2006. Possibilities for Biocontrol of the Onion thrips *Thrips tabacci* Linderman (Thysanoptera: Thripitidae) using Difference Entomopatogenic from Thailand. Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Entomology 15.

Trizelia., T. Santoso., S. Sosromarsono., A. Rauf., L.I. Sudirman. 2007. Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina Hyphomycetes) terhadap Telur *Crocidolomia pavonana* (Lepidoptera: Pyralidae). J. Pen. dan Inform. Pert. Agrin 11(1): 52-59.

..... 2012. Keragaman Genetik berbagai Isolat *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Deuteromycotina: Hyphomycetes) dan Virulensinya terhadap *Crocidolomia pavonana*. J. Natur Indon. 14(3): 176-183.

Tukimin, S.W. 2012. Bioekologi dan Pengendalian Tungau Kuning Teh *Polyphagotarsonemus latus* Banks dengan Pestisida Nabati pada Tanaman Wijen. Perspek. 11(1): 669-78.

Uygun, N., M.R. Ulusoy., I. Karaca. 1995 A Citrus Pest in Mediterranean Region of Turkey, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acarina: Tarsonemidae). Turkey Entomol. 19(1): 1-4.

Wahyudi. 2008. Uji Patogenitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Vuill. Terhadap Ulat Grayak (*Spodoptera litura*). Biosfer. 19:1-5.

Wekesa, V.W., N.K. Maniania., M. Knapp., H.I. Boga. 2005. Pathogenicity of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* to The Tobacco Spider Mite *Tetranychus evansi*. Exp. & Appl. Acarol. 36: 41-50.

Wiradiputra, S. 1994. Prospek dan Kendala Pengembangan Jamur Entemopatogenik *Beauveria bassiana* untuk Pengendali Hayati Hama Penggerek Buah Kopi *Hypotemus hampei*. Pelita Perkebunan 9(1): 92-99.

Wuryantini, S., R.D. Puspitarini., A. Affandhi. 2014. Influence of Citrus Species to Biology and Development Citrus Silver Mite *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). J. Agric. and Veterin. Sc. 7(2):54-59.

Zhang, Z.Q. 2003. Mites of Greenhouses. CABI Publishing, USA.

Tabel Lampiran 1. Sidik Ragam Mortalitas Imago *P. latus* pada 24 JSA

SK	JK	db	KT	F hitung	Sig.
Perlakuan	320,40	4	80,10	4,50	0,00
Galat	534,01	30	17,80		
Total	854,41	34			

Keterangan: SK: sumber keragaman; JK: Jumlah Kuadrat; db: Derajat Bebas; KT: Kuadrat Tengah; Sig: Signifikansi; jika nilai signifikansi < 0,05 maka dilakukan uji lanjut Tukey 5%.

Tabel Lampiran 2. Sidik Ragam Mortalitas Imago *P. latus* pada pada 36 JSA

SK	JK	db	KT	F hitung	Sig.
Perlakuan	2491,76	4	622,94	14,36	0,00
Galat	1301,06	30	43,36		
Total	3792,83	34			

Keterangan: SK: sumber keragaman; JK: Jumlah Kuadrat; db: Derajat Bebas; KT: Kuadrat Tengah; Sig: Signifikansi; jika nilai signifikansi < 0,05 maka dilakukan uji lanjut Tukey 5%.

Tabel Lampiran 3. Sidik Ragam Mortalitas Imago *P. latus* pada 48 JSA

SK	JK	db	KT	F hitung	Sig.
Perlakuan	4142,85	4	1035,71	17,18	0,00
Galat	1808,27	30	60,27		
Total	5951,13	34			

Keterangan: SK: sumber keragaman; JK: Jumlah Kuadrat; db: Derajat Bebas; KT: Kuadrat Tengah; Sig: Signifikansi; jika nilai signifikansi < 0,05 maka dilakukan uji lanjut Tukey 5%.

Tabel Lampiran 4. Sidik Ragam Mortalitas Imago *P. latus* pada 60 JSA

SK	JK	db	KT	F hitung	Sig.
Perlakuan	8635,58	4	2158,89	54,33	0,00
Galat	1191,97	30	39,73		
Total	9827,55	34			

Keterangan: SK: sumber keragaman; JK: Jumlah Kuadrat; db: Derajat Bebas; KT: Kuadrat Tengah; Sig: Signifikansi; jika nilai signifikansi < 0,05 maka dilakukan uji lanjut Tukey 5%.

Tabel Lampiran 5. Sidik Ragam Mortalitas Imago *P. latus* pada 72 JSA

SK	JK	Db	KT	F hitung	Sig.
Perlakuan	10322,17	4	2580,54	50,42	0,00
Galat	1535,22	30	51,17		
Total	11857,40	34			

Keterangan: SK: sumber keragaman; JK: Jumlah Kuadrat; db: Derajat Bebas; KT: Kuadrat Tengah; Sig: Signifikansi; jika nilai signifikansi < 0,05 maka dilakukan uji lanjut Tukey 5%.

Tabel Lampiran 6. Sidik Ragam Mortalitas Imago *P. latus* pada 84 JSA

SK	JK	db	KT	F hitung	Sig.
Perlakuan	15814,48	4	3953,62	100,71	0,00
Galat	1177,65	30	39,25		
Total	16992,13	34			

Keterangan: SK: sumber keragaman; JK: Jumlah Kuadrat; db: Derajat Bebas; KT: Kuadrat Tengah; Sig: Signifikansi; jika nilai signifikansi < 0,05 maka dilakukan uji lanjut Tukey 5%.

Tabel Lampiran 7. Sidik Ragam Mortalitas Imago *P. latus* pada 96 JSA

SK	JK	db	KT	F hitung	Sig.
Perlakuan	37296,44	4	9324,11	161,93	0,00
Galat	1727,41	30	57,58		
Total	39023,85	34			

Keterangan: SK: sumber keragaman; JK: Jumlah Kuadrat; db: Derajat Bebas; KT: Kuadrat Tengah; Sig: Signifikansi; jika nilai signifikansi < 0,05 maka dilakukan uji lanjut Tukey 5%.

Tabel Lampiran 8. Sidik Ragam Mortalitas Imago *P. latus* pada 108 JSA

SK	JK	db	KT	F hitung	Sig.
Perlakuan	42298,61	4	10574,65	983,92	0,00
Galat	322,42	30	10,74		
Total	42621,03	34			

Keterangan: SK: sumber keragaman; JK: Jumlah Kuadrat; db: Derajat Bebas; KT: Kuadrat Tengah; Sig: Signifikansi; jika nilai signifikansi < 0,05 maka dilakukan uji lanjut Tukey 5%.

Tabel Lampiran 9. Sidik Ragam Mortalitas Imago *P. latus* pada 120 JSA

SK	JK	db	KT	F hitung	Sig.
Perlakuan	42561,74	4	10640,43	547,91	0,00
Galat	582,59	30	19,42		
Total	43144,33	34			

Keterangan: SK: sumber keragaman; JK: Jumlah Kuadrat; db: Derajat Bebas; KT: Kuadrat Tengah; Sig: Signifikansi; jika nilai signifikansi < 0,05 maka dilakukan uji lanjut Tukey 5%

Tabel Lampiran 10. Sidik Ragam Jumlah Telur *P. latus*

SK	JK	db	KT	F hitung	Sig.
Perlakuan	154,68	4	38,67	3,31	0,23
Galat	350,28	30	11,67		
Total	504,97	34			

Keterangan: SK: sumber keragaman; JK: Jumlah Kuadrat; db: Derajat Bebas; KT: Kuadrat Tengah; Sig: Signifikansi; jika nilai signifikansi < 0,05 maka dilakukan uji lanjut Tukey 5%

Tabel Lampiran 11. Sidik Ragam Stadia Telur *P. latus*

SK	JK	db	KT	F hitung	Sig.
Perlakuan	0,75	4	0,18	1,15	0,35
Galat	4,92	30	0,16		
Total	5,68	34			

Keterangan: SK: sumber keragaman; JK: Jumlah Kuadrat; db: Derajat Bebas; KT: Kuadrat Tengah; Sig: Signifikansi; jika nilai signifikansi < 0,05 maka dilakukan uji lanjut Tukey 5%

Tabel Lampiran 12. Sidik Ragam Persentase Petas Telur *P. latus*

SK	JK	db	KT	F hitung	Sig.
Perlakuan	84,70	4	21,17	0,80	0,53
Galat	792,94	30	26,43		
Total	877,64	34			

Keterangan: SK: sumber keragaman; JK: Jumlah Kuadrat; db: Derajat Bebas; KT: Kuadrat Tengah; Sig: Signifikansi; jika nilai signifikansi < 0,05 maka dilakukan uji lanjut Tukey 5%

Tabel Lampiran 13. Sidik Ragam Stadia Larva *P. latus*

SK	JK	db	KT	F hitung	Sig.
Perlakuan	68,72	4	17,18	14,64	0,00
Galat	35,20	30	1,17		
Total	103,93	34			

Keterangan: SK: sumber keragaman; JK: Jumlah Kuadrat; db: Derajat Bebas; KT: Kuadrat Tengah; Sig: Signifikansi; jika nilai signifikansi < 0,05 maka dilakukan uji lanjut Tukey 5%.

Tabel Lampiran 14. Suhu dan Kelembaban Nisbi di Laboratorium Nematologi FP UB Bulan Mei-Juni 2014

Tanggal dan Bulan	Suhu (°C)	Kelembaban Nisbi (%)
01 Mei	27,0	78,0
02 Mei	26,0	79,0
05 Mei	28,8	79,0
06 Mei	27,1	79,0
07 Mei	26,8	78,0
08 Mei	27,1	75,0
09 Mei	27,4	77,0
12 Mei	27,7	77,0
13 Mei	27,1	75,0
14 Mei	26,8	76,0
15 Mei	26,8	75,0
16 Mei	27,4	75,0
19 Mei	27,7	76,0
20 Mei	27,5	75,0
21 Mei	26,9	77,0
22 Mei	26,8	78,0
23 Mei	26,6	78,0
26 Mei	26,9	76,0
27 Mei	26,9	78,0
28 Mei	26,9	78,0
29 Mei	26,2	76,0
30 Mei	26,9	76,0
01 Juni	28,1	75,0
02 Juni	29,0	79,0
03 Juni	29,0	79,0
04 Juni	29,0	79,0
05 Juni	29,0	79,0
06 Juni	27,2	78,0
07 Juni	27,0	78,0
08 Juni	28,0	78,0



Tabel Lampiran14. (Lanjutan)

09 Juni	27,0	79,0
10 Juni	26,8	79,0
11 Juni	27,0	78,0
12 Juni	28,0	78,0
13 Juni	29,0	79,0
14 Juni	27,0	79,0
15 Juni	28,0	78,0
Rata-rata	27,9	77,5