

**UJI EFEKTIVITAS METODE APLIKASI JAMUR**

**ENTOMOPATOGEN *Beauveria bassiana* (Bals.)**

**Vuillemin TERHADAP PUPA *Bactrocera carambolae***

**Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae)**

Oleh :

**AGENG PRAYOGA WICAKSONO  
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN  
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI  
MALANG  
2014**

**UJI EFEKTIVITAS METODE APLIKASI JAMUR**

**ENTOMOPATOGEN *Beauveria bassiana* (Bals.)**

**Vuillemin TERHADAP PUPA *Bactrocera carambolae***

**Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae)**

Oleh:

**AGENG PRAYOGA WICAKSONO**

**0810483051**



**SKRIPSI**

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

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

**MALANG**

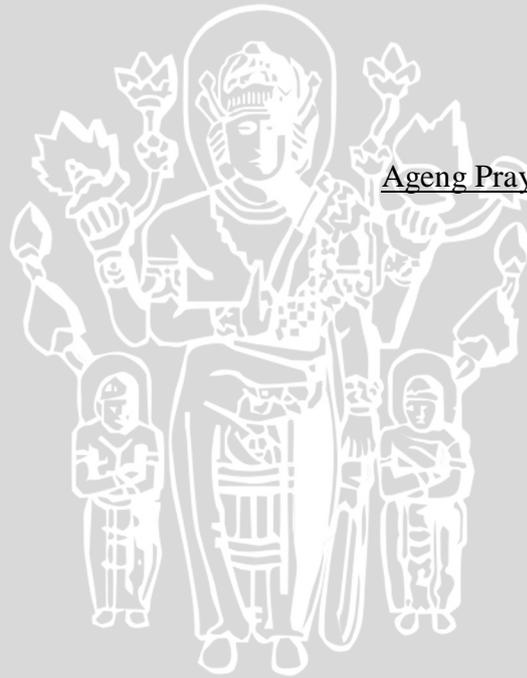
**2014**

## PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan gagasan atau hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam daftar pustaka.

Malang, 24 November 2014

Ageng Prayoga Wicaksono



## LEMBAR PERSETUJUAN

Judul : Uji Efektivitas Metode Aplikasi Jamur Entomopatogen  
*Beauveria Bassiana* (Bals.) Vuillemin Terhadap Pupa  
*Bactrocera Carambolae* Drew & Hancock (Diptera:  
Tephritidae).

Nama Mahasiswa : Ageng Prayoga Wicaksono

NIM : 0810483051

Program Studi : Agroekoteknologi

Minat : Hama Penyakit Tumbuhan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS.

Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS.

NIP. 19550821 198002 1 002

NIP. 19580298 198212 1 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Hama dan Penyakit

Tumbuhan

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, S.U.

NIP. 19550403 198303 1 003

Tanggal Persetujuan :

**LEMBAR PENGESAHAN**

**Mengesahkan**

**MAJELIS PENGUJI**

Disetujui oleh :

Penguji Pertama

Penguji Kedua

Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS.

Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS.

NIP. 19550821 198002 1 002

NIP. 19580298 198212 1 001

Penguji Ketiga

Penguji Keempat

Dr. Ir. Sri Karindah, MS.

Dr. Anton Muhibuddin, SP., MP.

NIP. 19520517 197903 1 001

NIP. 19771130 200501 1 002

Tanggal Persetujuan :

## RINGKASAN

**Ageng Prayoga Wicaksono (0810483051).** Uji Efektivitas Metode Aplikasi Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balls.) Vuillemin terhadap Pupa Lalat Buah *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera : Tephritidae). Pembimbing Utama Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS. Pembimbing Pendamping Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS.

---

Kendala dalam meningkatkan produksi buah-buahan adalah serangan hama lalat buah, karena kualitas dan kuantitas dapat dengan mudah menurun akibat beberapa serangan hama lalat buah. Lalat buah dari marga *Bactrocera*, salah satunya adalah *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera : Tephritidae). Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan tindakan pengendalian terhadap *B. carambolae* untuk menjaga keberlangsungan penyediaan buah-buahan. Pengendalian hama dengan insektisida kimia telah menimbulkan banyak masalah. Oleh karena itu, strategi pengendalian serangan hama lebih ditujukan pada metode pengendalian ramah lingkungan yang tepat sasaran.

Jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* merupakan agens pengendalian hayati yang memiliki potensi besar untuk mengendalikan serangga dari ordo Diptera salah satunya adalah *B. carambolae*. Jamur entomopatogen *B. bassiana* ini memiliki keanekaragaman infeksi yang luas mulai dari telur, larva sampai imago. Dari keanekaragaman itu perlu adanya kajian penggunaan metode aplikasi yang efektif untuk mengendalikan hama *B. carambolae*. Kompos yang disemprot dengan suspensi konidia *B. bassiana* dapat digunakan sebagai metode aplikasi untuk mengendalikan hama *B. carambolae*. Kompos dapat digunakan sebagai media tumbuh jamur *B. bassiana* dan dapat sebagai media berpupa bagi *B. carambolae*.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikologi, Laboratorium Rearing dan Laboratorium Entomologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang pada bulan Oktober sampai dengan Desember 2013. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi perbedaan efektivitas ketiga metode aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* terhadap persentase kematian pupa *B. carambolae*, persentase pupa *B. carambolae* yang menjadi imago dan  $LT_{50}$  *B. bassiana*. Penelitian ini disajikan dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 3 perlakuan yaitu A). Suspensi konidia jamur *B. bassiana*  $10^8/ml$  yang disemprotkan pada kompos dengan volume semprot 10 ml, B). Suspensi konidia jamur *B. bassiana*  $10^8/ml$  yang disemprotkan pada kompos dengan volume semprot 10 ml dan 10 ml pada pupa, C). Suspensi konidia jamur *B. bassiana*  $10^8/ml$  disemprotkan pada pupa dengan volume semprot 10 ml dan D). Aquadest steril yang disemprotkan pada kompos dan pupa.

Hasil penelitian menunjukkan persentase kematian pupa *B. carambolae* tertinggi adalah pada metode aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* yang disemprotkan pada kompos dan pupa (87,33%), diikuti dengan metode aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* yang disemprot pada kompos (47,00%) dan yang disemprotkan pada pupa (25,53%). Persentase pupa *B. carambolae* menjadi imago terendah adalah pada metode aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* pada kompos dan pupa dengan persentase pupa menjadi imago (12,67%) meningkat berturut-turut pada metode aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* yang disemprot pada

pupa (52,00%) dan yang disemprotkan pada kompos (74,67%).  $LT_{50}$  *B. bassiana* pada perlakuan suspensi konidia *B. bassiana* yang disemprotkan pada kompos dan pupa diperoleh waktu terpendek (2,36 hari), lebih pendek dari perlakuan suspensi konidia *B. bassiana* yang disemprotkan pada pupa (2,87 hari) dan yang disemprotkan pada kompos (3,87 hari).



## SUMMARY

**Ageng Prayoga Wicaksono (0810483051).** Effectiveness Test of Application Methods of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* (Balls.) Vuillemin against *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera; Tephritidae) Fruit Flies Pupae. Under direction of Prof. Dr. Ir. Abdul Latif Abadi, MS and Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS.

---

Constraints for increasing fruits production is fruit flies pest, because the quantity and quality of fruit can be easily dropped by several fruit flies insect. The attack of genus *Bactrocera*, such as *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae). Hence, in addition to agronomic obstacles *B. Carambolae* achieve is a major problem for the sustainability of fruits production. Pest control with chemical insecticides had led to problems. Therefore, pest control strategy was aimed by using environmental-friendly methods.

Entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* is a biocontrol agent that has great potential in controlling insects from Diptera order, include *B. carambolae*. Entomopathogenic fungus *B. bassiana* has wide range of results from egg, larva to adult stage. So, new application strategic methods is required. Compost that has previously been sprayed with a suspension of *B. bassiana* conidia could be used as a method for controlling *B. carambolae*, beside it used as media growth and a medium for the pupae *B. carambolae*.

This research has been conducted at Laboratory of Mycology and Laboratory Rearing and Laboratory of Entomology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Brawijaya from October to December 2013. The aim of this research was to evaluate the effectiveness three applications of conidia suspension of *B. bassiana* toward the percentage of *B. carambolae* pupae mortality, percentage of adult and  $LT_{50}$  of *B. bassiana*. This research used completely randomized design (CRD) consisted of 3 treatments, i.e: A). 10 ml conidial suspension of *B. bassiana*  $10^8/ml$  were sprayed on the compost; B). 10 ml conidial suspension of *B. bassiana*  $10^8/ml$  was sprayed on each compost and the pupae; C). 10 ml conidial suspension of *B. bassiana* conidia  $10^8/ml$  was sprayed on pupae; and D). Aquadest was sprayed on compost and pupae as a control.

The results showed that the highest percentage of *B. carambolae* pupae mortality was given by spraying the conidial suspension of *B. bassiana* on compost and pupae (87.33%) followed by spraying the suspension of *B. bassiana* on compost (47,00%) and on pupae (25,33%). The results showed that the lowest percentage of eclosion pupae *B. carambolae* to adult (12,67%) was attained by spraying the conidial suspension of *B. bassiana*, followed by spraying the suspension of *B. bassiana* on pupae (54,00%) and on compost (74,67%). The shortest  $LT_{50}$  of *B. bassiana* was attained by spraying the conidial suspension of *B. bassiana* on compost and pupae (2,37 days) followed by spraying the suspension of *B. bassiana* on pupae (2,87 days) and on compost (3,78 day).

## KATA PENGANTAR

Atas Berkat Rohmat Allah Yang Maha Kuasa yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul “Uji Efektivitas Metode Aplikasi Jamur Entomopatogen *Beauveria Bassiana* (Bals.) Vuillemin Terhadap Pupa *Bactrocera Carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae)”.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penulisan laporan skripsi ini dan khususnya kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS., dan Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS. selaku dosen pembimbing dan sebagai bapak yang selalu memberikan bimbingan, masukan dan nasehat serta selama penulis menyelesaikan penelitian.
2. Yang tercinta kedua orang tua yang senantiasa selalu memberikan doa, kasih dan sayang serta dukungan jasmani maupun rohaninya.
3. Yang terkasih Widya Virastiti yang selalu menjadi motivasi dan inspirasi serta pembangkit emosional selama penulis menyelesaikan penelitian.
4. Terima kasih kepada bapak Moch. Syamsul Hadi, bapak Fery Abdul Choliq dan ibu Restu R Kusuma yang selalu memberikan diskusi dan motivasinya selama menyelesaikan penelitian.
5. Keluarga besar HMI Cabang Malang Komisariat Pertanian Universitas Brawijaya khususnya Forsilader 2008, rekan-rekan HPT angkatan 2008 dan teman teman diluar kampus (kost, kontrakan, teman-teman UMM, dll) yang telah memberikan dukungan dan motivasi sepenuhnya hingga penyusunan laporan skripsi ini selesai.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan laporan skripsi ini tidak lepas dari kekurangan, oleh karena itu saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan dalam rangka menyempurnakan laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, 24 November 2014

Penulis

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

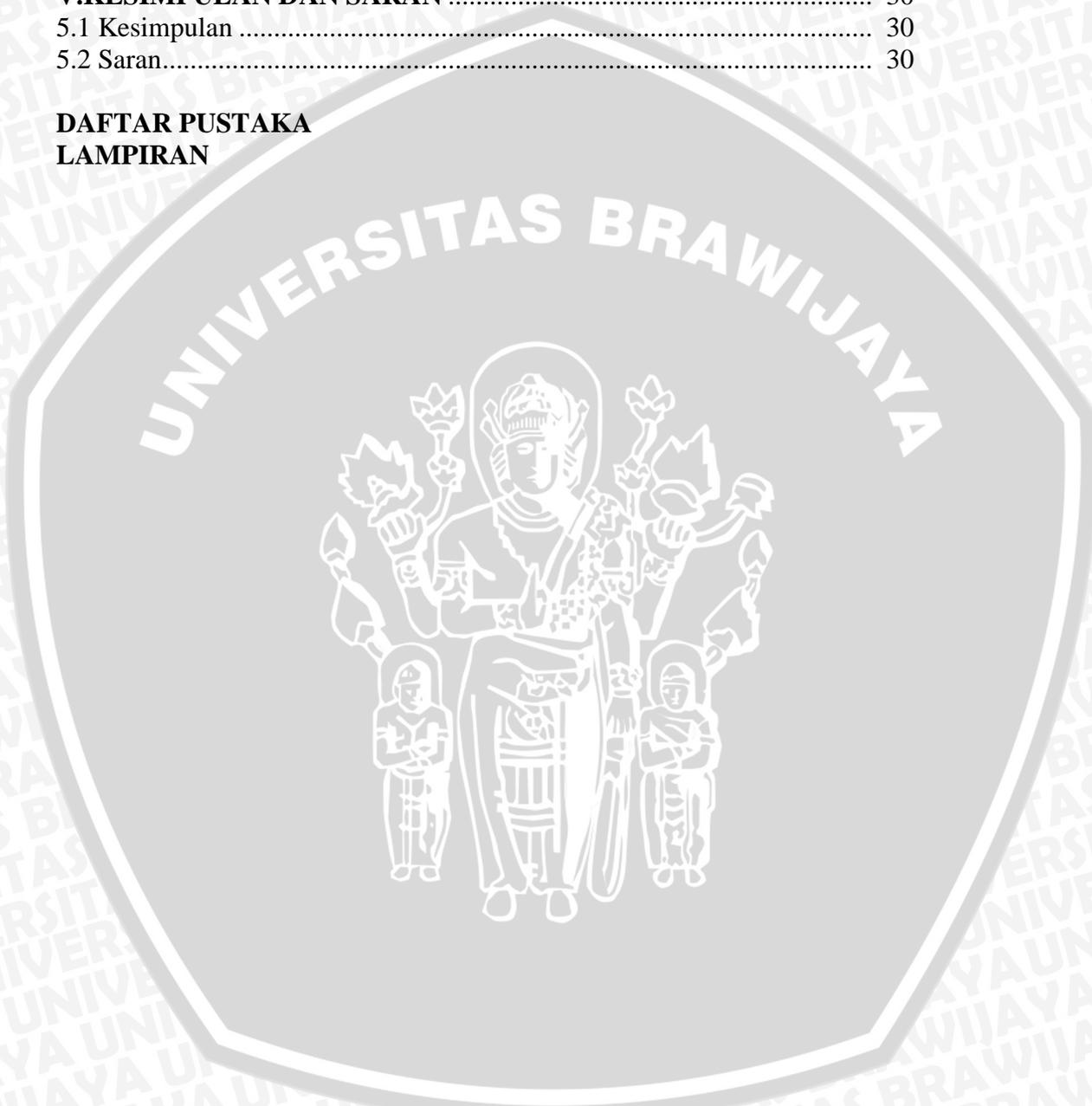
Penulis dilahirkan pada tanggal 05 Februari 1990 di Tuban, Jawa Timur. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara dari pasangan bapak Bambang Priyadi dan ibu Riyani, kakak laki-laki bernama Bagus Priyadi Siregar dan kakak perempuan Dwi Mulyaningrum. Pendidikan formal yang pernah ditempuh oleh penulis ialah SD Negeri Gesikharjo I Tuban, lulus tahun 2002, SMP Negeri I Palang-Tuban lulus pada tahun 2005 dan SMA Negeri I Tuban lulus pada tahun 2008. Pada tahun 2008 penulis melanjutkan pendidikan Strata Satu (S1) Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Selama studi S1 penulis juga aktif mengikuti lomba karya tulis, kegiatan kepanitiaan, asisten praktikum dan organisasi. Organisasi yang pernah diikuti penulis yaitu Himpunan Mahasiswa Islam Cabang Malang Komisariat Pertanian Universitas Brawijaya sebagai wasekum KPP (Kekayaan Pengembangan Profesi), Dierktur Jendral Badan Eksekutif Mahasiswa kabinet Madani Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya pada tahun 2009-2010, sebagai Majelis Perwakilan Mahasiswa (MPM) perwakilan dari Himapta FP UB 2011 dan anggota Himpunan Mahasiswa Perlindungan Tanaman.

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>RINGKASAN</b> .....	i
<b>SUMMARY</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	x
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Hipotesis .....	3
1.5 Manfaat .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1 Klasifikasi <i>Bactrocera carambolae</i> .....	4
2.2 Taksonomi <i>B. carambolae</i> .....	4
2.3 Siklus Hidup <i>B. carambolae</i> .....	5
2.4 Ciri Morfologi <i>B. Caambolae</i> .....	5
2.4.1 Telur .....	5
2.4.2 Larva .....	6
2.4.3 Pupa .....	7
2.4.4 Imago .....	7
2.5 Gejala Serangan <i>B. carambolae</i> .....	8
2.6 Klasifikasi Jamur <i>B. bassiana</i> .....	9
2.7 Morfologi Jamur <i>B. bassiana</i> .....	9
2.8 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Patogenitas Jamur <i>B. bassiana</i> .....	10
2.9 Gejala Serangan Jamur <i>B. bassiana</i> .....	11
2.10 Proses Infeksi Jamur <i>B. bassiana</i> .....	13
<b>III. METODOLOGI</b> .....	16
3.1 Tempat dan Waktu .....	16
3.2 Alat dan Bahan .....	16
3.3 Persiapan Penelitian .....	16
3.3.1 Perbanyak Isolat Jamur <i>B. bassiana</i> .....	16
3.3.2 Perbanyak Pupa Lalat Buah <i>B. carambola</i> .....	17
3.3.3 Pembuatan Suspensi Konidia Jamur <i>B. bassiana</i> .....	18
3.3.4 Persiapan Kompos untuk Media Tumbuh dan Pupasi .....	19
3.4 Pelaksanaan Penelitian .....	20
3.5 Analisis Data .....	21

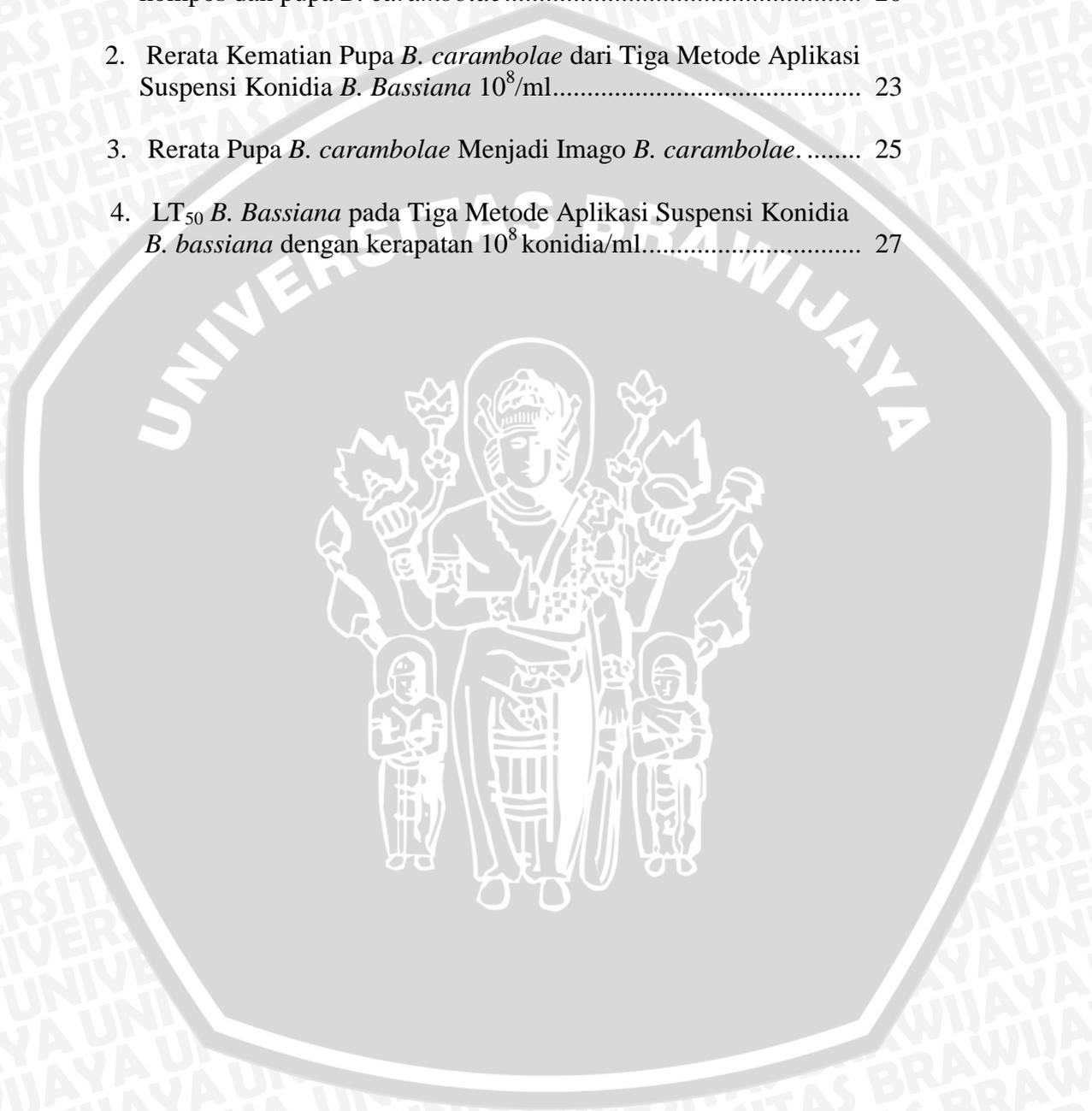
<b>IV.HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	22
4.1 Persentase Kematian Pupa <i>B. caramboale</i> .....	22
4.2 Persentase Pupa Menjadi Imago <i>B. carambolae</i> .....	25
4.3 Waktu Kematian Pupa <i>B. carambolae</i> pada Setiap Metode Aplikasi Suspensi Konidia <i>B. bassiana</i> .....	27
<b>V.KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	30
5.1 Kesimpulan .....	30
5.2 Saran.....	30

**DAFTAR PUSTAKA  
LAMPIRAN**



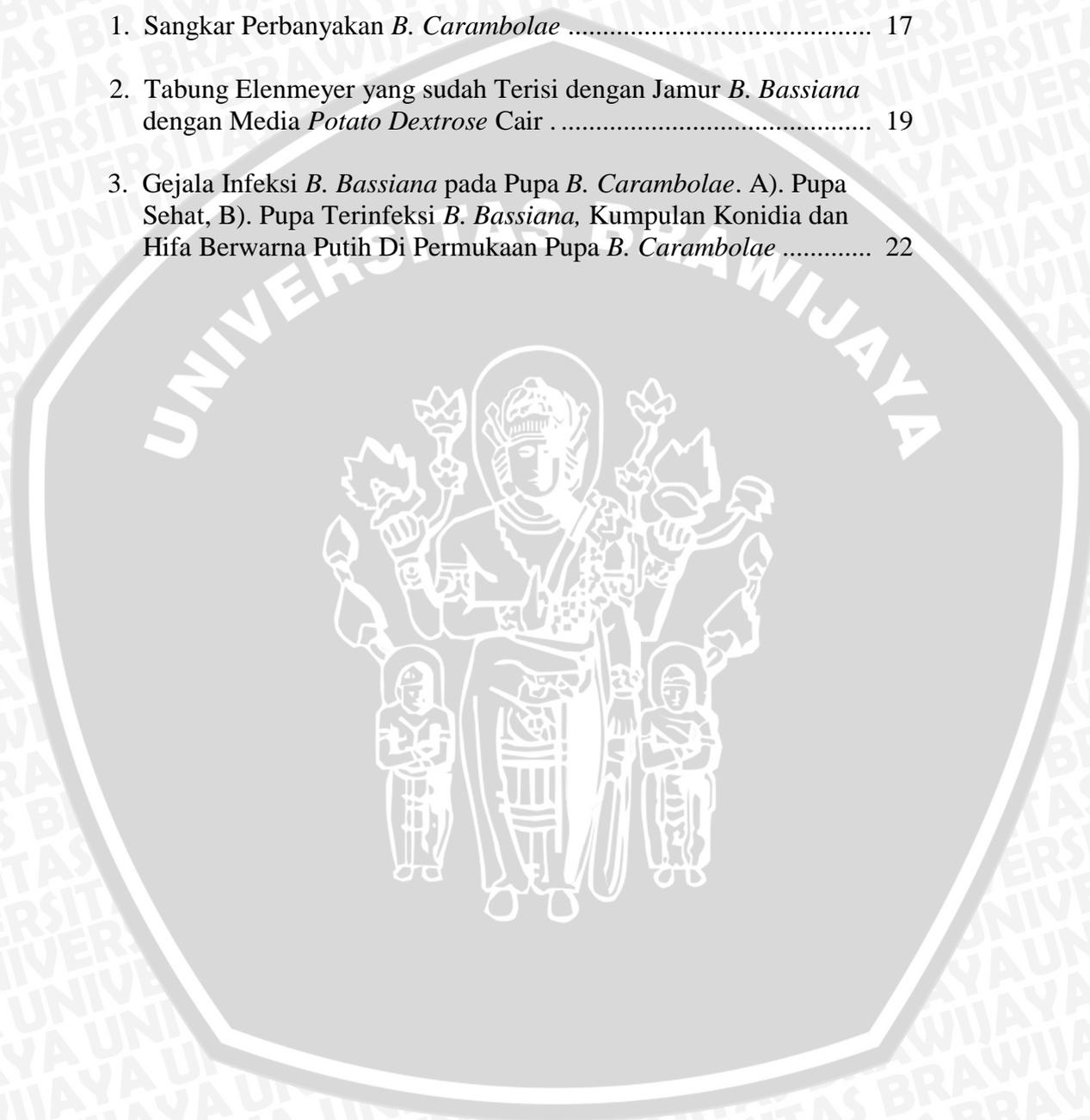
DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Perlakuan metode aplikasi suspensi konidia $10^8$ <i>B. bassiana</i> pada kompos dan pupa <i>B. carambolae</i> .....	20
2.	Rerata Kematian Pupa <i>B. carambolae</i> dari Tiga Metode Aplikasi Suspensi Konidia <i>B. Bassiana</i> $10^8$ /ml.....	23
3.	Rerata Pupa <i>B. carambolae</i> Menjadi Imago <i>B. carambolae</i> . .....	25
4.	LT <sub>50</sub> <i>B. Bassiana</i> pada Tiga Metode Aplikasi Suspensi Konidia <i>B. bassiana</i> dengan kerapatan $10^8$ konidia/ml.....	27



## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Sangkar Perbanyakkan <i>B. Carambolae</i> .....	17
2.	Tabung Elenmeyer yang sudah Terisi dengan Jamur <i>B. Bassiana</i> dengan Media <i>Potato Dextrose Cair</i> .....	19
3.	Gejala Infeksi <i>B. Bassiana</i> pada Pupa <i>B. Carambolae</i> . A). Pupa Sehat, B). Pupa Terinfeksi <i>B. Bassiana</i> , Kumpulan Konidia dan Hifa Berwarna Putih Di Permukaan Pupa <i>B. Carambolae</i> .....	22



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Komposisi Pakan Buatan untuk Larva <i>B. carambolae</i>	37
2.	Rerata Kematian Pupa <i>B. carambolae</i> dari ketiga Metode Aplikasi Suspensi Konidia <i>B. bassiana</i> 10 <sup>8</sup> /ml .....	37
3.	Rerata Pupa Menjadi Imago <i>B. carambolae</i> .....	37
4.	Data Normalitas Metode Aplikasi Suspensi Konidia Jamur <i>B. Bassiana</i> pada kompos dan pupa .....	37
5.	Data Normalitas Metode Aplikasi Suspensi Konidia Jamur <i>B. Bassiana</i> pada pupa.....	37
6.	Data Normalitas Normalitas Metode Aplikasi Suspensi Konidia Jamur <i>B. Bassiana</i> pada kompos .....	38
7.	Hasil analisa probit LT <sub>50</sub> <i>B. bassiana</i> kerapatan 10 <sup>8</sup> konidia/ml pada kompos dan pupa <i>B. carambolae</i> .....	38
8.	Hasil analisa probit LT <sub>50</sub> <i>B. bassiana</i> kerapatan 10 <sup>8</sup> konidia/ml pada pupa <i>B. carambolae</i> .....	38
9.	Hasil analisa probit LT <sub>50</sub> <i>B. bassiana</i> kerapatan 10 <sup>8</sup> konidia/ml pada kompos .....	39
10.	Hasil analisa probit LT <sub>50</sub> <i>B. bassiana</i> kerapatan 10 <sup>8</sup> konidia/ml pada kontrol .....	39



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Lalat buah merupakan salah satu hama potensial yang sangat merugikan kualitas maupun kuantitas produksi buah-buahan yang diketahui pada tanaman mangga, pisang, jeruk, durian, rambutan, belimbing, jambu biji, jambu air dan apel. Hama ini menjadi hama utama pada tanaman buah-buahan di seluruh dunia, termasuk di Indonesia (Kuswandi *et al.*, 2000).

Salah satu diantaranya adalah lalat buah dari marga *Bactrocera* merupakan hama yang merusak bagi berbagai jenis komoditas buah-buahan di Indonesia salah satunya adalah *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera; Tephritidae). Menurut Kuswandi *et al.* (2000), intensitas kerusakan yang ditimbulkan *B. carambolae* mencapai 10% – 30%, Menurut Kalshoven (1981) akibat yang ditimbulkan oleh hama tersebut menyebabkan sering terjadinya gagal panen. Diperlukan metode pengendalian yang efektif dalam mengendalikan hama *B. carambolae* agar tidak merusak tanaman produksi khususnya buah-buahan.

Metode pengendalian *B. carambolae* yang ramah lingkungan diharapkan dapat menekan penggunaan insektisida sintetik karena penggunaan insektisida sintetik dapat membahayakan manusia dan lingkungan. Resistensi insektisida sintetik merupakan masalah serius di bidang pertanian, sehingga serangga hama dapat toleran atau beradaptasi dengan insektisida sintetik (Aldridge, 2009 dalam Mar and Lumyong, 2012).

Pengendalian *B. carambolae* menggunakan agen hayati jamur entomopatogen dapat menggantikan insektisida sintetik dan aman bagi lingkungan. Salah satu agen hayati yang dapat digunakan adalah jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* dengan metode aplikasi yang tepat. Kelebihan penggunaan jamur entomopatogen sebagai pengendali populasi serangga hama adalah mempunyai kapasitas produksi yang tinggi, siklus hidup relatif pendek dan mampu membentuk spora yang tahan terhadap pengaruh lingkungan (Zimmermann, 1993).

Jamur *B. bassiana* yang hidup di dalam tanah sudah diteliti potensinya dalam pengendalian serangga tanah. Jamur iniumumnya ditemukan pada

serangga yang hidup di dalam tanah, tetapi juga mampu menyerang serangga pada tanaman atau pohon (Hindayana 2002). Selain di tanah, larva instar akhir dan pupa *B. carambolae* serta jamur entomopatogen *B. bassiana* dapat hidup di kompos. Metode aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* pada media kompos dapat mengendalikan pupa *B. carambolae* dan efektif mencegah terbentuknya imago (Mar and Lumyong, 2012). Jamur entomopatogen *B. bassiana* yang ditumbuhkan di media kompos mampu mengendalikan larva *spodoptera litura* dengan nilai persentase kematian 86,67% dengan kepadatan  $8,55 \times 10^8$  konidia/ml (Surtikanti dan Yasin, 2009).

Metode aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* yang disemprot, selain pada kompos, juga pada pupa. Pemberian suspensi konidia *B. bassiana* pada kompos dapat digunakan sebagai metode aplikasi dikarenakan kompos adalah media tumbuh jamur *B. bassiana* sekaligus media berpupa *B. carambolae* (Bing and Lewis, 1992). Metode aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* efektif jika menyebabkan persentase kematian pupa *B. carambolae* tinggi, persentase pupa *B. carambolae* menjadi imago rendah dan semakin cepat membunuh pupa *B. carambolae* (Mar dan Lumyong, 2012).

## 1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana efektivitas metode aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* yang disemprotkan pada 1). kompos, 2). pupa, 3). kompos dan pupa dalam mengendalikan pupa *B. carambolae*.

## 1.3 Tujuan

Mengevaluasi perbedaan efektivitas ketiga metode aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* disemprotkan yaitu pada 1). kompos, 2). pupa, 3). kompos dan pupa, terhadap persentase kematian pupa *B. carambolae*, persentase pupa *B. carambolae* yang menjadi imago,  $LT_{50}$  *B. bassiana* terhadap kematian pupa *B. carambolae*.

#### 1.4 Hipotesis

1. Persentase kematian pupa *B. carambolae* dipengaruhi oleh metode aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* pada kompos, pupa atau kompos dan pupa.
2. Persentase pupa *B. carambolae* menjadi imago dipengaruhi oleh metode aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* pada kompos, pupa atau kompos dan pupa.
3.  $LT_{50}$  *B. bassiana* pada setiap metode aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* pada kompos, pupa atau kompos dan pupa berbeda.

#### 1.5 Manfaat

Penelitian ini memberikan informasi bagi petani dan masyarakat tentang efektivitas metode aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* yaitu 1). kompos, 2). pupa, 3). kompos dan pupa untuk mengendalikan hama *B. carambolae*.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Klasifikasi Lalat buah *B. carambolae*

Menurut Drew dan Hancock (1994), klasifikasi lalat buah *B. carambolae* adalah sebagai berikut:

Kerajaan	: Animalia
Filum	: Arthropoda
SubFilum	: Hexapoda
Kelas	: Insecta
SubKelas	: Pterygota
Bangsa	: Diptera
Suku	: Tephritidae
Marga	: Bactrocera
Jenis	: <i>Bactrocera carambolae</i>

### 2.2 Taksonomi *B. carambolae*

Menurut Drew dan Hancock (1994), lalat buah termasuk genus *Bactrocera* di Indonesia sebelumnya diduga merupakan anggota genus *Dacus* yang merupakan satu-satunya genus dalam subfamily Dacinae. Namun karena terdapat berbagai perbedaan, subfamily Dacinae dibedakan menjadi genus *Dacus* dan *Bactrocera*. 170 spesies dari 175 anggota spesies *Dacine* di Afrika tergolong dalam genus *Dacus* dan memiliki *abdominal tergite* yang menyatu, marga *Bactrocera* dengan kira-kira 450 spesies dari Asia, Asia Tenggara dan wilayah pasifik merupakan kelompok dengan *abdominal tergite* yang bebas.

Menurut Kalshoven (1981), lalat buah *Bactrocera* sp. (Tephritidae) telah lama dikenal sebagai hama potensial pada beberapa tanaman hortikultura dan perkebunan buah-buahan di Indonesia. *B. carambolae* memiliki banyak inang (polifag). Menurut Drew dan Hancock (1994), tumbuhan yang menjadi inang *B. carambolae* antara lain jambu biji, jambu air, belimbing, pisang, apel, cabai, jeruk, mentimun, tomat, pare, dan mangga.

### 2.3 Siklus Hidup *B. carambolae*

Daur hidup lalat buah ini dimulai pada saat lalat buah betina menusukkan ovipositornya ke dalam kulit buah dan telur diletakkan di permukaan kulit buah. Telur akan menetas menjadi larva. Larva terbagi menjadi tiga tahapan yaitu larva instar pertama (saat menetas), kedua (empat hari setelah menetas), dan ketiga (lima sampai dengan tujuh hari setelah telur menetas). Larva tua kemudian akan loncat dari dalam buah menuju tanah hingga kedalaman 2-7 mm untuk membentuk pupa.

Menurut Widarto (1996), waktu pupasi sekitar delapan sampai dengan sembilan hari. Setelah mengalami pupasi selanjutnya lalat buah tersebut akan menjadi lalat buah dewasa yang memiliki panjang sekitar 3,5-5 mm berwarna hitam kekuningan, pada bagian abdomen, kepala dan kaki berwarna cokelat dan pada bagian thoraksnya berwarna hitam. Daur hidup lalat buah ini berkisar 22 hari pada suhu 26°C dan kelembaban relatif 70%. Serangga dewasa akan mengalami pematangan seksual sekitar umur delapan sampai dengan sepuluh hari setelah keluar dari pupa. Baik jantan maupun betina aktif mencari makan pada usia 8-12 hari. Serangga dewasa mampu bertahan hidup sekitar 30-60 hari di alam, bahkan ada beberapa spesies yang mampu bertahan hidup selama enam bulan. Kelangsungan hidup tiap spesies ini sangat ditentukan oleh suhu dan ketersediaan makanan.

### 2.4 Ciri Morfologi *B. carambolae*

#### 2.4.1 Telur

Menurut Malavasi *et al.* (2000), telur lalat buah berbentuk bulat panjang seperti pisau dengan ujung meruncing, panjang 1,2 mm dengan lebar 0,2 mm, berwarna putih dan berwarna lebih tua pada saat menjelang menetas. Telur diletakkan oleh induknya di bawah permukaan kulit buah dengan ovipositornya. Tempat peletakan telur ditandai oleh cekungan kecil berwarna gelap. Menurut Putra (1997), telur-telur tersebut akan terlihat apabila cekungan tersebut dibelah dan diamati dengan mikroskop. Telur diletakkan secara berkelompok sebanyak 3-5 butir di bawah permukaan kulit buah. Setiap lalat buah betina mampu meletakkan sekitar 800 butir telur selama masa peletakan telur, telur tersebut menetas kurang lebih 2 hari setelah diletakkan oleh induknya.

Lalat buah betina mencari buah yang sesuai untuk meletakkan telur dengan bantuan indera penciuman pada antena dan indera mata. Proses ini juga dipengaruhi oleh pencernaan dan penglihatan. Menurut Putra (1997), lalat buah betina meletakkan telurnya dengan cara menusukkan ovipositorinya. Bekas tusukan ditandai dengan noda atau titik hitam. Hal ini merupakan gejala awal serangan lalat buah.

#### 2.4.2 Larva

Larva merupakan tahapan dari daur hidup serangga, yang berada diantara stadium telur dan pupa. Bentuk dan ukuran larva famili Tephritidae umumnya bervariasi, tergantung dari spesies dan ketersediaan zat gizi esensial dalam media makanannya. Larva berwarna putih keruh atau putih kekuningan, berbentuk bulat panjang dengan salah satu ujungnya runcing. Menurut Kuswadi *et al.*, (2000), tubuh larva *B. carambolae* terdiri atas 3 bagian yaitu: kepala, thoraks (3 ruas), dan abdomen (8 ruas). Kepala berbentuk runcing dengan dua buah bintik hitam yang jelas, mempunyai alat kait mulut. Panjang larva yang baru menetas 1 mm dan berwarna bening dengan permukaan seperti bentuk pahatan dan panjang menjelang menjadi pupa 7-8 mm dan berwarna putih krem, warna larva seperti warna daging buah. Menurut Malavasi *et al.* (2000), larva membuat saluran-saluran di dalam buah dan mengisap cairan buah. Larva ini hidup dan berkembang dalam daging buah selama 6-9 hari.

Larva merupakan fase yang merusak karena aktivitasnya dalam jaringan buah. Menurut Putra (1997), larva keluar dari telur yang diletakkan di dalam inang, daging inang dikoyak oleh larva dengan menggunakan alat pada mulutnya yang berupa kait tajam sambil mengeluarkan enzim perusak. Enzim tersebut berfungsi melunakkan daging inang sehingga mudah dihisap dan dicerna mengakibatkan buah berwarna coklat dan tidak menarik serta terasa pahit atau bahkan rusak dan hancur. Menurut Suputa *et al.* (2006), Enzim tersebut juga mempercepat pembusukan dan pada tahap selanjutnya mengeluarkan aroma kuat yang diduga berasal dari senyawa alkohol.

Menurut Suputa *et al.* (2006), keberadaan larva dalam buah juga dapat menstimulasi pertumbuhan dan kehidupan organisme pembusuk lainnya. Stadia

larva terdiri atas tiga instar. Larva instar tiga berkembang maksimum dengan ukuran  $\pm 7$  mm. Setelah melewati masa instar tiga lalat buah meninggalkan inangnya, dan dalam waktu yang tidak terlalu lama masuk ke dalam pori-pori tanah menjadi pupa.

#### 2.4.3 Pupa

Menurut Malavasi *et al.* (2000), pupa *B. carambolae* berada di tanah sedalam 2-7 cm dari permukaan tanah. Pupa berbentuk silindris, warna merah kecoklatan dengan panjang 4 mm. Pada kondisi laboratorium masa pupa membutuhkan waktu 8-9 hari. Perkembangan pupa membutuhkan waktu sekitar 18 hari dan lamanya sangat dipengaruhi oleh kelembaban tanah. Menurut Putra (1997), pada tanah yang lembab dengan aerasi baik, perkembangan pupa membutuhkan waktu yang lebih singkat. Menurut Suputa *et al.* (2006), umur pupa adalah 4-10 hari dan setelah itu menjadi serangga dewasa atau imago.

#### 2.4.4 Imago

Menurut Drew dan Hancock (1994), imago *B. carambolae* mempunyai panjang tubuh berukuran 3,5 - 5 mm, berwarna hitam, kuning kecoklatan terutama pada bagian perut kepala dan tungkai. *B. carambolae* mempunyai kepala agak lonjong dengan sepasang antenna yang terdiri dari tiga ruas. Ocelli berbentuk segitiga dan berwarna hitam. Terdapat sepasang sayap di bagian thoraks. Abdomen *B. carambolae* berbentuk oval, pada imago betina terdapat sengat atau ovipositor yang tajam dengan panjang 1,2 mm yang berfungsi sebagai alat penusuk untuk mentransfer telurnya ke dalam buah, sedangkan imago jantan mempunyai abdomen yang bundar.

Menurut Drew dan Hancock (1994), imago menjadi masak secara seksual dalam waktu 8-10 hari setelah muncul dari pupa. Siklus hidup *B. carambolae* satu generasi adalah 30 hari. Imago menunjukkan aktivitas makan yaitu pada umur 8-12 hari, setelah itu imago melakukan kopulasi dan bertelur. Imago biasanya hidup 30-60 hari di alam tetapi kemungkinan dapat hidup selama 6 bulan.

## 2.5 Gejala Serangan *B. carambolae*

Serangga dewasa lalat familia Tephritidae (ordo: Diptera), meletakkan telur dengan menyuntikkannya ke dalam buah, dan larvanya hidup dalam daging buah, sehingga serangga ini dikenal sebagai lalat buah. Lalat buah banyak menyerang bebuahan komersial, sehingga sangat merugikan, dan di Indonesia merupakan ancaman bagi sentra-sentra produksi buah yang tengah dikembangkan di beberapa propinsi. Menurut Kalshoven (1981), masalah hama lalat buah di Indonesia demikian serius, pada beberapa jenis buah seperti belimbing dan cabai, sehingga bila tanpa pengendalian, serangannya sering menimbulkan gagal panen. Serangan lalat buah di Indonesia mencapai 50% yang mengakibatkan kebusukan dan kerontokan buah. Lalat buah dewasa akan meletakkan telur di dalam daging buah. Setelah 2 sampai 4 hari telur akan menetas menjadi larva. Pada fase inilah merupakan tahap yang mengakibatkan kerusakan pada buah sebab larva akan memakan daging buah. Larva lalat buah hidup dalam daging buah yang masak. Masa larva berlangsung selama 11 sampai 14 hari untuk kemudian masuk pada tahap pupa. Masa pupa berlangsung di dalam tanah yang seiring dengan rontoknya buah karena serangan lalat buah pada tahap larva. Fase berlangsung selama 6 hari untuk kemudian menjadi lalat dewasa. Lalat dewasa mempunyai badan yang indah dengan warna-warna yang segar dan sayap yang mengkilat serta bercak-bercak yang khas.

Buah yang terserang oleh lalat buah ditandai adanya gejala awal serangan lalat buah berupa bercak ditandai dengan titik bekas tusukan ovipositor dan gejala lanjut lalat buah yaitu buah menjadi busuk. Menurut Putra (1997), lalat betina meletakkan telur dalam daging buah jambu biji, kemudian telurnya menetas menjadi larva. Larva akan memakan daging buah yang hampir matang, sehingga menyebabkan buah menjadi busuk. Selain menyebabkan pembusukan, akibat aktivitas larva memakan daging buah jambu biji ternyata dapat mengakibatkan buah menjadi berwarna coklat, tidak menarik dan terasa pahit.

Menurut Junianto dan Sukamto (1994), sifat khas lalat buah adalah meletakkan telurnya di dalam buah. Noda-noda kecil bekas tusukan ovipositor ini merupakan gejala awal serangan lalat buah. Noda-noda kecil berkembang menjadi

bercak coklat disekitarnya. Selanjutnya larva akan merusak daging buah sehingga buah menjadi busuk dan gugur sebelum tua atau masak.

## 2.6 Klasifikasi Jamur *B. bassiana*

Menurut Sweetman (1958), jamur *B. bassiana* merupakan jamur entomopatogen yang dapat ditemukan pada tanaman dan tanah serta pada serangga yang mati terinfeksi jamur *B. bassiana*. Jamur *B. bassiana* dikenal dengan sebutan “*White muscardine*” karena jamur ini menginfeksi serangga dan saat terinfeksi tubuh serangga menjadi putih atau abu-abu. Jamur ini pertama ditemukan oleh Agustino Bassi de Lodi tahun 1835 yang menyerang pada ulat sutra.

Menurut Alexpolous *et al.* (1996), klasifikasi *B. bassiana* sebagai berikut :

Kerajaan	: Mycota
Divisi	: Mastigomycotae
Subdivisi	: Deuteromycetes
Bangsa	: Moniliales
Suku	: Moniliaceae
Marga	: Beauveria
Jenis	: <i>Beauveria bassiana</i>

*Beauveria bassiana* termasuk jamur entomopatogen yang seringkali di jumpai pada pertanaman dan tanah. Miselia jamur ini berwarna putih dan bersekat. Jamur ini mempunyai hifa fertil yang terdapat cabang, tersusun melingkar dan biasanya menggelembung dan menebal. Konidia bersel satu, berbentuk agak bulat sampai dengan bulat telur berwarna hialin dengan diameter 2 – 3  $\mu\text{m}$  (Wiryadiputra, 1994).

## 2.7 Morfologi Jamur *B. bassiana*

Miselium jamur bersekat dan berwarna putih, didalam tubuh serangga yang terinfeksi diameternya bisa mencapai 4  $\mu\text{m}$ , sedangkan diluar tubuh serangga hanya mencapai 2  $\mu\text{m}$ . Konidiofor bercabang-cabang dengan pola zig-zag (sympodial). Konidia berbentuk bulat, hialin, bersel satu, tanpa sekat. Konidia muncul dari setiap ujung percabangan konidiofor. Hifa fertile terdapat pada cabang, tersusun melingkar dan biasanya menggelembung atau menebal,

berwarna hyaline dalam massa berwarna putih atau kuning pucat, kadang-kadang kemerahan Suharto *et al.* (1998),

Menurut Wiryadiputra (1994) dan Suharto *et al.* (1998), konidia menempel pada ujung dan sisi komidiofor. Konidia bersel satu, berebentuk oval agak bulat (globose) sampai dengan bulat telur (obovate), berwarna hialin dengan berdiameter 2, – 3  $\mu\text{m}$ , terbentuk pada ujung yang pendek. Konidium terbentuk secara soliter, pertumbuhannya mengikuti pola berseling-seling.

## 2.8 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Patogenisitas Jamur *B. bassiana*

Perkembangan infeksi jamur entomopatogen *B. bassiana* sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Menurut Tefera dan Pringle (2003), pengaruh iklim khususnya suhu dan kelembaban mempengaruhi sporulasi dan mikosis. Pada suhu optimal pertumbuhan *B. bassiana* akan bersporulasi setelah diinkubasi selama 24 – 48 jam dengan kelembaban udara  $\pm 90\%$ .

Menurut Ferron (1997), variasi patogenisitas jamur entomopatogen disebabkan oleh beberapa faktor, baik faktor dalam yaitu isolat maupun faktor luar yaitu macam media biakan untuk perbanyakan, lama penyimpanan serta dipengaruhi oleh kepadatan konidia dan perkecambahan konidia *B. bassiana* yang kontak dengan tubuh serangga inang.

Kendala lainnya adalah jika tanaman yang dibudidayakan beragam bahkan berganti hampir setiap musim maka jenis hama yang menyerang juga berbeda-beda. Jenis hama yang menyerang tanaman akan menentukan keefektifan jamur entomopatogen karena setiap jenis jamur entomopatogen mempunyai inang yang spesifik, walaupun ada pula yang mempunyai kisaran inang cukup luas (Prayogo *et al.* 2002a; Prayogo 2004). Jenis inang setiap jenis jamur entomopatogen biasanya belum dipahami oleh petani. Keefektifan jamur entomopatogen di lapangan juga ditentukan oleh stadia inang pada saat jamur diaplikasikan. Biasanya populasi hama di lapangan sering tumpang tindih, terutama hama dari ordo Lepidoptera dan Hemiptera. Perubahan stadia instar (nimfa) serangga akan mempengaruhi perilaku serangga tersebut yang akhirnya akan menentukan keefektifan jamur.

Keefektifan jamur entomopatogen juga ditentukan oleh kondisi lingkungan, seperti curah hujan dan sinar matahari khususnya sinar ultra violet yang dapat merusak konidia jamur (Tanada dan Kaya 1993; Prayogo 2004). Konidia merupakan salah satu organ infeksi (propagule) jamur yang menyebabkan infeksi pada integumen serangga yang diakhiri dengan kematian. Oleh karena itu, konidia jamur tersebut perlu dilindungi waktu diaplikasikan, baik dengan bahan perekat maupun bahan pembawa sehingga pengaruh buruk tersebut dapat dikurangi.

Menurut Tanada dan Kaya (1993), Prayogo (2004), keefektifan jamur entomopatogen juga ditentukan oleh kondisi lingkungan, seperti curah hujan dan sinar matahari khususnya sinar ultra violet yang dapat merusak konidia jamur. Konidia merupakan salah satu organ infeksi (propagule) jamur yang menyebabkan infeksi pada integumen serangga yang diakhiri dengan kematian. Oleh karena itu, konidia jamur tersebut perlu dilindungi waktu diaplikasikan, baik dengan bahan perekat maupun bahan pembawa sehingga pengaruh buruk tersebut dapat dikurangi.

Menurut Tefera and Pringle (2003), efektivitas *B.bassiana* juga dipengaruhi oleh konsentrasi konidia dari *B. bassiana* yang akan digunakan. Semakin tinggi konsentrasi konidia *B.bassiana* yang digunakan maka mortalitas serangga sasaran juga akan meningkat, semakin rendah konsentrasi konidia *B. bassiana* yang digunakan maka mortalitas serangga sasaran akan menurun. Pada kondisi lingkungan yang lembab, konidia *B. bassiana* yang terlepas dari konidiofornya akan berkecambah dalam waktu 24 -48 jam). Berdasarkan Tefera dan Pringle (2003), metode paparan (menempelnya inokulum pada tubuh serangga sasaran) juga mempengaruhi efektifitas *B. bassiana* yaitu mortalitas dan mikosis.

## 2.9 Gejala Serangan Jamur *B. bassiana*

Menurut Ferron (1985), proses terjadinya penyakit serangga yang disebabkan oleh jamur terbagi menjadi empat tahap. Tahap pertama adalah inokulasi, yaitu kontak antara propagul jamur dengan tubuh serangga. Propagul jamur *B. bassiana* berupa konidia karena merupakan jamur yang berkembangbiak secara tidak sempurna. Tahapan kedua adalah tahapan penempelan dan

perkecambahan propagul jamur pada intigumen serangga. Kelembaban udara yang tinggi bahkan air diperlukan untuk perkecambahan propagul. Pada tahap ini jamur dapat memanfaatkan senyawa-senyawa yang terdapat pada intigumen. Tahap ketiga yaitu penetrasi dan invasi. Dalam melakukan penetrasi menembus intigumen, jamur membentuk tabung kecambah (Apresorium). Penembusan dilakukan secara Blastopora yang kemudian beredar dalam haemolimfa dan membentuk hifa sekunder untuk menyerang jaringan lainnya. Pada umumnya serangga sudah mati sebelum poriferansi Blastopora. Pada waktu serangga mati, fase perkecambahan safrofit jamur dimulai dengan penyerangan jaringan dan cairan serangga habis digunakan jamur, sehingga serangga mati dengan tubuh mengeras seperti mumi. Pertumbuhan jamur diikuti dengan pertumbuhan pigmen atau toksin yang dapat melindungi serangga dari mikroorganisme lain. Tahap terakhir merupakan tahap perkembangan dari jamur menghasilkan enzim lipase, kitinase, amilase, proteinase, pospatase, dan asterase.

Mekanisme infeksi dimulai dari melekatnya konidia pada kutikula serangga, kemudian berkecambah dan tumbuh di dalam tubuh inangnya. Jamur entomopatogen *B. bassiana* memproduksi *Beauvericin* yang mengakibatkan gangguan pada fungsi hemolimfa dan inti sel, sehingga menimbulkan pembengkakan yang disertai pengerasan pada serangga yang terinfeksi. Di dalam tubuh inangnya jamur ini dengan cepat memperbanyak diri hingga seluruh jaringan serangga terinfeksi. Perkecambahan konidia terjadi dalam 1-2 hari kemudian dan menumbuhkan miseliana di dalam tubuh inang. Serangga yang terinfeksi biasanya akan berhenti makan sehingga menjadi lemah, menyebabkan imunitasnya menurun dan mortalitasnya bisa lebih cepat.

Gejala serangga hama yang terinfeksi oleh *B. bassiana* kadang sulit terlihat karena serangga berada didalam jaringan tanaman. Umumnya serangga akan mati memperlihatkan gejala tidak aktif bergerak. Gejala ini akan terlihat 3-10 hari setelah infeksi. Menurut Gabriel dan Riyatno (1989), serangga terinfeksi *B. bassiana*, gejala awalnya menjadi lemah, kepekaan dan aktivitas makan berkurang, lambat laun serangga tersebut mati. Menurut Sulistyowati (1993), kematian serangga oleh *B. bassiana* disebabkan oleh produksi mikotoksin,

hambatan mekanik atau kerusakan fisik akibat pertumbuhan dan perkembangan miselium atau perubahan patologik dalam haemolymph.

Menurut Gabriel dan Riyatno (1989), tanda-tanda serangga mati terinfeksi *B. bassiana*, dari luar terlihat perubahan warna menjadi hitam atau bercak gelap pada kulit serangga. Bercak tersebut disebabkan oleh jamur yang melakukan penetrasi, akhirnya tubuh serangga menjadi kaku dan mengeras, kemudian terbungkus oleh pertumbuhan jamur dan terlihat mengalami mumifikasi. Pada awalnya hifa muncul pada permukaan tubuh yang lunak atau pada antar segmen, akhirnya seluruh permukaan tubuh ditutupi oleh serbuk berwarna putih seperti kapur.

### **2.10 Proses Infeksi Jamur *B. bassiana***

Patogenisitas adalah kemampuan patogen menyebabkan infeksi atau menyebabkan mortalitas pada inangnya. Patogenisitas berbeda dengan virulensi, virulensi diidentifikasi sebagai derajat patogenisitas untuk menyebabkan infeksi atau penyakit pada inangnya. Virulensi berkaitan dengan potensi patogen secara genetik (Tjitrosomo *et al.* 1978 dalam Budi *et al.* 2013).

Menurut Riyanti *et al.*, (2013) terjadinya penginfeksi oleh cendawan biasanya dimulai dengan pertumbuhan spora pada permukaan tubuh serangga (penetration hyphae), setelah terjadinya kontak antara spora cendawan yang infeksius dengan kutikula serangga. Menurut Ferron (1981), jika cendawan telah dapat mencapai rongga ekdisial, hifa menembus terus tumbuh dan membentuk tunas-tunas cabang yang menjadi blastospora hal ini juga terjadi dalam haemolymph yang terinfeksi. Penetrasi hifa melalui kutikula dapat terjadi melalui cara – cara mekanis ataupun secara enzimatis.

Menurut Ferron (1981), hifa–hifa *B. bassiana* melepaskan enzim–enzim khitinase, lipase dan proteinase pada 12–24 jam sebelum proses penembusan kutikula. Enzim Khitinase yang dihasilkan oleh cendawan akan menguraikan khitin i (C<sub>18</sub> H<sub>13</sub> O<sub>5</sub> N) x i serangga menjadi residu khitin (Asam asetat dan Glukosamin), yang mengakibatkan integumen serangga menjadi transparan dan lunak , sehingga lebih mudah ditembus oleh hifa–hifa cendawan. Setelah mencapai haemocoel, cendawan akan menghasilkan granuloma (plasmotocyte)

dan blastospora, yang disertai senyawa-senyawa racun. Menurut Ferron (1981), granula lemak maupun blastospora *B. bassiana* akan mensekresikan enzim Ecdysone dan hormon-hormon juvenil serangga yang tidak tereliminasi pada saat terjadinya pagositosis sel-sel inang oleh blastospora atau granuloma cendawan, hal ini ditandai dengan adanya gejala melanisasi pada jaringan tubuh serangga yang sel-sel epidermisnya terinfeksi oleh hifa-hifa cendawan. Menurut Robert dan Ferron (1981), racun-racun yang dihasilkan cendawa memegang peranan penting setelah proses penembusan integumen serangga oleh hifa-hifa cendawan, karena racun-racun tersebut dapat merangsang terjadinya degenerasi jaringan dalam tubuh serangga secara terus-menerus, sampai jaringan-jaringan tersebut kehilangan integritas strukturalnya, sehingga berakibat terjadinya kematian pada serangga tersebut.

Menurut Santosa (1991), untuk dapat melakukan penetrasi menembus integumen serangga, jamur menembus tabung kecambah dan apresorium yang mampu menembus langsung integumen secara mekanis. Selain itu jamur juga mengeluarkan enzim dan atau toksin yang mampu mengurai kutikula serangga. Menurut Jauharlina (1999), pada konsentrasi rendah enzim dan toksin belum mampu mengurai lapisan kitin, protein dan lemak pada kutikula serangga, sedangkan pada konsentrasi tinggi mampu mengurai komponen penyusun kutikula dan selanjutnya melakukan penetrasi.

Kematian serangga yang terinfeksi *B. bassiana* terjadi akibat proses pertumbuhan dan perkembangan jamur tersebut dalam tubuh serangga. Setelah melakukan penetrasi, hifa berkembang memasuki pembuluh darah dan menghasilkan toksin seperti *beauvericin*, *beauverolit*, *isoralit* dan *asam oksalat* yang dapat menaikkan pH dan penggumpalan darah serta menyebabkan terhentinya peredaran darah. Menurut Robert dan Yendol (1981), jamur *B. bassiana* juga merusak jaringan *haemocoel* secara mekanis, seperti saluran pencernaan, otot, sistem syaraf dan sistem pernafasan. Semua proses tersebut menyebabkan mandul, lumpuh dan kematian serangga yang terinfeksi. Patogenisitas isolat *B. bassiana* berbeda untuk setiap lokasi asal isolat terhadap spesies hama yang sama.

Menurut Patahudin (2005), konsentrasi *B. bassiana*  $10^9$  spora/ml dan  $10^8$  spora/ml lebih efektif menyebabkan mortalitas larva *Spodoptera exigua* dibanding dengan konsentrasi lainnya, bahkan pada perlakuan infestasi larva 12 hari setelah aplikasinya cendawan *B. bassiana* masih persisten dan dapat menyebabkan mortalitas *S. exigua* hingga 35%. Menurut Ihsan dan Ibrahim (2004), *B. bassiana* lebih efektif membunuh imago tungau *P. latus* hingga 80,8% dengan dosis  $1 \times 10^8$  konidia/ml dibandingkan dengan jamur *Metarhizium anisopliae*. Kematian serangga terjadi bila keadaan lingkungan mendukung jamur tumbuh menembus kultur tubuh serangga pada bagian yang paling mudah yaitu integumen yang paling lunak, misalnya antara ruas – ruas tubuh dan alat mulut. Menurut Jauharlina (1999), apabila lingkungan kurang mendukung perkembangan jamur akan berlangsung di dalam tubuh serangga tanpa keluar menembus integumen.



### III. METODOLOGI

#### 3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Mikologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Waktu penelitian dimulai pada bulan Oktober 2013 sampai dengan Desember 2013.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sangkar, toples plastik, cawan petri, autoklaf, inkubator, *haemocytometer* berfungsi, nampan plastik, ayakan, gelas plastik untuk peneluran, kain kassa, spon, *hand counter*, kuas, gelas ukur, tabung reaksi, mikroskop, aspirator, kamera, penggaris, kapas, tisu, pinset, jarum ose, sprayer dan alat tulis.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah (Lampiran 1), kompos dari UPT Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, pupa *B. carambolae* yang diperoleh dari hasil perbanyakan di Laboratorium Entomologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang dan isolat jamur *B. bassiana* dari dari laboratorium HPT Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, *yeast hidrosilat*.

#### 3.3 Persiapan Penelitian

##### 3.3.1 Perbanyakan Isolat Jamur *B. bassiana*

Jamur *B. bassiana* yang digunakan adalah isolat dari koleksi laboratorium HPT Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang yang telah dibiakan dari serangga uji yang telah mati akibat infeksi jamur *B. bassiana*. Isolat tersebut ditumbuhkan pada media Potato Dextrose Agar (PDA) pada  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  selama 15 hari. Kemudian ditumbuhkan kembali pada media cair yaitu Ekstrak Kentang Gula (EKG) dengan menggunakan fermentor. Fermentor adalah tangki atau wadah dimana didalamnya seluruh sel (mikrobia) mengubah bahan dasar menjadi produk biokimia dengan atau tanpa produk sampingan (Pratama, 2010). Langkah

pertama yang harus dilakukan yaitu isolat *B. bassiana* yang bebas dari kontaminan dimasukkan ke botol fermentor yang berisi Ekstrak Kentang Gula (EKG) (200 gr kentang + 20 gr dextrose + 1 liter aquades) dan diaerasi dengan aerator selama 3-4 hari selanjutnya dipanen dan dihitung jumlah konidia menggunakan haemocytometer.

### 3.3.2 Perbanyak Pupa *B. carambolae*

Dalam penelitian ini digunakan lalat buah *B. carambolae* dari Universitas Gajah Mada Yogyakarta yang telah perbanyak massal oleh Laboratorium Jurusan HPT Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Pupa *B. carambolae* diletakkan pada cawan petri dan dimasukkan ke dalam sangkar.



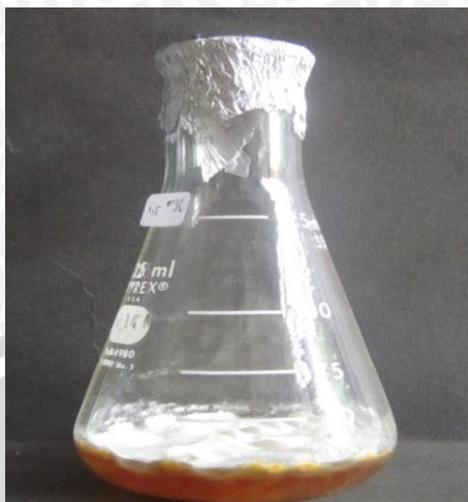
Gambar 1. Sangkar Perbanyak *B. carambolae*

Pupa *B. carambolae* diletakkan pada cawan petri dan dimasukkan ke dalam sangkar pemeliharaan. Pakan yang digunakan untuk imago *B. carambolae* adalah campuran gula dan yeast protein hidrolisat dengan perbandingan 4:1 (Kuswadi *et al.*, 2000). Pakan diletakkan pada cawan Petri dan dimasukkan ke dalam sangkar pemeliharaan. Pakan bagi serangga berpengaruh terhadap perkembangan, keperidian dan ketahanan hidup serangga (Sodiq, 1999). Gula atau sukrosa merupakan salah satu bentuk karbohidrat yang sangat dibutuhkan oleh lalat buah betina dalam menghasilkan telur, sedangkan protein dibutuhkan lalat buah bagi kematangan seksual dan produksi telur (Putra, 1997).

Gelas tempat imago bertelur dipasang selama 24 jam mulai dari pukul 08.00 pagi sampai pukul 08.00 pagi esok hari diharapkan agar imago meletakkan telur di dalam lubang yang terdapat pada gelas. Telur yang berada pada bagian dalam dinding gelas tempat imago bertelur dikumpulkan dengan cara disiram dan disaring menggunakan kain hitam agar telur dapat terlihat (Kuswadi *et al.*, 1997). Apabila terdapat telur yang masih melekat pada dinding gelas maka diambil menggunakan kuas. Telur diinfestasikan pada pakan buatan dengan tujuan agar larva yang keluar makan dan mendapatkan nutrisi dari pakan buatan. Pakan buatan diletakkan secara merata pada nampan plastik kecil. Pakan buatan terdiri dari campuran dedak gandum, ragi roti, gula, natrium benzoate dan nipagin (metil paraben) yang dimasak menggunakan aquadest yang telah dididihkan (Heriza, 2005). Nampan yang berisi pakan larva kemudian diletakkan di dalam nampan besar yang telah diisi serbuk gergaji setebal 3 cm kemudian nampan besar ditutup dengan kain. Serbuk gergaji digunakan sebagai media hidup pupa. Larva yang siap digunakan untuk penelitian adalah larva yang telah keluar ke permukaan pakan atau pada akhir instar ke3 dan awal prepupa.

### 3.3.3 Pembuatan Suspensi Konidia Jamur *B. bassiana*

Jamur *B. bassiana* yang digunakan pada penelitian ini adalah koleksi dari laboratorium HPT Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang. Isolat diperbanyak menggunakan media *Potato Dextrose* cair, kemudian ditumbuhkan dengan menggunakan fermentor. Fermentor adalah tangki atau wadah dimana didalamnya seluruh sel (*mikrobia*) mengubah bahan dasar menjadi produk biokimia dengan atau tanpa produk sampingan (Pratama, 2010). Langkah pertama yang harus dilakukan yaitu isolat *B. bassiana* yang bebas dari kontaminan dimasukkan ke botol fermentor yang berisi *Potato Dextrose* cair (200 gr kentang + 20 gr dextrose + 1 liter aquades) dan diaerasi menggunakan aerator selama 3-4 hari selanjutnya dihitung jumlah konidia menggunakan *haemocytometer*.



Gambar 2. Biakan jamur *B. bassiana* dengan media *Potato Dextrose* cair.

Pada umur 21 hari setelah inokulasi (HSI) konidia akan terbentuk dihitung kerapatannya menggunakan *haemocytometer* hingga memperoleh kerapatan konidia yang diinginkan. Menurut Prayogo (2012), sebelum suspensi konidia *B. bassiana* diaplikasikan ditambahkan tween 80 1% sebanyak 2 ml/l dan dikocok menggunakan *shaker* selama 30 menit. Suspensi konidia yang digunakan pada penelitian ini adalah  $10^8$  konidia/ml.

### 3.3.4 Persiapan Kompos sebagai Media Tumbuh dan Pupasi

Kompos didapat dari UPT Kompos Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Kompos diayak sebelumnya dengan saringan sampai halus, setelah itu ayakan kompos yang telah halus disterilkan agar pertumbuhan koloni *B. bassiana* di media kompos dapat tumbuh tanpa ada koloni jamur lain untuk memudahkan dalam pengamatan untuk mendapatkan hasil yang sesuai harapan. Kompos yang telah steril di letakan di toples plastik lalu disemprot dengan suspensi konidia *B. bassiana*  $10^8$  konidia/ml dengan volume semprot 10 ml 7 hari sebelum pupa diinfestasikan.

## 3.4 Pelaksanaan Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan isolat lokal jamur entomopatogen *B. bassiana* dari laboratorium HPT Fakultas Pertanian Universitas, Brawijaya Malang dengan objek pengamatan pupa *B. carambolae*. Penelitian ini disajikan

dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 3 perlakuan yang terdiri dari A). suspensi konidia jamur *B. bassiana*  $10^8$ /ml yang disemprotkan pada kompos dengan volume semprot 10 ml, B). suspensi konidia jamur *B. bassiana*  $10^8$ /ml di semprotkan pada kompos dengan volume semprot 10 ml dan 10 ml pada pupa, C). suspensi konidia jamur *B. bassiana*  $10^8$ /ml di semprotkan pada pupa dengan volume semprot 10 ml dan D). Aquadest steril (control). Perlakuan menggunakan 3 kali ulangan dengan skala in vitro dengan perlakuan sebagai berikut (Tabel 1).

**Tabel 1. Perlakuan metode aplikasi suspensi konidia  $10^8$  *B. bassiana* pada Kompos dan pupa *B. carambolae***

Metode aplikasi	Volume semprot	Pupa (ekor)
Disemprotkan pada Kompos	10 ml	50
Disemprotkan pada Kompos dan Pupa	10 ml + 10 ml	50
Disemprotkan pada Pupa	10 ml	50
Kontrol (Aquadest stril)	10 ml	50

Menurut Mah Moud (2009), dibutuhkan pupa *B. carambolae* dengan umur yang sama untuk perlakuan agar imago yang menetas berumur yang sama, untuk mempermudah pengamatan. Setelah terkumpul pupa *B. bassiana* dengan umur yang sama lalu pindahkan pupa ke toples yang berisi kompos yang sebelumnya sudah diinfeksi dengan suspensi *B. bassiana* dengan kerapatan  $10^8$  dan setelah diinkubasi selama 7 hari. Semprot selama 30 detik keseluruh bagian pupa. Setelah itu toples perlakuan disusun secara acak di laboratorium dengan 3 perlakuan 3 kali ulangan. Setiap perlakuan dibutuhkan 10 ml suspensi *B. bassiana*.

Sebagai kontrol pupa diaplikasikan dengan air aquades steril tanpa suspensi konidia *B. bassiana*. Pupa *B. carambolae* diamati tentang kemunculan hifa jamur

*B. bassiana* dan kematian pupa oleh *B. bassiana* selama 14 hari. Dari pengamatan yang dilakukan parameter yang diamati meliputi:

1. Presentase kematian pupa *B. Carambolae*

Pupa lalat buah tidak menetas menunjukkan bahwa pupa tersebut telah terinfeksi jamur *B. bassiana* dan mati sebelum menetas. Presentase kematian pupa *B. carambolae* dihitung dengan menggunakan rumus:

$$P = \frac{X}{Y} \times 100\%$$

Dimana:

P : presentase kematian.

X : pupa *B. carambolae* yang mati terinfeksi.

Y : jumlah pupa total yang diamati

2. Presentase pupa *B. carambolae* yang menetas menjadi imago

Pupa *B. carambolae* yang menetas dari pupa akan terbang didalam toples dan diamati selama 14 hari, karena imago menjadi masak secara seksual dalam setelah muncul dari pupa. Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah pupa menjadi imago.

3. Waktu kematian pupa *B. carambolae*

LT<sub>50</sub> adalah waktu yang dibutuhkan jamur *B. bassiana* untuk menimbulkan kematian 50 % pada pupa *B. bassiana* dengan konsentrasi 10<sup>8</sup> konidia/ml. Pengamatan terhadap waktu kematian *B. carambolae* terhadap infeksi jamur *B. bassiana* dengan menggunakan LT<sub>50</sub> dimana untuk mengetahui waktu terpendek jamur *B. bassiana* untuk menginfeksi pupa *B. carambolae*, LT<sub>50</sub> digunakan untuk membandingkan efektifitas metode aplikasi jamur *B. bassiana* terhadap pupa *B. carambolae* yang dihitung pada saat awal pupa terinfeksi *B. bassiana*.

### 3.5 Analisis Data

Nilai LT<sub>50</sub> pada perlakuan aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* diperoleh dengan menggunakan analisa probit. Analisa data hasil percobaan dilakukan

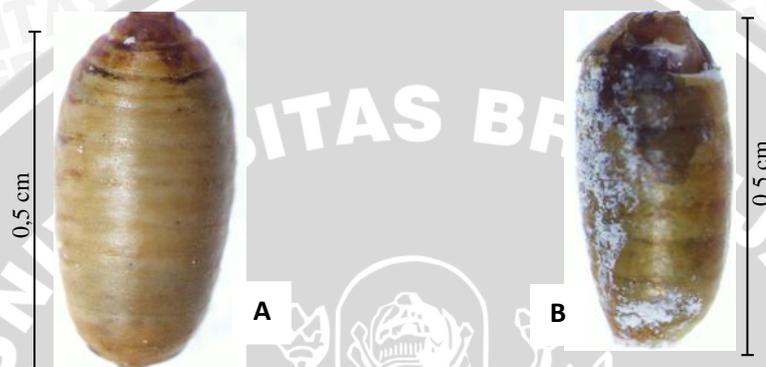
untuk mengetahui pengaruh perlakuan menggunakan uji F dan apabila dari data ragam menunjukkan pengaruh nyata pada perlakuan maka dilakukan uji lanjutan dengan BNT taraf 5% dengan bantuan program SPSS 16.0.



#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Persentase Kematian Pupa *B. carambolae*

Dalam percobaan ini semua metode aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* dapat menghasilkan kematian pupa. Pupa yang mati ditunjukkan dengan tumbuhnya konidia dan hifa berwarna putih di permukaan tubuh pupa *B. carambolae* (Gambar 3).



**Gambar 3. Gejala infeksi *B. bassiana* pada Pupa *B. carambolae*. A). Pupa sehat, B). Pupa terinfeksi *B. bassiana*, kumpulan konidia dan hifa berwarna putih di permukaan pupa *B. carambolae***

Umur pupa yang digunakan adalah satu hari setelah larva memasuki stadia pupa, tubuh pupa yang masih lunak diaplikasi konidia *B. bassiana*. Diduga konidia yang menempel pada pupa berpenetrasi dan masuk dalam tubuh pupa yang menyebabkan kematian. Menurut Charnley (1984), mekanisme penetrasi jamur entomopatogen ke dalam tubuh inang dipengaruhi struktur ketebalan kulit inang. Selama penetrasi, *B. bassiana* dapat menyebabkan gangguan fisiologi dalam serangga yang dimulai dari integumen, konidia dapat berinteraksi dengan kekebalan pupa (Hajek and Leger, 1994; Hegedus and Khachatourians, 1996; Alves and Pereira, 1998 in Schneider et al., 2012). Menurut Cheung and Grula (1982), penyakit *white muscardine* yang disebabkan oleh jamur *B. Bassiana* yang menyerang saluran pencernaan *Heliothis zea* mengakibatkan gangguan nutrisi hingga kematian.

Jamur entomopatogen *B. bassiana* mulai menginfeksi serangga jika konidia telah menempel pada tubuh serangga, jika kondisi mendukung maka

serangga yang terinfeksi akan diselimitiooleh miselia jamur( Sulistyowati, 1993). Menurut Kershaw *et al.*, (1999) pada konsentrasi yang relatif rendah, serangga yang terinfeksi dapat bertahan hidup, namun gagal mengalami pembentukan pupa dan secara perlahan mengalami kematian. Efektivitas jamur entomaptogen untuk mengendalikan hama sasaran tergantung antara lain pada jenis isolat, kerapatan konidia dan umur stadia hama (Widayat dan Riyanto, 1993 dalam Trisawa dan Laba, 2006).

Berdasarkan hasil analisis statistika terhadap persentase kematian pupa *B. carambolae*, metode aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* menunjukkan ada pengaruh yang nyata (Tabel lampiran 2). Rerata persentase kematian pupa dari setiap metode aplikasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rerata Kematian Pupa *B. carambolae* dari Tiga Metode Aplikasi Suspensi Konidia *B. bassiana*  $10^8$ /ml

Metode aplikasi	Volume semprot	Kematian pupa <i>B. carambolae</i> (%)
Disemprotkan pada Kompos	10 ml	25,33 b
Disemprotkan pada Kompos dan Pupa	10 ml + 10 ml	87,33 d
Disemprotkan pada Pupa	10 ml	47,00 c
Kontrol (Aquadest stril)	10 ml	1,333 a

Keterangan:

- Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh nyata pada uji BNT dengan taraf 5%.

Pada Tabel 2, terlihat bahwa rerata persentase kematian pupa *B. carambolae* tertinggi adalah pada metode aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* pada kompos dan pupa yaitu 87,33 %. Di bandingkan dengan aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* pada kompos atau pupa saja dengan kerapatan konidia yang sama namun volume semprot yang berbeda, karena kompos dan pupa masing-masing disemprot dengan volume 10 mlyang menghasilkan persentase kematian

pupa lebih tinggi. Kerapatan konidia yang sama dengan volume semprot yang tinggi lebih efektif dalam kematian pupa. Efektivitas *B. bassiana* dipengaruhi oleh volume aplikasi, semakin tinggi volume aplikasi semakin tinggi persentase kematian yang dihasilkan. Selanjutnya, menurun berturut-turut pada metode aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* pada pupa atau kompos saja. Hasil pengamatan yang disajikan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa metode aplikasi mempunyai pengaruh yang nyata terhadap persentase kematian pupa.

Perbedaan efektivitas metode aplikasi suspensi konidia *B. Bassiana* diduga karena adanya perbedaan jumlah konidia yang menempel dipupa. Aplikasi suspensi pada kompos dan pupa menghasilkan jumlah konidia tertinggi dipermukaan pupa dibanding dengan aplikasi pada pupa atau kompos saja. Kerapatan konidia berpengaruh terhadap persentase kematian pupa. Hal ini, sesuai dengan hasil penelitian Patahuddin (2005), kerapatan konidia berbeda ( $10^4 - 10^9$  /ml) mampu menghasilkan kematian larva *Spodoptera exigua* yang berbeda dengan kisaran persentase kematian 3,33% - 100%. Menurut Hasyim dan Azwana (2003), jamur *B. bassiana* asal Baso dengan kerapatan konidia berbeda ( $3,2 \times 10^4 - 3,2 \times 10^7$ ) dapat mengendalikan imago *Cosmopolite sordidus* yang berbeda dengan kisaran persentase kematian 56,67% - 96,67%. Aplikasi konidia *B. bassiana* pada kerapatan konidia yang berbeda ( $10^5 - 10^8$ /ml) mampu mematikan pupa *Bacrocera spp* yang berbeda jauh dengan kisaran persentase kematian 29,67% - 100% (Mar and Lumyong, 2012). Keberhasilan pengendalian hama dengan jamur entomopatogen juga ditentukan oleh kerapatan konidia jamur yang diaplikasikan (Hall 1980). Jumlah konidia berkaitan dengan banyaknya biakan cendawan yang dibutuhkan setiap hektar. Dengan demikian semakin tinggi kerapatan konidia yang diaplikasikan, maka semakin tinggi pula persentase kematian yang dihasilkan. Menurut Kershaw *et al.*, (1999) pada konsentrasi yang relatif rendah, serangga yang terinfeksi dapat bertahan hidup, namun gagal mengalami pembentukan pupa dan secara perlahan mengalami kematian.

Persentase kematian pupa pada metode aplikasi pada kompos yaitu 25,33%. Menurut Surtikanti dan Yasin (2009), aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* pada larva *Spodoptera litura* pada kompos dapat menyebabkan kematian larva mencapai 86,67%. Perbedaan persentase kematian antara hasil penelitian ini

dibanding dengan Surtikanti dan Yasin (2009) di duga disebabkan oleh faktor sebagai berikut. Faktor pertama diduga oleh perbedaan oleh larva lebih peka daripada pupa. Stadia larva lebih rentan dibandingkan dengan stadia pupa dan imago (Gomies, 2009). Faktor kedua yaitu kerapatan konidia yang digunakan untuk aplikasi pupa lebih tinggi daripada ke larva. Kerapatan konidia yang digunakan untuk aplikasi terhadap persentase kematian pupa lebih tinggi dibandingkan dengan aplikasi yang digunakan untuk larva (Huang *et al.*, 2012). Semakin tinggi kerapatan konidia *B. bassiana* semakin menurun persentase imago yang muncul (Herlinda *et al.*, 2008). Menurut Robert dan Yendol (1982), jumlah konidia yang sedikit akan menyebabkan berkurangnya daya bunuh jamur entomopatogen. Kerapatan konidia yang dibutuhkan untuk mengendalikan hama bergantung pada jenis dan populasi hama yang akan dikendalikan (Wikardi 1993).

#### 4.2 Persentase Pupa Menjadi Imago *B. carambolae*

Hasil uji statistik sidik ragam menunjukkan bahwa metode aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* pada kompos sekaligus pupa, kompos atau pupa saja berpengaruh nyata terhadap persentase pupa *B. carambolae* menjadi imago. Persentase pupa *B. carambolae* menjadi imago yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata Pupa Menjadi Imago *B. carambolae*

Metode aplikasi	Volume semprot	Pupa menjadi imago <i>B. carambolae</i> (%)
Disemprotkan pada Kompos	10 ml	74,67 a
Disemprotkan pada Kompos dan Pupa	10 ml + 10 ml	12,67 b
Disemprotkan pada Pupa	10 ml	52,00 a
Kontrol (Aquadest stril)	10 ml	98,67 a

Keterangan:

- Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh nyata pada uji BNT dengan taraf 5%.

Persentase pupa menjadi imago *B. carambolae* berhubungan erat dengan mortalitas pupa. Semakin tinggi kematian pupa maka semakin rendah imago yang muncul (Herlinda *et al.*, 2012). Pada Tabel 3, terlihat bahwa rerata persentase pupa *B. carambolae* menjadi imago terendah adalah pada metode aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* pada kompos dan pupa yaitu 12,67 % berpengaruh nyata terhadap metode aplikasi suspensi konidia pada pupa atau kompos saja. Di bandingkan dengan aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* pada kompos atau pupa saja dengan kerapatan konidia yang sama namun volume semprot yang berbeda, karena kompos dan pupa masing-masing disemprot dengan volume 10 ml yang menghasilkan persentase kematian pupa lebih tinggi. Kerapatan konidia yang sama dengan volume semprot yang lebih tinggi lebih efektif dalam kematian pupa. Efektivitas *B. bassiana* dipengaruhi oleh volume aplikasi, semakin tinggi volume aplikasi semakin rendah persentase pupa *B. carambolae*. Selanjutnya, meningkat berturut-turut pada metode aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* pada pupa atau kompos saja.

Terjadinya perbedaan efektivitas metode aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* diduga karena adanya perbedaan jumlah konidia yang yang menempel dipupa. Aplikasi suspensi pada kompos atau pupa saja menghasilkan jumlah konidia rendah dipermukaan pupa dibanding dengan aplikasi pada kompos dan pupa. Jamur *B. bassiana* bersifat saprofit atau parasit fakultatif, konidia memerlukan bantuan untuk menginfeksi serangga sasaran.

Persentase pupa menjadi imago tertinggi pada metode aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* pada kompos atau pupa saja, volume semprot 10 ml dengan kerapatan konidia  $10^8$  yaitu sebesar 74,67% dan 52%. Di bandingkan dengan aplikasi pada kompos dan pupa dengan kerapatan konidia yang sama namun volume semprot yang berbeda, karena kompos dan pupa masing-masing disemprot dengan volume 10 ml persentase imago menjadi pupa lebih rendah yaitu sebesar 12,57%. Kerapatan konidia yang sama dengan volume semprot yang lebih tinggi lebih efektif untuk menekan populasi pupa yang menjadi imago. Efektivitas *B. bassiana* dipengaruhi oleh volume aplikasi, semakin tinggi volume aplikasi semakin tinggi persentase kematian yang dihasilkan dan semakin rendah pupa yang menjadi imago. Selain itu oleh kekuatan kulit serangga, semakin keras

dan kuat kulit serangga maka akan semakin sulit terinfeksi oleh jamur *B. bassiana* (Malau *et al.*, 2010). Menurut Malau *et al.*, 2010, pada volume semprot 10 ml dengan kerapatan konidia  $10^8$  mampu mengendalikan imago lalat buah sebesar 50% berbeda dengan ulat grayak yang mencapai 100%. Berbeda dengan penelitian Senewe dan Manengkey volume aplikasi 20 ml *B. bassiana* dengan kerapatan yang sama hanya mampu menekan imago *Leptocorisa oratorius* sebesar 30,03%. Penyemprotan konidia berbeda  $10^6$  -  $10^{10}$  dengan volume semprot 25 ml pada tanaman kubis dapat mengendalikan larva *Plutella xylostella* L dengan kisaran persentase kematian 16,67% - 50% (Susniahti *et al.*, 2005). Faktor yang lain yang dapat mempengaruhi keefektifan jamur adalah kerapatan konidia, kualitas media tumbuh jamur, jenis hama yang dikendalikan, umur stadia hama. Waktu aplikasi, frekuensi aplikasi dan lingkungan (Widayat dan Rayati, 1993b; Sudarmadji dan suroso, 1999; Junianto, 2000 dalam Trisawa dan Laba, 2006). Jamur entomopatogen *B. bassiana* mulai menginfeksi serangga jika konidia telah menempel pada tubuh serangga, jika kondisi mendukung maka serangga yang terinfeksi akan diselimuti oleh miselia jamur (Sulistyowati, 1993). Menurut Kershaw *et al.*, (1999) pada konsentrasi yang relatif rendah, serangga yang terinfeksi dapat bertahan hidup, namun gagal mengalami pembentukan pupa dan secara perlahan mengalami kematian. Adanya larva yang mampu menjadi pupa dan kemudian setelah aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* diduga karena jamur *B. bassiana* tidak dapat berkembang dalam tubuh pupa (Herlinda *et al.*, 2012).

#### 4.3 Waktu Kematian Pupa *B. carambolae* Pada Setiap Metode Aplikasi Suspensi Konidia *B. bassiana*

Hasil uji statistik sidik ragam menunjukkan bahwa metode aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* pada kompos sekaligus pupa, kompos atau pupa saja berpengaruh nyata terhadap waktu kematian pupa *B. carambolae*. Waktu kematian pupa *B. carambolae* menjadi imago yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4.  $LT_{50}$  *B. bassiana* pada Tiga Metode Aplikasi Suspensi Konidia *B. bassiana* dengan kerapatan  $10^8$  konidia/ml

Metode aplikasi	Volume semprot	LT <sub>50</sub> (hari)
Disemprotkan pada Kompos	10 ml	3,78 b
Disemprotkan pada Kompos dan Pupa	10 ml + 10 ml	2,36 c
Disemprotkan pada Pupa	10 ml	2,87 ab
Kontrol (Aquadest stril)	10 ml	9,53 a

Keterangan:

- Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh nyata pada uji BNT dengan taraf 5%.

Pada Tabel 4, terlihat bahwa LT<sub>50</sub> *B. bassiana* pada ketiga metode aplikasi suspensi konidia dengan waktu tercepat untuk membunuh pupa *B. carambolae* adalah 2,36 hari pada metode aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* pada kompos dan pupa, terjadi pengaruh nyata terhadap metode aplikasi suspensi konidia pada pupa atau kompos saja. Di bandingkan dengan aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* pada kompos atau pupa saja dengan kerapatan konidia yang sama namun volume semprot yang berbeda, karena kompos dan pupa masing-masing disemprot dengan volume 10 ml yang menghasilkan waktu kematian pupa lebih cepat. Kerapatan konidia yang sama dengan volume semprot yang lebih tinggi lebih efektif dalam kematian pupa. Efektivitas *B. bassiana* dipengaruhi oleh volume aplikasi, semakin tinggi volume aplikasi semakin rendah persentase pupa *B. carambolae*. Selanjutnya, waktu kematian meningkat berturut-turut pada metode aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* pada pupa atau kompos saja.

Kerapatan konidia berpengaruh terhadap LT<sub>50</sub> jamur *B. bassiana* untuk membunuh pupa *B. carambolae*. Kerapatan jamur *B. Bassiana* tinggi serta volume semprot yang tinggi pula mengandung konidia yang banyak sehingga lebih mudah penetrasi, perkembangan dan infeksi oleh cendawan menjadi lebih cepat menimbulkan kematian dibanding dengan konsentrasi yang rendah (Hasnah *et al.*, 2012).

Nilai LT<sub>50</sub> dari tiga metode aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* dengan kisaran 2,36 – 3,78 hari. Hal ini sama dengan penelitian Awour *et al.*, (2010)

bahwa  $LT_{50}$  jamur *B. bassiana* terhadap *Bactrocera invadens* membutuhkan waktu 2.70 sampai dengan 2.78 hari, tetapi tidak sam dengan penelitian Mar and Lomyong (2012),  $LT_{50}$  jamur *B. bassiana* dengan kerapatan  $10^8$  konidia/ml untuk mematikan pupa *Bactrocera spp.* adalah 3,71 hari di laboratorium. Isolat yang digunakan dalam penelitian metode aplikasi suspensikonidi *B. bassiana* pada pupa *B. carambolae* lebih virulen daripada isolat yang digunakan Mar and Lumyong terhadap pupa *Bactrocera spp.* Menurut Altre *et al.*, (1999) bahwa waktu kematian serangga dipengaruhi oleh stadia serangga, dosis dan virulensi dari jamur entomopatogen. Virulensi jamur entomopatogen membutuhkan waktu untuk proses menginfeksi sampai mematikan serangga, infeksi dimulai dari penempelan konidia, perkecambahan dan penetrasi (Hasyim *et al.*, 2009). Pada *Polyphagotarsonemus latus* Bank di laboratorium diinfeksi konidia *B. Bassiana* dengan kerapatan  $10^8$  konidia/ml mati dalam waktu 3,34 hari, pada kerapatan  $10^7$  konidia/ml waktu yang dibutuhkan lebih lama yaitu 5,49 hari (Ihsan dan Nugroho, 2004). Metode aplikasi suspensi konidia *B. bassiana*, mengakibatkan rata-rata waktu kematian yang berbeda rentang waktunya. Lama waktu yang dibutuhkan isolat jamur entomopatogen mulai dari infeksi jamur hingga larva mati dapat berkisar 2-10 hari (Herlinda *et al.*, 2005a). Riyatno dan Santoso (1991), mengemukakan bahwa jamur patogen serangga dapat menyebabkan kematian pada inang yang peka dalam waktu 2 hari sampai 14 hari setelah terjadi infeksi.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

- 1) Persentase kematian pupa *B. carambolae* tertinggi adalah pada metode aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* pada kompos dan pupa dengan persentase kematian 87,33 %.
- 2) Persentase pupa *B. carambolae* menjadi imago terendah adalah pada metode aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* pada kompos dan pupa dengan persentase pupa menjadi imago 12,67 %.
- 3) Waktu kematian pupa *B. carambolae* tercepat adalah pada metode aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* pada kompos dan pupa dengan waktu 2,36 hari.
- 4) Metode aplikasi yang efektif untuk mengendalikan pupa *B. carambolae* adalah metode aplikasi suspensi konidia pada kompos dan pupa.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, informasi yang disajikan tentang metode aplikasi suspensi konidia *B. Bassiana* pada kompos dan pupa efektif mengendalikan pupa *B. carambolae* di laboratorium, diperlukan penelitian lanjutan tentang metode aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* pada kompos dan pupa di lapang untuk mengetahui efektivitasnya dalam mengendalikan pupa *B. carambolae*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alexpoulos, C. J. Mim dan Blackwell. 1996. *Introduksi of Mycologi*. Fourt. Jho Willey and Sons Inc. New York. 869 p.
- Altre, J. A., Vandenberg, J. D. and Cantone, F. A. 199. Pathogeniciti of *Paecilomyces fomusoroseus* isolate to Deamonback moth, *Plutela xylostella*: correlation with spore size, germination speed, and attachment to cuticle. *J. Invertebr. Patho.* 73:332-338.
- Artayasa, I. P. 1999. Potensi Prarsitoid Dalam Mengendalikan Lalat Buah (*Bactrocera carambolae*) Drew & Hancock Di Kebun Percobaan Buah-Buahan Subang, Jawa Barat. Tesis Megister Program Studi Biologi. Pasca Sarjana ITB. Bandung.
- Awuor. E. O. 2010. Entomopathogenicity Of Hyphomycete Fungi To Fruit Fly *Bactrocera Invadens* (Diptera: Tephritidae) and Their Potential For Biological Control On Mango. Kenyatta
- Bing, L.A., Lewis, L.C., 1992a. Endophytic *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin incorn: the influence of the plant growth stage and *Ostrinia nubilalis* (Hubner). *Biocontrol Sci. Technol.* 2, 39-47.
- Boucias, D. G. and J. C. Pendland. 1998. *Principles of Insect Pathology*. Kluwer Academic Publisher. London.
- Budi AS, A Afandhi, RD Puspitarini. 2013. Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Balsamo (Deuteromycetes: Moniliales) pada Larva *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidade). *Jurnal HPT* 1(1): 57-65.
- Charnley A.K ,1984. *Physiological aspects of destructive pathogenesis by fungi* Cambridge University Press (1984).
- Drew, R. A. I and D. L. Hancock. 1994. The *Bactrocera dorsalis* Complex of Fruit Flies (Diptera: Tephritidae: Dacinae) in Asia. *Bulletin of Entomological Research Supplement Series Number 2*.
- Ferron, P. 1997. Influence og relative humidity on the development of fungal infection caused by *Beauveria bassiana* (Fungi Imperfecti: Moniliales) in imagines of *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae). *Entomophag* 22:393-396.
- Gabriel, B. P. dan Riyanto, 1989. *Metarrhizium anisopliae* (Met-sch.) Sor. Taksonomi, patologi, produksi dan aplikasinya. Proyek Pengembangan Perlindungan Tanman Perkebunan. Departemen Pertanian. 2005.

Gomies. B.E.L.L, 2009. Pemanfaatan *Verticillium tricorpus* Sebagai Agen Pengendalian Hayati Penggerek Buah Kakao *Conopomorpha cramerella* di Jayapura, Provinsi Papua. Jurnal Budidaya Pertanian, Vol. 5. No 2, Desember 2009, Halaman 99-104

Hall R. A. 1980. Effect of repeated subculturing on agar and passing through an insect host on pathogenicity, morphology, and growth rate of *Verticillium lecanii*. J Invertebr Pathol 36:216-222.

Hasnah, Susanna, dan Sably, H. 2012. Keefektifan Cendawan *Beauveria Bassiana* Vuill Terhadap Mortalitas Kepik Hijau *Nezara Viridula* L. Pada Stadia Nimfa Dan Imago. J. Floratek 7: 13 – 24.

Hasyim dan Azwana. 2003. Patogenisitas Isolat *Beauveria bassiana* dalam Mengendalikan Hama Penggerek Bonggol Pisang *Cosmopolite sordidus*. Germar. J. Hort. 13(2):120-130.

Hasyim, A., Nuraida dan Trizelia. 2009. Patogenisitas Jamur Entomopatogen terhadap Stadia telur dan Larva Hama Kubis *Crociodolomia pavonana* Fabricius. J. Hort. 19(3):334-343,2009.

Herlinda S, Pujiastuti Y, Pelawi J, Riyanta A, Nurnawati E dan Suwandi. 2005a. Patogenisitas isolat-isolat *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Terhadap larva *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) di rumah kaca. Inovasi 2(2):85-92.

Herlinda, S., Hartono, S. P., Irsan, C. 2008. Efikasi Bioinsektisida Formulasi Cair Berbahan Aktif *Beauveria bassiana* (BALS.) Vuill. Dan *Metarhizium* sp. pada Wereng Punggung Putih (*Sogatella furcifera* HORV.) Seminar Nasional dan Kongres PATPI 2008. Palembang 14-16 Oktober 2008.

Herlinda, S., Nunilahwati, H., Irsan, C., Pujiastuti, Y. 2012. Eksplorasi, Isolasi dan Seleksi Jamur Entomopatogen *Plutella Xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) pada Pertanaman Caisin (*Brassica Chinensis*) Di Sumatera Selatan. J. HPT Tropika. ISSN 1411-7525. Vol. 12, No. 1: 1– 11, 2012.

Hindayana, D. 2002. Musuh Alami, Hama dan penyakit Tanaman Kopi. Departemen Pertanian: Jakarta.

Hung, S. Y. and D. G. Boucias. 1996. Phenoloksidase Activity in Hemolymph of Naïve and *Beauveria bassiana*-Infected *Spodoptera exigua* Larvae. Academic Press, Inc. Florida.

Huang, Z., Ali, A. Ren, S. Wu, J and Zhang, Y. 2012. Influence of the Entomopathogenic Fungus *Beauveria bassiana* on *Prynocaria congener* (Billberg) (Coleoptera: occinellidae Under Laboratory Conditions. Pakistan J. Zool., vol. 44(1), pp. 209-216, 2012.

Ihsan, F dan Octriana, L. 2009. Teknik Pengujian Efektivitas Jamur Entomopatogen *Beauveria Bassiana* pada Media Pembawa Substrat Beras dan Jagung Untuk Mengendalikan Lalat Buah Semilapang. Buletin Teknik Pertanian Vol. 14, No. 2, 2009: 62-64.

Jaurharlina. 1999. Potensi *Beauveria bassiana* Vuill. sebagai cendawan entomopatogen pada hama ulat grayak (*Spodoptera litura* F.). Agrista 3: 64-71.

Junianto, Y.K. dan S. Sukamto. 1994. Pengaruh Suhu dan Kelembapan Relatif terhadap Perkecambahan, Pertumbuhan dan Sporulasi Beberapa Isolat *B. bassiana*. *Pelita Perkebunan*. 11 (2) 64-67.

Kalshoven, L.G.E. 1991. The Pest of Crops in Indonesia. P.T. Ichtiar barn-van Hoeve. Jakarta. 701 p.

Kershaw, M. J., E. R. Moorhouse, R. Bateman, S. E. Reynolds, and A. K. Charnley. 1999. The Role of Destruxin in the Pathogenicity of *Metarhizium anisopliar* for Three Species of Insect. *Journal of Invertebrate Pathology* 74 : 213 – 223.

Kuswadi, A.N., M. Indarwatmi, Darmawi, I.A. Nasution, T. Himawan. 2000. Penagamatan Dinamika Populasi dan Penangkapan Massal lalat buah *Bactrocera carambolae* (Drew & Hancock) Untuk Pengendalian Di kebun Mangga. Risalah Pertemuan Ilmiah Litbang Aplikasi Isotop dan Radiasi. BAT AN dan Fkultas Pertanian Fakultas Brawijaya, Malang.

Malavasi, A., D. Midgarden, V. Kelman. 2000. Status of the cooperative Republic of Guyana a Country free of *Bactrocera carambolae* Fruit Fly. *Carambolae Fruit Fly Programme in North of South America* Georgetown. Guyana. Hal : 1 – 2.

Mar, T. T and Lumyong, S. 2012. Evaluation of Effective Entomopathogenic Fungi to Fruit Fly Pupa, *Bactrocera* spp. and Their Antimicrobial Activity. *Chiang Mai J. Sci.* 2012; 39(3) : 464-477.

Nugroho I, YB Ibrahim. 2004. Laboratory Bioassay of Some Entomopathogenic Fungi Against Broad Mite (*Polyphagotarsonemus latus*). *Internasional Journal of Agriculture & Biology* 6(2): 223-225.

Riyanti, N., Isnawati, Trimulyono, G., Prayogo, Y. 2013. Pengaruh Cara Aplikasi dan Frekuensi Pemberian Cendawan Entomopatogen *Beauveria Bassiana* untuk Mengendalikan Hama Boleng (*Cylas formicarius*) dan Tingkat Kerusakan yang Ditimbulkannya pada Ubi Jalar. *Lenterabio*. 2013.

Riyatno dan Santoso. 1991. Cendawan *Beauveria bassiana* dan cara pengembangannya guna mengendalikan hama bubuk kopi. Direktorat Bina Pelindungan Tanaman Perkebunan. Direktorat Jenderal Perkebunan Jakarta.

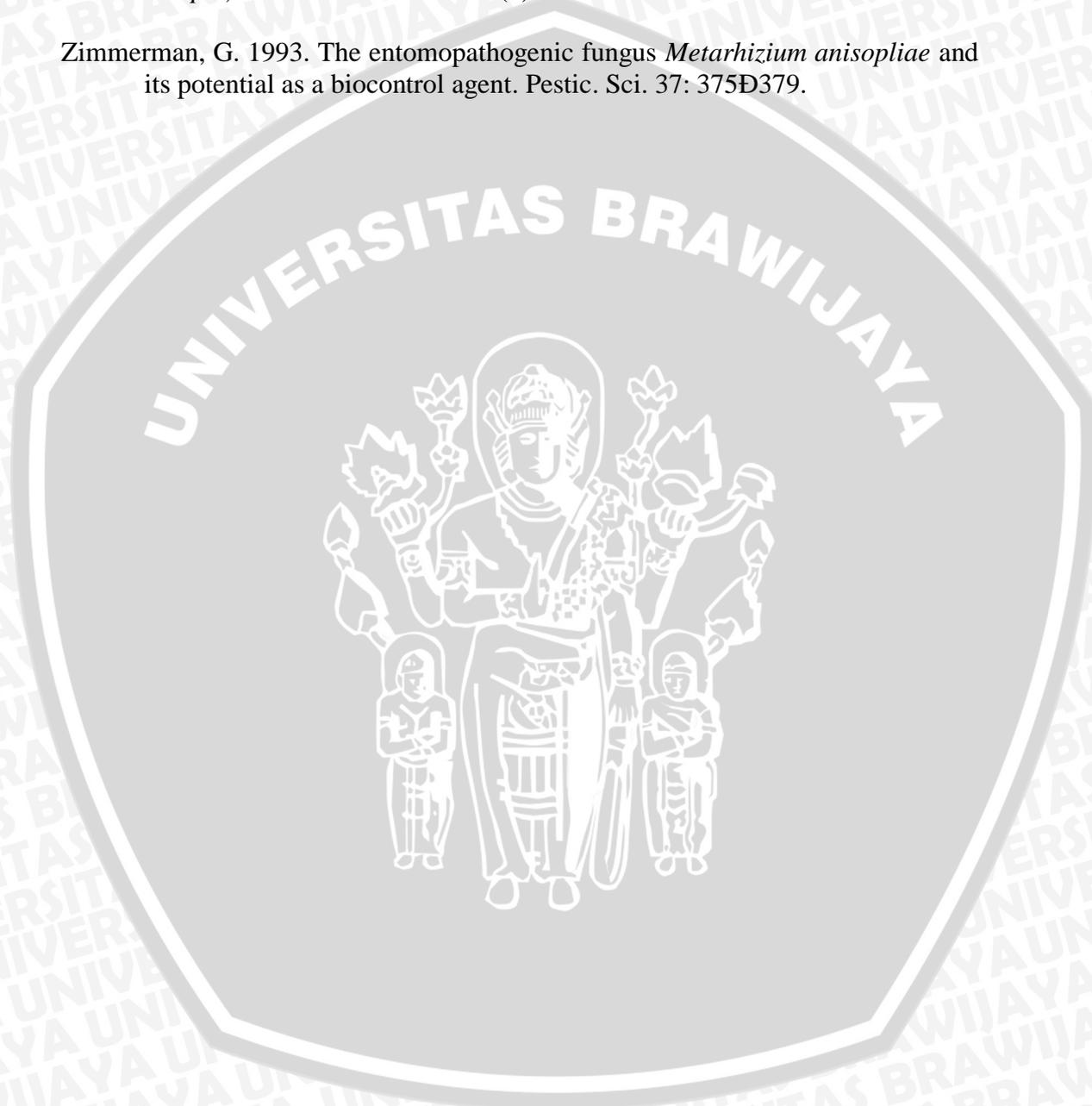
- Robert, D. W. Dan M.G. Yendol. 1982. Use of Fungi For Microbial Control of Insect. Hal 125 – 145. Dalam H. D. Burger. Dan N. W. Hussey (eds) 1982. Microbial Control of Insect, Mites. Academic Press London. New York.
- Patahuddin, 2005. Uji Beberapa Konsentrasi dan Resistensi *Beauveria Bassiana* Vuillemin (Deteromicetes : Monilicceae) Terhadap Mortalitas *Spodoptera Exigua* Hubner (Lepidoptera : Noctuidae) pada Tanaman Bawang Merah. Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI dan PFI XVI Komda Sul-Sel, 2005 ISBN : 979-95025-6-7.
- Putra, N. S. 1997. Hama Lalat Buah dan Pengendaliannya. Kanisius. Yogyakarta. 64 hlm.
- Pratama, M. 2010. Fermentor. <http://ilmy.blog.com/2010/01/23/ferment> or/ [05 Agustus 2013].
- Prayogo, Y., W. Tengkan, dan Suharsono. 2002. Jamur entomopatogen pada *Spodoptera litura* dan *Helicoverpa armigera*. Seminar Hasil Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang, 25 –26 Juni 2002. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Ma-lang. 15 hlm.
- Prayogo, Y. 2004. Keefektifan lima jenis cendawan entomopatogen terhadap hama pengisap polong kedelai *Riptortus linearis* (L.) (Hemiptera: Alydidae) dan dampaknya terhadap predator *Oxyopes javanus Thorell* (Araneida: Oxyopidae). Tesis. Departemen Hama Penyakit Tanaman, Sekolah Pasca-sarjana, Institut Pertanian Bogor. 51 hlm.
- Robert, D. W. dan M. G. Yendol. 1982. Use of Fungi For Microbial Control of Insect. Hal 125-145. dalam H. D. Burger. Dan N. W. Hussey (eds). 1982. Microbial Control of Insect, Mites Academic Press London. New York.
- Santoso, S. 1991. Prospek Perkecambahan *B. bassiana* untuk Pengendalian Hama Bubuk Buah Kopi *Hypothenemus hampei* di Jawa Timur. Dinas Perkebunan Tingkat I Jawa Timur. 12 hal.
- Saputa, Cahyaniati, A. Kustaryati, Issusilaningtyas, M. railan, W. P. Mardiasih. 2006. Pedoman Pengelolaan Hama Lalat Buah. Direktorat Perlindungan Tanaman Hortikultura. Jakarta. Hal: 4 - 10.
- Schneider. L. C. L, Silva. C. V, Pamphile J. A and Conte. H, 2012. Infection, colonization and extrusion of *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin (Deuteromycotina: Hyphomycetes) in pupae of *Diatraea saccharalis* F. (Lepidoptera: Crambidae). Department of Cell Biology and Genetics, CCB, Maringá University State, Avenida Colombo 5790, Bl. H67, Maringá PR. Brazil, CEP - 87020-900, Brazil.

- Senewe, E. dan Manengkey, G. S. J, 2011. Identifikasi dan Uji Patogenisitas Cendawan Entomopatogen Lokal Terhadap *Leptocorisa oratorius*. *Eugenia Vol 17* No. 3 Desember 2011.
- Sudarmadji, D. 1994. Penetapan Tingkat Virulensi Empat Isolat *B. bassiana* terhadap *Helophethis antonii* Sign. Menara Perkebunan 62 (3) 47.
- Suharsono dan Y. Prayogo. 2005. Pengaruh lama pemaparan pada sinar matahari terhadap viabilitas jamur entomopatogen *Verticillium lecanii*. Jurnal Habitat XVI(2): 122 – 131.
- Suharto, E. B, Trisusilowati dan H. Purnomo. 1998. Kajian aspek fisiologik *Baeuveria bassiana* dan virulensinya terhadap *Helicoverpa armigera*. Jurnal perlindungan tanaman Indonesia, 4(2) : 112 – 119.
- Sulistyowati, R. 1993. Pengaruh Penambahan Ekstrak Biji Mimba pada *B. bassiana* dalam mengendalikan *Hypothenemus hampei*. Skripsi Universitas Pembangunan Veteran Surabaya. 39 hal.
- Surtikanti dan Yasin, M. 2009. Keefektifan Entomopatogenik *Beauveria bassiana* Vuill. Dari Berbagai Media Tumbuh terhadap *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera : Noctuidae) Di Laboratorium. Prosiding Seminar Nasional Serealia 2009.
- Susniahti, N. Sudrajat dan Sianipar, M. S. 2005. Pengujian Potensi Jamur Entomopatogen *Paecylomices fumoso roseus* Baoner Terhadap Ulat Daun Kubis *Plutella xylostella* L (Lepidoptera; Yponomeutidae).
- Sweetman, H. I. 1958. The a Principle of Biological Control: Interrelation of Host and Pest Utilization in Regulation of Animal and Plant Population. WMC. Brown Company Publisher. Duboqoe. Iowa 42-55.
- Tanada, Y. and H.K. Kaya. 1993. Insect Pathology. Academic Press, Inc., California.
- Tefera T, Pringle KL. 2003. Effect of exposure method of *Beauveria bassiana* and conidia concentration on mortality, mycosis, and sporulation in cadavers of *Chlo partellus* (Lepidoptera: Pyralidae). J Invertebr Pathol 84:90-95.
- Trisawa, I. M. dan I W. Laba. 2006. Keefektifan *Beauveria bassiana* dan *Spicaria sp.* terhadap Kepik Renda Lada, *Diconocoris hewetti* (Dist.) (Hemiptera Tingidae). Bul. Penel. Tanaman Rempah dan Obat XVII (2): 99-106.
- Widarto, H. T. 1996. Daur Hidup Lalat Buah *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock pada Kondisi Laboratorium. Skripsi Sarjana Biologi ITB Bandung. Di unggah pada 05 Feb 2012.

Wikardi, E. A. 1993. Teknik Perbanyakan *B. bassiana* dan Aplikasinya di Lapang. Prosiding Makalah Symposium Patologi Serangga 1 Yogyakarta 12-13 Oktober 1993. PEI Cabang Yogyakarta.

Wiryadi Putra, S. 1994. Prospek dan Kendala Pengembangan jamur *B. bassiana* untuk Pengendalian Hayati Hama Penggerek Buah Kopi (*Hypotenemus hampei*). Pelita Perkebunan. 10 (3) 92-99.

Zimmerman, G. 1993. The entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* and its potential as a biocontrol agent. Pestic. Sci. 37: 375-379.



Tabel Lampiran 1. Komposisi Pakan Buatan untuk Larva *B. carambolae*

Jenis Bahan	Berat (g)
Sodium benzote	0,1
Nipagen	0,1
Ragi roti	3,6
Gula pasir	12,0
Dedak gandum	26,2
Aquadest steril	1000

Tabel Lampiran 2. Rerata Kematian Pupa *B. carambolae* dari Tiga Metode Aplikasi Suspensi Konidia *B. bassiana*  $10^8$ /ml

SK	db	JK	KT	Fhitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	2812,517	937,5056	191,5699	4,06618	8,69
Galat	8	39,15044	4,893805			
Total	11	2851,667				

Tabel Lampiran 3. Rerata Pupa Menjadi Imago *B. Carambolae*

SK	db	JK	KT	Fhitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	11998,25	3999,417	192,743	4,06618	8,49
Galat	8	166	20,75			
Total	11	12164,25				

Tabel Lampiran 4. Data Normalitas Metode Aplikasi Suspensi Konidia Jamur *B. bassiana* pada kompos dan pupa

Mortalitas	Shapiro-Wilk		
	Statistika	Derajat bebas	Signifikan
	0,924	42	0,008

Keterangan: penyebaran data normal jika nilai signifikansi > 0.05. Apabila nilai signifikansi < 0.05 maka data ditransformasi untuk keperluan analisa data.

Tabel Lampiran 5. Data Normalitas Metode Aplikasi Suspensi Konidia *B. bassiana* pada pupa

Mortalitas	Shapiro-Wilk

Statistika	Derajat bebas	Signifikan
0,940	42	0,028

Keterangan: penyebaran data normal jika nilai signifikansi > 0.05. Apabila nilai signifikansi < 0.05 maka data ditransformasi untuk keperluan analisa data.

Tabel Lampiran 6. Data Normalitas Normalitas Metode Aplikasi Suspensi Konidia *B. bassiana* pada kompos

Mortalitas	Shapiro-Wilk		Signifikan
	statistika	Derajat bebas	
	0,707	42	0,000

Keterangan: penyebaran data normal jika nilai signifikansi > 0.05. Apabila nilai signifikansi < 0.05 maka data ditransformasi untuk keperluan analisa data.

Tabel Lampiran 7. Hasil analisa probit  $LT_{50}$  *B. bassiana* kerapatan  $10^8$  konidia/ml pada kompos dan pupa

Persentase Mortalitas (%)	$LT_x$ (hari)	Batas bawah (hari)	Batas atas (hari)
10	0,949	0,862	1,055
20	1,436	1,277	1,736
30	1,787	1,547	2,257
40	2,087	1,774	2,704
50	2,367	1,986	3,124
60	2,647	2,197	3,544
70	2,947	2,423	3,993
80	3,298	2,686	4,520
90	3,785	3,052	5,251
99	4,940	3,919	6,987

Tabel Lampiran 8. Hasil analisa probit  $LT_{50}$  *B. bassiana* kerapatan  $10^8$  konidia/ml pada pupa

Persentase Mortalitas (%)	$LT_x$ (hari)	Batas bawah (hari)	Batas atas (hari)
10	1,181	1,048	1,446
20	1,749	1,474	2,401
30	2,159	1,767	3,103
40	2,510	2,017	3,705
50	2,837	2,248	4,269
60	3,164	2,480	4,832
70	3,515	2,728	5,436
80	3,925	3,017	6,142

90	4,493	3,418	7,122
99	5,843	4,370	9,451

Tabel Lampiran 9. Hasil analisa probit  $LT_{50}$  *B. bassiana* kerapatan  $10^8$  konidia/ml pada kompos

Persentase Mortalitas (%)	$LT_x$ (hari)	Batas bawah (hari)	Batas atas (hari)
10	1.724	1.374	3.090
20	2.430	1.824	4.890
30	2.939	2.144	6.192
40	3.373	2.415	7.307
50	3.780	2.669	8.349
60	4.186	2.922	9.391
70	4.621	3.193	10.507
80	5.130	3.510	11.812
90	5.835	3.948	13.623
99	7.511	4.990	17.925

Tabel Lampiran 10. Hasil analisa probit  $LT_{50}$  *B. bassiana* kerapatan  $10^8$  konidia/ml pada kontrol

Persentase Mortalitas (%)	$LT_x$ (hari)	Batas bawah (hari)	Batas atas (hari)
10	5,076	1,265	1,471
20	6,598	1,351	1,629
30	7,697	1,412	1,743
40	8,636	1,464	1,841
50	9,513	1,513	1,932
60	10,391	1,561	2,022
70	11,331	1,613	2,120
80	12,430	1,673	2,234
90	13,955	1,757	2,392
99	17,576	1,956	2,767