

**PENGARUH JAMUR ENTOMOPATOGEN
Beauveria bassiana Balsamo TERHADAP KUMBANG
PREDATOR *Menochilus sexmaculatus* Fabricius
(Coleoptera: Coccinellidae)**

**OLEH
AYU REZA FAHMILIA**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2017**

**PENGARUH JAMUR ENTOMOPATOGEN
Beauveria bassiana Balsamo TERHADAP KUMBANG
PREDATOR *Menochilus sexmaculatus* Fabricius
(Coleoptera: Coccinellidae)**

**OLEH
AYU REZA FAHMILIA
125040201111139**

**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
2017**

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Pengaruh Jamur *Beauveria bassiana* Balsamo Terhadap Kumbang Predator *Menochilus sexmaculatus* Fabricius (Coleoptera: Coccinelidae)

Nama : Ayu Reza Fahmilia

NIM : 125040201111139

Minat : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Dr. Ir. Sri Karindah, MS.
NIP. 19520517 197903 2 001

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

Diketahui
Ketua Jurusan

Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.
NIP. 19551018 198601 2 001

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Dr. Ir. Gatot Mudjiono
NIP. 19520125 197903 1 001

Penguji II

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

Penguji III

Dr. Ir. Sri Karindah, MS.
NIP. 19520517 197903 2 001

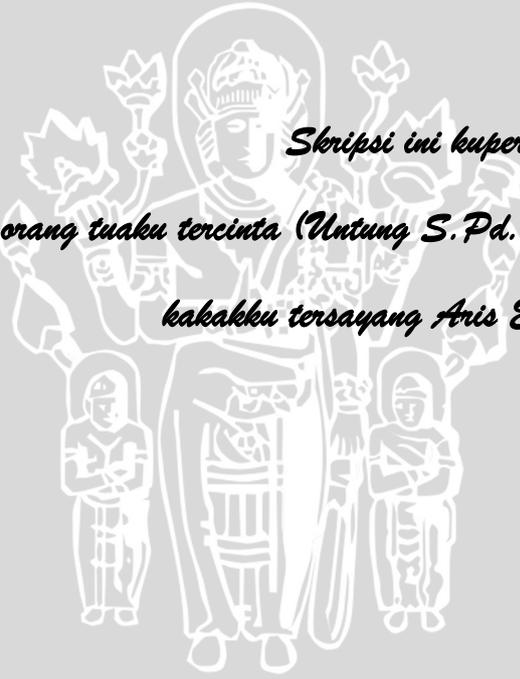
Penguji IV

Dr. Ir. Mintarto Martosudiro, MS.
NIP. 19590705 198601 1 003

Tanggal Lulus :

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

*Skripsi ini kupersembahkan untuk
kedua orang tuaku tercinta (Untung S.Pd. & Purwati) dan
kakakku tersayang Aris Eko Adi Saputro*

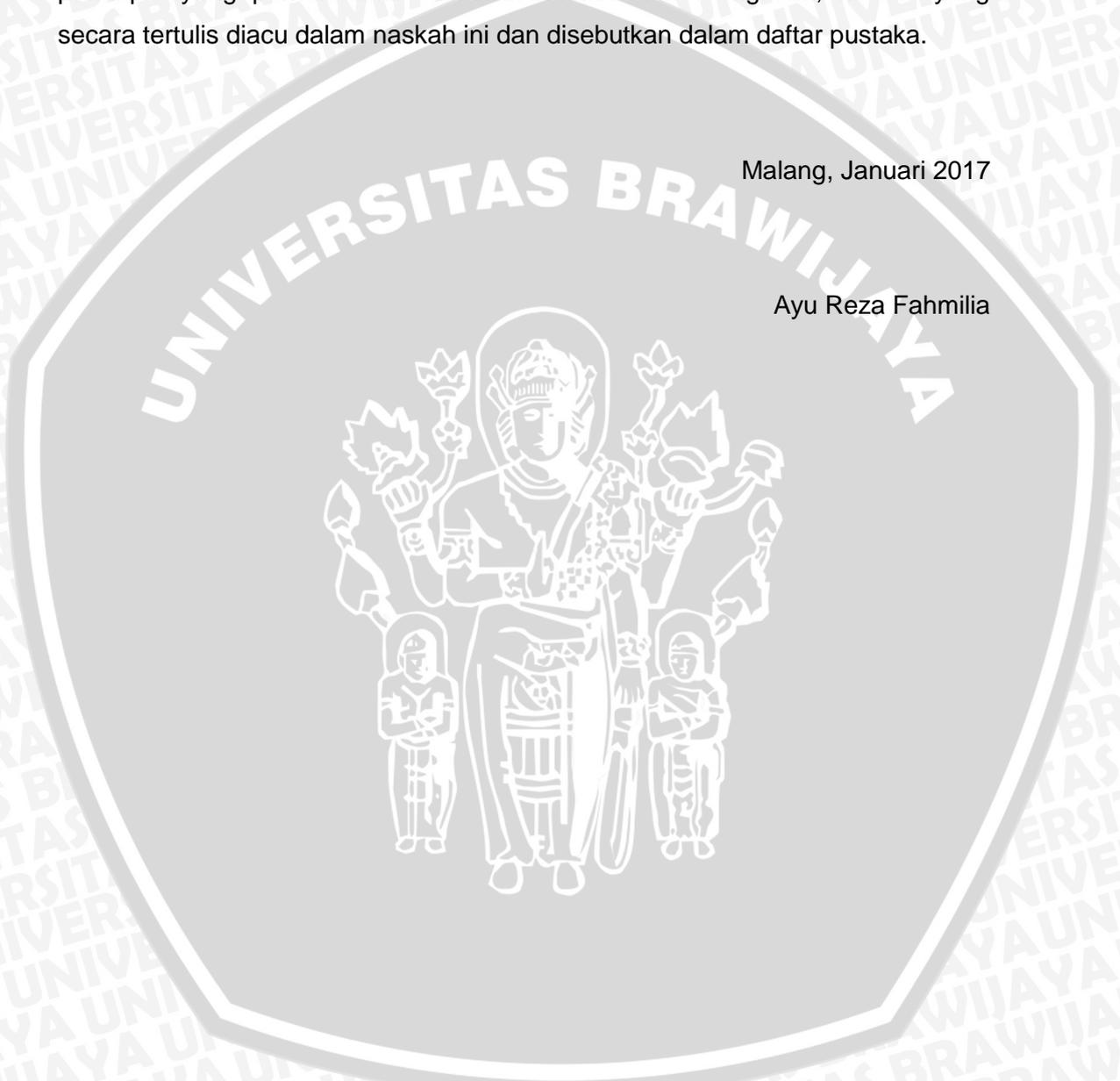


PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Januari 2017

Ayu Reza Fahmilia



RINGKASAN

Ayu Reza Fahmilia. 125040201111139. Pengaruh Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Terhadap Kumbang Predator *Menochilus sexmaculatus* Fabricius (Coleoptera: Coccinellidae). Di bawah Bimbingan Dr. Ir. Sri Karindah, MS. dan Rina Rachmawati, SP., MP., M. Eng.

Musuh alami merupakan organisme yang digunakan untuk mengendalikan hama, terdiri dari parasitoid, predator, dan jamur entomopatogen. Secara alami pengendalian hama oleh musuh alami yang ditemukan di lapang yaitu predator *Menochilus sexmaculatus*. Predator *M. sexmaculatus* mampu memangsa beberapa hama salah satunya *Aphis gossypii*. Pengendalian hama menggunakan predator di lapang masih belum bekerja dengan baik, sehingga petani menambahkan komponen pengendalian lain yaitu jamur entomopatogen. Penggunaan jamur entomopatogen diaplikasikan oleh petani sama dengan pestisida sintetik. Jamur entomopatogen *B. bassiana* memiliki kisaran inang yang sangat luas dan digunakan sebagai pengendali hama. Luasnya kisaran inang dikhawatirkan dapat berpengaruh terhadap serangga predator. Sampai saat ini belum banyak laporan tentang pengaruh *B. bassiana* ke predator seperti *M. sexmaculatus*. Sehingga kajian tentang pengaruh aplikasi jamur *B. bassiana* pada *M. sexmaculatus* perlu dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari mengenai dampak jamur *B. bassiana* pada kepadatan 10^6 , 10^7 , 10^8 , 10^9 konidia/ml terhadap mortalitas, kemampuan memangsa, dan jumlah telur yang diletakkan kumbang predator *M. sexmaculatus*.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengendalian Hayati I, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya pada bulan Februari sampai dengan Oktober 2016. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan pengulangan empat kali, menggunakan kepadatan jamur *B. bassiana* 10^6 , 10^7 , 10^8 , 10^9 konidia/ml, insektisida b.a. lufenuron 1 ml/l, perlakuan kontrol (akuades steril). Setiap perlakuan menggunakan 5 imago *M. sexmaculatus*. Uji patogenisitas jamur entomopatogen *B. bassiana* terhadap kumbang predator *M. sexmaculatus* dilakukan dengan metode semprot (*spray*).

Mortalitas terhadap kumbang predator *M. sexmaculatus* akibat aplikasi jamur *B. bassiana* adalah konsentrasi 10^6 konidia/ml yaitu 21,25%, 10^7 konidia/ml yaitu 26,25%, 10^8 konidia/ml yaitu 31,25%, dan 10^9 konidia/ml yaitu 37,50% selama 7 hari setelah aplikasi. Patogenisitas jamur *B. bassiana* terhadap *M. sexmaculatus* tergolong rendah pada kepadatan 10^6 , 10^7 konidia/ml dan sedang pada kepadatan 10^8 , 10^9 konidia/ml. Nilai LC_{50} jamur *B. bassiana* terhadap *M. sexmaculatus* pada konsentrasi $3,18 \times 10^{11}$ konidia/ml dan LT_{50} tercepat yaitu pada 1×10^9 konidia/ml dalam 10,53 hari. Terjadi penurunan kemampuan memangsa *M. sexmaculatus* terhadap *A.gossypii* setelah terpapar oleh jamur *B. bassiana*. Imago betina *M. sexmaculatus* setelah aplikasi jamur *B. bassiana* pada kepadatan 10^9 konidia/ml masih dapat bertelur dan bisa menetas.

SUMMARY

Ayu Reza Fahmilia. 12504020111139. The Effect of Entomopathogenic Fungus *Beauveria bassiana* to Predator Beetle *Menochilus sexmaculatus* Fabricius (Coleoptera: Coccinellidae). Supervised by Dr. Ir. Sri Karindah, MS. and Rina Rachmawati, SP., MP., M. Eng.

Natural enemies are organism used to control pest, consist of parasitoid, predator, and entomopathogenic fungus. Natural enemies found naturally in field such as predator *M. sexmaculatus*. *M. sexmaculatus* could prey several pest, one of them was *A. gossypii*. Pest control used predators was not run well, so the farmer added other component of pest control which is entomopathogenic fungus. The use entomopathogenic fungus applied same as of synthetic pesticides. Entomopathogenic fungus *B. bassiana* has broad spectrum of host and are being used to control pests. The broad spectrum of the host of these fungi has raised concern on the negative impact to useful insects, such as predators. Nevertheless until recently not many reports on the impact of *B. bassiana* to predators *M. sexmaculatus*. Thus study on the impact of the application of *B. bassiana* on *M. sexmaculatus* is necessary. This research aims to study the effects of *B. bassiana* with spore density of 10^6 , 10^7 , 10^8 , 10^9 conidia/ml on mortality, preying capabilities, and the number of *M. sexmaculatus* eggs.

This research was conducted at the Laboratory of Biological Control I, Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, University of Brawijaya on February until October 2016. This research used randomized block design with four repetitions, with the spore density of the fungus *B. bassiana* were 10^6 10^7 10^8 10^9 conidia/ml, lufenuron 1 ml/l, and control treatment (sterile distilled water). Every treatment used 5 adults of *M. sexmaculatus*. Pathogenicity test of entomopathogenic fungus *B. bassiana* against predator beetle *M. sexmaculatus* was conducted by spraying 10 ml on insects bodies.

The mortality of the predator beetle *M. sexmaculatus* due to the application fungus *B. bassiana* at a concentration of 10^6 conidia/ml was 21,25%, 10^7 conidia/ml was 26,25%, 10^8 conidia/ml was 31,25%, and 10^9 conidia/ml yaitu 37,50% at 7 days after application. Pathogenicity of the fungus *B. bassiana* against *M. sexmaculatus* were relatively low at the density 10^6 , 10^7 conidia/ml and were moderate at the density 10^8 , 10^9 conidia/ml. LC_{50} value was gained at a concentration of $3,18 \times 10^{11}$ conidia/ml and the fastest LT_{50} was at 1×10^9 conidia/ml in a time of 10,53 days. There was a decline of prey consumption ability of *M. sexmaculatus* against *A. gossypii* after exposure by fungus *B. bassiana*. It was observed that female adult of *M. sexmaculatus* could still produce eggs and the eggs could still be hatched after the application of *B. bassiana* in density 10^9 conidia/ml.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik. Penelitian berjudul "Pengaruh Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Terhadap Kumbang Predator *Menochilus sexmaculatus* Fabricius (Coleoptera: Coccinellidae)" sebagai salah satu syarat mahasiswa S-1 Program Studi Agroekoteknologi Universitas Brawijaya dalam rangka menyelesaikan tugas akhir pendidikan program sarjana (S-1).

Penulis menyadari banyak menerima bantuan dalam menyelesaikan tugas akhir, sehingga penulis tidak lupa menyampaikan ucapan terima kasih kepada 1) Dr. Ir. Sri Karindah, MS. selaku pembimbing utama yang telah memberikan saran dan bimbingan kepada penulis selama penyusunan skripsi; 2) Rina Rachmawati, SP. MP. M.Eng. selaku pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan dan motivasi kepada penulis selama penyusunan skripsi; 3) Dr. Ir. Gatot Mudjiono dan Dr. Ir. Mintarto Martosudiro, MS. selaku penguji atas nasihat, arahan dan bimbingan kepada penulis; 4) Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. selaku ketua jurusan serta seluruh dosen, karyawan, laboran dari Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat bagi penulis; 5) kedua orang tua dan kakak atas doa, cinta, kasih sayang, pengertian dan dukungan yang diberikan kepada penulis; 6) rekan-rekan HPT khususnya angkatan 2012 atas bantuan, dukungan dan kebersamaan selama ini.

Penulis berharap semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak dan memberikan sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan.

Malang, Januari 2017

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 22 September 1993 di Trenggalek, Jawa Timur. Penulis merupakan putri kedua dari dua bersaudara pasangan Bapak Untung, S.Pd. dan Ibu Purwati. Pendidikan formal yang ditempuh oleh penulis yakni TK Dharma Wanita 1 Tegaren (1998-2000), SD Negeri 2 Winong (2000-2006), SMP Negeri 1 Tugu (2006-2009), SMA Negeri 2 Trenggalek (2009-2012). Pada tahun 2012, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata Satu (S1) Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya melalui jalur Prestasi Akademik dan pada Semester V penulis masuk Jurusan HPT (Hama dan Penyakit Tumbuhan) minat Entomologi. Selama menempuh pendidikan di perguruan tinggi, penulis pernah aktif dalam kepanitiaan EKSPEDISI (Eksplorasi, Potensi, dan Kreativitas) 2015, PROTEKSI (Pendidikan Dasar dan Orientasi Terpadu Keprofesian) 2015 dan 2016. Selain itu penulis pernah aktif dalam kegiatan akademik dengan menjadi asisten praktikum mata kuliah yaitu Teknologi Produksi Benih (2015 dan 2016). Penulis juga pernah melakukan kegiatan magang kerja selama tiga bulan (27 Juli-17 Oktober 2015) di Kebun Tretes PT. Perkebunan Nusantara XII, Ngawi.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN	i
RINGKASAN	ii
SUMMARY	iii
KATA PENGANTAR	iv
RIWAYAT HIDUP	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
I. PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan	2
Hipotesis	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
<i>Menochilus sexmaculatus</i>	3
<i>Beauveria bassiana</i>	4
Pemanfaatan Jamur Entomopatogen <i>B. bassiana</i>	5
Pengaruh Aplikasi <i>B. bassiana</i> terhadap Predator	6
III. METODOLOGI	8
Tempat dan Waktu	8
Bahan dan Alat	8
Metode Penelitian	8
Persiapan Penelitian	9
Pelaksanaan Penelitian	10
Variabel Pengamatan	11
Analisis Data	13
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	14
Jumlah Imago <i>M. sexmaculatus</i> yang mati setelah Terpapar Jamur <i>B. bassiana</i>	14
Median Lethal Concentration (LC ₅₀) dan Median Lethal Time (LT ₅₀) Jamur <i>B. bassiana</i> pada <i>M. sexmaculatus</i> dengan Perlakuan Kerapatan Konidia yang Berbeda	16
Kemampuan Memangsa <i>M. sexmaculatus</i>	18
Jumlah Telur yang Diletakkan <i>M. sexmaculatus</i>	20
V. PENUTUP	22
Kesimpulan	22
Saran	22
DAFTAR PUSTAKA	23
LAMPIRAN	28

DAFTAR GAMBAR

No.	Teks	Halaman
1.	Morfologi makroskopis dan mikroskopis <i>B. bassiana</i> . A. Koloni jamur <i>B. bassiana</i> pada media PDA; B. Bentuk konidia dan konidiofor <i>B. bassiana</i> (perbesaran 400x) (Ladja, 2009).....	4
2.	A. Kumbang <i>M. sexmaculatus</i> sehat, B. terinfeksi jamur <i>B. bassiana</i> pada 5 HSA.....	14
3.	Pengaruh konsentrasi jamur <i>B. bassiana</i> terhadap kematian <i>M. sexmaculatus</i>	17
4.	Telur yang diletakkan oleh <i>M. sexmaculatus</i> pada sangkar perlakuan.....	20

No.	Lampiran	Halaman
1.	Sangkar perlakuan.....	30
2.	A. Sepasang <i>M. sexmaculatus</i> melakukan kopulasi, B. Telur yang diletakkan imago betina <i>M. sexmaculatus</i>	30
3.	A. <i>M. sexmaculatus</i> terinfeksi <i>B. bassiana</i> pada PDA, B. <i>M. sexmaculatus</i> terinfeksi <i>B. bassiana</i> pada PDA (<i>full plate</i>).....	30
4.	A. Makroskopis <i>B. bassiana</i> , B. mikroskopis <i>B. bassiana</i> (perbesaran 400x). 31	

DAFTAR TABEL

No.	Teks	Halaman
1.	Rerata mortalitas <i>M. sexmaculatus</i> yang diperlakukan dengan <i>B. bassiana</i> dan insektisida sampai 7 HSA	15
2.	<i>Median Lethal Time</i> (LT ₅₀) jamur <i>B. bassiana</i> terhadap <i>M. sexmaculatus</i> pada perlakuan kerapatan yang berbeda.....	18
3.	Rerata jumlah <i>A. gossypii</i> yang dimangsa oleh <i>M. sexmaculatus</i>	19

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lampiran

No.	Halaman
-----	---------

1.	Persentase kematian terkoreksi <i>M. sexmaculatus</i> akibat jamur <i>B. bassiana</i> sampai 7 hsa	29
2.	Analisis ragam rerata pengaruh jamur <i>B. bassiana</i> terhadap mortalitas <i>M. sexmaculatus</i> sampai 7 hsa.....	29
3.	Persentase <i>A. gossypii</i> yang dimangsa oleh <i>M. sexmaculatus</i> sampai 7 hsa	29
4.	Analisis ragam rerata jumlah <i>A. gossypii</i> yang dimangsa oleh <i>M. sexmaculatus</i> sampai 7 hsa	29



I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Musuh alami merupakan organisme yang digunakan untuk mengendalikan serangga hama, terdiri dari parasitoid, predator, dan jamur entomopatogen (Setiawati *et al.*, 20014). Pemanfaatan musuh alami untuk mendukung keberhasilan pengendalian hama yang ramah lingkungan dan menjaga keseimbangan agroekosistem (Nelly *et al.*, 2012). Selain itu, penggunaan musuh alami memiliki biaya relatif murah dan efektif menekan populasi hama (Setiawati *et al.*, 2004).

Secara alami pengendalian hama oleh musuh alami yang ditemukan di lapang yaitu predator. Serangga predator yang umumnya ditemukan di lapang yaitu *Menochilus sexmaculatus*. Predator *M. sexmaculatus* mampu memangsa beberapa hama diantaranya *Acyrtosiphon pisum* Harris, *Aphis craccivora* Koch., *Aphis fabae* Theobald, *Aphis gossypii* Glover, *Aphis ruborum* Bor, *Myzus persicae* Sulz., *Rhopalosiphum maidis* Fitch, *Dialeurodes citri* Ash, *Diaphorina citri* Kuw., *Tetranychus orientalis* Mcg (Irshad, 2001).

Pengendalian hama menggunakan predator di lapang masih belum bekerja dengan baik, sehingga petani menambahkan komponen pengendalian lain yaitu jamur entomopatogen. Pemilihan jamur entomopatogen dikalangan petani dikarenakan sudah mulai timbulnya kesadaran mengenai kelestarian lingkungan, semakin tingginya harga pestisida sintetik, dan dampak negatif penggunaan pestisida sintetik (Junianto dan Sulistyowati, 2000 *dalam* Sodiq *et al.*, 2009). Namun, petani masih menganggap bahwa aplikasi jamur entomopatogen sebagai pengganti pestisida sintetik, sehingga aplikasinya masih dilakukan secara berkala.

Jamur entomopatogen yang digunakan untuk mengendalikan hama yaitu *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Nomuraea rileyi*, *Paecilomyces fumosoroseus*, *Aspergillus parasiticus*, dan *Lecanicillium lecanii* (Prayogo, 2006). Jamur entomopatogen yang sering digunakan petani yaitu *B. bassiana*. Namun, jamur *B. bassiana* memiliki kisaran inang yang luas diantaranya ordo Lepidoptera, Coleoptera, Hemiptera, Diptera, dan Hymenoptera (Reddy *et al.*, 2008; Tanada dan Kaya, 1993). Kisaran inang yang luas tersebut dikhawatirkan

dapat berdampak negatif terhadap berbagai jenis serangga yang bermanfaat seperti predator.

Sampai saat masih sedikit informasi mengenai pengaruh *B. bassiana* ke predator seperti *M. sexmaculatus*, sehingga kajian tentang pengaruh aplikasi jamur *B. bassiana* pada *M. sexmaculatus* perlu dilakukan. Hal ini dilakukan untuk menjaga kelestarian predator tersebut.

Tujuan

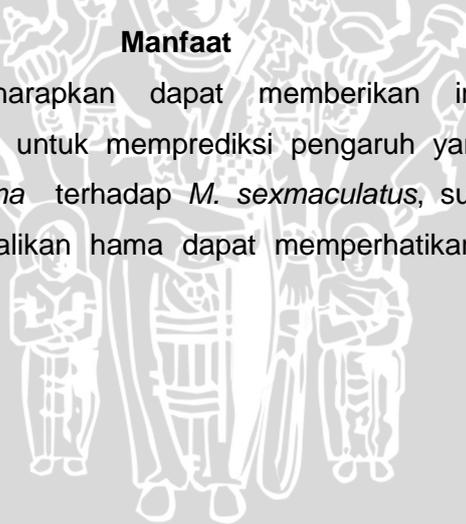
Tujuan penelitian ini yaitu untuk mempelajari infeksi jamur *B. bassiana* pada kerapatan 10^6 , 10^7 , 10^8 , 10^9 konidia/ml terhadap mortalitas, kemampuan memangsa, dan kemampuan bertelur kumbang predator *M. sexmaculatus*.

Hipotesis

Aplikasi *B. bassiana* dapat berpengaruh terhadap mortalitas, kemampuan memangsa, dan kemampuan bertelur kumbang predator *M. sexmaculatus* pada kerapatan 10^6 , 10^7 , 10^8 , 10^9 konidia/ml.

Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang patogenisitas *B. bassiana* untuk memprediksi pengaruh yang terjadi akibat aplikasi jamur *B. bassiana* terhadap *M. sexmaculatus*, supaya aplikasi *B. bassiana* untuk mengendalikan hama dapat memperhatikan keamanan bagi predator *M. sexmaculatus*.



II. TINJAUAN PUSTAKA

Menochilus sexmaculatus

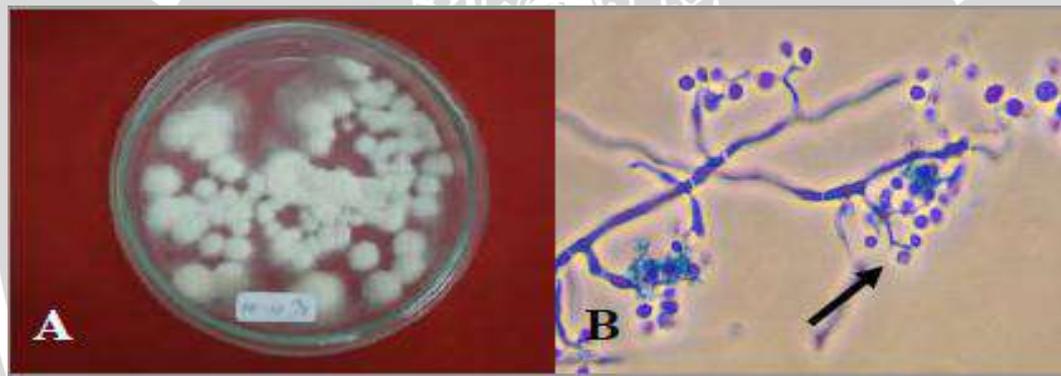
Kumbang predator *Menochilus sexmaculatus* diklasifikasikan dalam Class Insecta, Ordo Coleoptera, Family Coccinellidae, Genus *Menochilus* (*Cheilomenes*), Species *Menochilus sexmaculatus* Fabricius (Borror *et al.* 1992). Serangga ini biasa disebut kumbang predator warna kuning mempunyai bercak hitam dan bergerak lambat dalam menangkap mangsa (Muharam dan Setiawati, 2007).

Predator *M. sexmaculatus* mampu menghasilkan 150-200 keturunan dalam 6-10 minggu (Muharam dan Setiawati, 2007). Lama hidup predator *M. sexmaculatus* berkisar antara 56 hingga 78 hari yaitu telur 4-5 hari, larva 20-25 hari, pupa 4-6 hari, dan imago 28-42 hari. Larva instar pertama berwarna kelabu berukuran 1,64 mm dan stadia ini berlangsung selama rata-rata 2 hari. Larva instar kedua berwarna hitam dan memiliki sebuah garis putih vertikal pada bagian dorsal serta berukuran panjang rata-rata 3,06 mm berlangsung selama 1-2 hari. Larva instar ketiga berwarna hitam dan memiliki sebuah garis jingga vertikal serta horizontal pada bagian dorsal. Stadia larva instar ketiga berukuran panjang rata-rata 6,27 mm dan berlangsung selama 1-2 hari. Larva instar keempat memiliki morfologi yang sama dengan instar ketiga, berukuran rata-rata 8,25 mm dan berlangsung selama 3-4 hari (Engka, 2003).

Periode prapupa berlangsung selama 1 sampai 2 hari dengan ditunjukkan keaktifan predator. Pupa berwarna kehitaman dengan ujung abdomen yang melekat pada tempat dimana proses pembentukan pupa berlangsung. Stadia pupa berukuran panjang rata-rata 4,45 mm dan lebar 3.41 mm serta berlangsung selama 3-4 hari. Setelah imago tubuh menjadi berwarna kuning, kemudian muncul gurutan-gurutan berwarna jingga kemerahan, dan pada bagian punggung terdapat bintik-bintik hitam. Imago mempunyai sepasang sayap berwarna jingga yang memiliki garis-garis zig-zag dan bintik-bintik berwarna hitam. Imago betina memiliki ukuran tubuh yang lebih besar daripada imago jantan. Imago betina berukuran panjang 5,73 mm, sedangkan imago jantan 4,27 mm (Mahrub, 1991).

Beauveria bassiana

Jamur *Beauveria bassiana* diklasifikasikan dalam Divisi Ascomycota, Class Hyphomycetes, Ordo Hypocreales, Family Cordycipitaceae, Genus *Beauveria*, Species *Beauveria bassiana* (Tsfaye dan Seyoum, 2010). Secara morfologi jamur ini berwarna putih menyerupai kapur sehingga disebut *White Muscardine Disease*. Jamur *B. bassiana* bereproduksi secara aseksual dengan menghasilkan konidia berukuran 2-3 μm . Karakteristik utama *B. bassiana* adalah bentuk konidiofornya yang bercabang-cabang dengan pola zig-zag dan pada bagian ujungnya terbentuk konidia. *B. bassiana* berhifa pendek, hialin dan berdinding tebal. Kelompok hifa berukuran panjang (3-4)x(1-2) μm . Konidia berbentuk bulat, hialin, bersel satu, terbentuk soliter pada ujung konidiofor dan berukuran (2-3)x(2-2,4) μm (Nuraida dan Hasyim, 2009).



Gambar 1. Morfologi makroskopis dan mikroskopis *B. bassiana*. A. Koloni jamur *B. bassiana* pada media PDA; B. Bentuk konidia dan konidiofor *B. bassiana* (perbesaran 400x) (Ladja, 2009)

Miselium jamur *B. bassiana* bersekat dan berwarna putih. Konidia menempel pada ujung dan sisi konidiofor atau cabang-cabangnya (Utomo dan Pardede, 1990). Jamur ini mempunyai konidia yang bersel satu dan bentuknya oval agak bulat, tidak berwarna (*hyaline*). Pada substrat yang sesuai spora akan tumbuh dan berkecambah membentuk tabung kecambah, kemudian tabung kecambah ini membentuk hifa berupa filamen yang panjang dan bercabang. Selanjutnya akan membentuk suatu massa hifa yang disebut miselium. Konidia fertil, bercabang-cabang dan berbentuk zig-zag sebagai ciri khas *B. bassiana*, sedang miselium di bawahnya menggelembung. Konidia akan tumbuh dan

berkembang setelah 3-7 hari dalam media. Jamur ini dapat tumbuh pada pH 3,3 – 8,5 sedangkan pH optimumnya adalah 6,7 (Alexopoulos dan Mims, 1979).

B. bassiana dapat menginfeksi serangga melalui integumen, saluran pencernaan, trakea, dan luka. Mekanisme infeksi jamur didukung oleh enzim seperti protease, lipolitik, amilase, dan kitinase yang mampu menghidrolisis kompleks protein di dalam integumen (Emmanuel, 2013). Selain itu, *B. bassiana* menghasilkan toksin seperti beauverisin, beauverolit, bassianalit, isorolit, dan asam oksalat. Toksin tersebut menyebabkan terjadinya kenaikan pH, penggumpalan, dan terhentinya peredaran darah serta merusak saluran pencernaan, otot, sistem syaraf dan pernapasan sehingga menyebabkan kematian (Mahr, 2003). Penempelan konidia pada tubuh serangga terjadi secara pasif dengan bantuan angin dan air. Perkecambahan konidia untuk dapat menginfeksi tubuh inang memerlukan waktu yang cukup lama. Hal ini disebabkan karena perkecambahan konidia tergantung pada kelembaban (Santoso, 1993).

Keberhasilan pengendalian serangga hama dengan jamur entomopatogen ditentukan oleh konsentrasi jamur yang diaplikasikan, yaitu kerapatan konidia dalam setiap volume air (Hall, 1980). Konsentrasi jamur entomopatogen harus ditentukan secara tepat untuk mendapatkan hasil pengendalian yang optimal (Prayogo, 2006). Serangga terinfeksi oleh cendawan *B. bassiana* dengan ciri yang mencolok yaitu adanya miselia berwarna putih pada tubuh serangga yang mati setelah terinfeksi (Neves dan Alves, 2004). Gerakan serangga yang terinfeksi lamban, nafsu makan berkurang, bahkan berhenti, lama kelamaan diam dan mati (Riyatno dan Santoso, 1991).

Pemanfaatan Jamur Entomopatogen *B. bassiana*

Kemampuan patogen untuk menimbulkan penyakit ditentukan oleh berbagai faktor yaitu patogen, inang, dan lingkungan. Dari segi patogen, dosis dan cara aplikasi akan mempengaruhi mortalitas serangga (Inglis *et al.* 2001). Hasil penelitian Budi *et al.* (2013) menyatakan bahwa semakin tinggi kerapatan jamur *B. bassiana* yang diaplikasikan pada larva *Spodoptera litura* maka mortalitas larva *S. litura* semakin tinggi. Hasyim *et al.* (2005) juga menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi jamur entomopatogen yang diaplikasikan,

maka kematian hama penggerek bonggol pisang (*Cosmopolites sordidus*) semakin tinggi.

Cara aplikasi *B. bassiana* juga mempengaruhi lama waktu kematian serangga. Hasil penelitian Tefera dan Pringle (2003) menunjukkan bahwa larva *Chilo partellus* (Lepidoptera: Pyralidae) yang dicelupkan ke dalam suspensi konidia mempunyai nilai LT_{50} yang lebih pendek yaitu 1 hari dibandingkan dengan larva yang makan pada daun jagung yang disemprot yaitu 3,5 hari.

Dari segi inang, berbagai faktor fisiologi dan morfologi inang mempengaruhi kerentanan serangga terhadap jamur entomopatogen, seperti umur, nutrisi, dan perlakuan (Inglis *et al.* 2001). Jamur *B. bassiana* toksik terhadap semua stadia *Nezara viridula*, stadia nimfa III, IV, dan V lebih toleran daripada nimfa I dan II (Prayogo, 2013).

Dari segi lingkungan, berbagai faktor lingkungan seperti radiasi matahari, suhu, kelembaban relatif, curah hujan dan tanah sangat mempengaruhi efikasi cendawan entomopatogen terhadap serangga hama. Semua faktor lingkungan saling berinteraksi dan interaksi yang kompleks dan dinamik ini menentukan efikasi cendawan (Inglis *et al.* 2001). Faktor lingkungan akan berpengaruh terhadap patogenisitas dan virulensi dari jamur entomopatogen (Hasan, 2014). Athanassiou dan Steenberg (2007) mengatakan bahwa pengaruh insektisida *B. bassiana* terhadap *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae) menyebabkan mortalitas lebih tinggi pada suhu tinggi (20, 25, 30°C) dan kelembaban relatif rendah (55% dan 75%). Liu dan Bauer (2008) juga mengatakan bahwa jamur entomopatogen dapat menginfeksi *Agilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae) pada rumah kaca sebesar 33,5%, sedangkan aplikasi di lapang berkisar 58,5% dan 83%.

Pengaruh Aplikasi *B. bassiana* terhadap Predator

Beberapa penelitian tentang aplikasi jamur *B. bassiana* terhadap predator telah dilakukan. Aplikasi jamur *B. bassiana* konsentrasi 10^8 spora/ml mampu mematikan larva dan pupa predator semut rangrang *Oecophylla smaragdina* (Hymenoptera: Formicidae) tetapi tidak berpengaruh negatif terhadap imago (Sodiq dan Martiningsia, 2009). Hasil penelitian Herlinda *et al.* (2010b) bahwa

aplikasi jamur *B. bassiana* dapat menurunkan jumlah telur yang diletakkan (kepridian) terhadap kumbang predator *M. sexmaculatus*. Aplikasi *B. bassiana* secara langsung dengan meneteskan spora *B. bassiana* pada *M. sexmaculatus* jumlah telur yang diletakkan 226,9 butir dan secara tidak langsung dengan menyemprotkan spora *B. bassiana* pada tanaman cabai yang dihuni oleh *M. sexmaculatus* jumlah telur yang diletakkan 247,3 butir. Jamur entomopatogen *Beauveria brongniartii* menyebabkan kematian 6,8% predator *Poecilus versicolor* (Coleoptera: Carabidae), predator tersebut sebagai pengendali hama *Melolontha melolontha* (Traugott *et al.*, 2005).

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



III. METODOLOGI

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengendalian Hayati I, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya pada bulan Februari sampai dengan Oktober 2016.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan yaitu tanaman cabai umur 40 hari setelah tanam (hst), terong, jagung, kertas label, nimfa *Aphis gossypii* instar 3-4, imago kumbang *M. sexmaculatus* umur 10 hari, isolat *B. bassiana* berasal dari tanah organik yang merupakan koleksi dari Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, media Ekstra Kentang Dextrose (EKD) (kentang, dextrose, akuades), kloramfenikol, tisu, kapas, kain kasa, plastik milar sebagai sangkar perlakuan, alumunium foil, akuades steril, NaOCl, alkohol 70%, spirtus, dan insektisida b.a lufenuron 1 ml/l.

Alat yang digunakan yaitu sangkar *A. gossypii* (50 x 40 x 80 cm³), sangkar *M. sexmaculatus* (50 x 40 x 80 cm³), paralon (diameter 7,5 cm), sangkar perlakuan (berdiameter 7,5 cm dan tinggi 30 cm), kuas, *thermohyrometer* untuk mengukur suhu dan kelembaban, cawan petri, jarum ose, kompor, panci, spatula, saringan, botol media 1000 ml, bunsen, korek api, gunting, pinset, gelas ukur, mikropipet, Erlenmeyer 250 ml, *hand sprayer*, *haemocytometer*, *autoclave*, tabung Falcon, kaca benda, kaca penutup, mikroskop, *hand counter*, pot kecil (4 cm), spon dan kamera digital.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok yang terdiri dari 6 perlakuan dan 4 ulangan yaitu:

- 1 : *B. bassiana* dengan kerapatan konidia 10⁶ konidia/ml
- 2 : *B. bassiana* dengan kerapatan konidia 10⁷ konidia/ml
- 3 : *B. bassiana* dengan kerapatan konidia 10⁸ konidia/ml
- 4 : *B. bassiana* dengan kerapatan konidia 10⁹ konidia/ml
- 5 : Insektisida b.a lufenuron 1 ml/l
- 6 : Kontrol (akuades steril)

Persiapan Penelitian

Perbanyak predator *M. sexmaculatus*. Serangga predator ini diambil langsung dari lahan tanaman jagung, kacang panjang, cabai di Malang. Pengambilan *M. sexmaculatus* pada fase imago untuk memudahkan dalam pencarian, karena secara fisik mudah dikenali. Pemeliharaan *M. sexmaculatus* diperbanyak pada sangkar dan ditutup kain kasa. Sangkar yang digunakan ada 2, yaitu sangkar pemeliharaan dan sangkar perkawinan. Sangkar pemeliharaan diisi tanaman terong, jagung, cabai dinfestasikan *A. gossypii* sebagai mangsa *M. sexmaculatus* dikumpulkan dari pertanaman cabai di sekitar kota Malang. Sangkar perkawinan diisi bibit jagung yang sudah diinfestasi *A. gossypii* sebagai pakan *M. sexmaculatus*. Kumbang *M. sexmaculatus* jantan dan betina diambil dari sangkar pemeliharaan, lalu dimasukkan ke sangkar perkawinan. Telur hasil perkawinan *M. sexmaculatus* dipelihara sampai muncul imago baru.

Perbanyak isolat Jamur *B. bassiana*. Sebelum melakukan perbanyak isolat jamur *B. bassiana*, terlebih dahulu membuat media. Media untuk perbanyak jamur entomopatogen *B. bassiana* yaitu Ekstra Kentang Dekstrose (EKD), dibuat dengan cara merebus 250 g kentang yang telah dipotong menggunakan akuades 1 liter hingga mendidih. Setelah mendidih, kentang kemudian disaring dan diambil sarinya. Gula yang digunakan adalah gula dektrosa 20 g ditambahkan pada sari kentang 1 liter. Kemudian ditambahkan kloramfenikol 0,5 g untuk menghindari kontaminasi bakteri. Media yang telah jadi dimasukkan ke dalam botol media dan ditutup rapat untuk disterilkan menggunakan *autoclave* dengan suhu 120 °C tekanan 1 atm selama 30 menit.

Perbanyak isolat jamur *B. bassiana* dilakukan dengan cara memindahkan biakan murni menggunakan *cork borer* setelah miselium memenuhi permukaan cawan petri ke dalam media EKD. Penanaman ke dalam media EKD dilakukan dengan memasukkan miselium jamur *B. bassiana* sebanyak 2 lubang *cork borer* untuk 200 ml media EKD. Media EKD dimasukkan ke dalam tabung Erlenmeyer 250 ml. Setelah miselium tumbuh, kemudian diambil 1 ml suspensi konidia *B. bassiana* dan dilarutkan dengan 10 ml akuades steril. Untuk mendapatkan konidia jamur yang diinginkan dengan pembuatan suspensi jamur *B. bassiana* yaitu dilakukan pengenceran dan perhitungan konidia dengan bantuan *haemocytometer*. Kerapatan konidia dihitung dibawah

mikroskop dan dihitung kerapatan konidianya pada lima kotak kedua terbesar dengan menggunakan rumus Gabriel dan Riyatno (1989) sebagai berikut:

$$C = \frac{t}{(n \cdot x)} \times 10^6$$

Dimana **C** adalah kerapatan konidia per ml larutan, **t** adalah jumlah total konidia dalam kotak sampel yang diamati, **n** adalah jumlah kotak sampel yang dihitung (5 kotak besar x 16 kotak kecil), dan **x** adalah 0,25 faktor koreksi penggunaan kotak sampel skala kecil pada *haemocytometer*.

Viabilitas konidia jamur patogen serangga *B. bassiana* ditentukan dengan menuangkan media EKD di atas kaca preparat dan diratakan hingga berbentuk lapisan tipis. Pengukuran dilakukan pada jamur *B. bassiana* berusia 14 HSI. Suspensi jamur *B. bassiana* diteteskan sebanyak 0,01 ml pada kaca benda berlapis media EKD dan diratakan serta ditutup dengan *cover glass*. Kaca benda tersebut dimasukkan dalam cawan petri steril dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu kamar dalam kondisi lembab. Selanjutnya diamati dibawah mikroskop dan dihitung jumlah konidia yang berkecambah dan yang tidak berkecambah. Konidia berkecambah ditandai dengan munculnya hifa pendek. Viabilitas konidia dihitung dengan menggunakan rumus Gabriel dan Riyatno (1989) sebagai berikut:

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

Dimana **V** adalah perkecambahan konidia (viabilitas), **g** adalah jumlah konidia yang berkecambah, dan **u** adalah jumlah konidia yang tidak berkecambah.

Pelaksanaan Penelitian

Pengujian Patogenisitas *B. bassiana* Terhadap *M. sexmaculatus*. Uji patogenisitas jamur entomopatogen *B. bassiana* terhadap kumbang predator *M. sexmaculatus* dilakukan dengan metode semprot (*spray*). Setiap perlakuan sebanyak 5 imago *M. sexmaculatus* disemprot dengan suspensi jamur *B. bassiana* dengan kerapatan konidia 10^6 , 10^7 , 10^8 , 10^9 konidia/ml, akuades steril sebagai kontrol negatif, dan insektisida b.a. lufenuron 1 ml/l sebagai kontrol positif dengan volume semprot sebanyak 10 ml.

Setiap sangkar perlakuan dimasukkan 1 imago *M. sexmaculatus* yang telah berisi tanaman cabai sehat berumur 40 hst, kemudian diinfestasikan sebanyak 20 mangsa *M. sexmaculatus* yaitu *A.gossypii*. Pengamatan dilakukan terhadap imago *M. sexmaculatus* yang terpapar oleh jamur *B. bassiana* setiap hari selama 7 hari setelah aplikasi. *M. sexmaculatus* yang terpapar oleh *B. bassiana* dilakukan sterilisasi permukaan dan penanaman ke dalam media PDA.

Masa inkubasi diamati sejak imago *M. sexmaculatus* mati sampai hari pertama munculnya gejala yaitu pada integumen imago *M. sexmaculatus* diselubungi miselia jamur entomopatogen yang berwarna putih. *M. sexmaculatus* yang terinfeksi dilakukan penanaman ke dalam media PDA untuk memastikan bahwa kematian *M. sexmaculatus* diakibatkan oleh jamur entomopatogen *B. bassiana*. Sebelum dilakukan penanaman, *M. sexmaculatus* yang terinfeksi oleh jamur *B. bassiana* direndam dengan NaOCl selama 1 menit, alkohol 70% selama 1 menit, kemudian dibilas menggunakan akuades steril sebanyak 2 kali. Untuk memastikan jamur yang diperoleh bukan berasal dari permukaan tubuh serangga uji, maka dilakukan inokulasi akuades terakhir hasil sterilisasi sampel pada media PDA. Apabila tidak ditemukan organisme yang tumbuh pada media PDA, maka sterilisasi permukaan tersebut berhasil. Setelah jamur tumbuh memenuhi media sekitar 7 hari, dilakukan pengamatan secara makroskopis dengan mengamati warna koloni. Sedangkan pengamatan secara mikroskopis yaitu pengamatan bentuk konidia dan konidiofor dengan mengamati menggunakan mikroskop. Identifikasi yang dilakukan menurut buku *illustrated genera of imperfect fungi* pengarang Barnett dan Hunter (1998).

Variabel Pengamatan

Jumlah imago *M. sexmaculatus* yang mati setelah terpapar jamur *B. bassiana*. Imago *M. sexmaculatus* yang mati setelah aplikasi diduga telah terinfeksi jamur *B. bassiana*. Presentase tingkat kematian imago dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{x}{y} \times 100\%$$

Dimana **P** adalah presentase tingkat kematian, **x** adalah imago yang mati, dan **y** adalah jumlah imago total yang diamati.

Apabila pada perlakuan kontrol terjadi kematian lebih besar 0% dan lebih kecil 20% daripada perlakuan maka mortalitas dikoreksi menggunakan rumus Abbot (1987) sebagai berikut:

$$P = \frac{p' - c}{100 - c} \times 100\%$$

Dimana **P** adalah presentase tingkat kematian terkoreksi, **p'** adalah tingkat kematian hasil pengamatan pada setiap perlakuan, dan **c** adalah tingkat kematian pada kontrol. Perhitungan mortalitas digunakan untuk mengetahui tingkat patogenisitas jamur *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 30,99-64,49% dan patogenisitas rendah dengan mortalitas kurang dari 30,99%. Nilai LC₅₀ dan LT₅₀ ditentukan dengan analisis probit (Finney, 1971). LC₅₀ dan LT₅₀ adalah konsentrasi dan waktu yang dibutuhkan untuk mematikan 50% dari populasi serangga uji.

Kumbang predator *M. sexmaculatus* yang terpapar oleh jamur *B. bassiana* diamati secara makroskopis dan mikroskopis. Dilakukan dengan cara menumbuhkan *M. sexmaculatus* yang terinfeksi oleh jamur *B. bassiana* ke dalam media PDA. Sebelum dilakukan, *M. sexmaculatus* yang terinfeksi oleh jamur *B. bassiana* direndam dengan NaOCl selama 1 menit, alkohol 70% selama 1 menit, kemudian dibilas menggunakan akuades steril sebanyak 2 kali. Untuk memastikan jamur yang diperoleh bukan berasal dari permukaan tubuh serangga uji, maka dilakukan inokulasi akuades terakhir hasil sterilisasi sampel pada media PDA. Apabila tidak ditemukan organisme yang tumbuh pada media PDA, maka sterilisasi permukaan tersebut berhasil. Pengamatan secara makroskopis dengan mengamati warna koloni. Sedangkan pengamatan secara mikroskopis yaitu bentuk konidia dengan mengamati menggunakan mikroskop. Pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis dilakukan untuk memastikan bahwa kematian kumbang predator *M. sexmaculatus* diakibatkan oleh jamur entomopatogen *B. bassiana*. Identifikasi yang dilakukan menurut buku *illustrated genera of imperfect fungi* pengarang Barnett dan Hunter (1998).

Kemampuan memangsa *M. sexmaculatus*. Pengamatan kemampuan pemangsa dilakukan dengan mengamati kemampuan makan imago *M. sexmaculatus* yang telah terpapar jamur *B. bassiana* terhadap *A.gossypii* selama 7 hari setelah aplikasi. Pengamatan dilakukan dengan cara menghitung berapa banyak *A.gossypii* yang berkurang mulai dari 24 jam setelah diinfestasikan sampai 7 hari setelah infestasi.

Jumlah telur yang diletakkan *M. sexmaculatus*. Apabila *M. sexmaculatus* yang telah terpapar jamur *B. bassiana* tidak mati setelah 7 hari akan diamati kemampuan bertelurnya. Pengamatan dimulai 8 hsa dengan memasukkan sepasang *M. sexmaculatus* pada satu sangkar agar terjadi kopulasi. Pengamatan dilakukan dengan cara menghitung jumlah telur yang diletakkan oleh imago *M. sexmaculatus* dan diamati sampai telur menetas.

Analisis Data

Data pengamatan yang diperoleh dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan menggunakan program Microsoft Excel dan DSTAAT. Apabila respon dari perlakuan berpengaruh secara nyata, maka dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf kesalahan 5%. Untuk menentukan *Median Lethal Concentration* (LC_{50}) dan *Median Lethal Time* (LT_{50}) dari perlakuan konidia jamur *B. bassiana* pada *M. sexmaculatus* dilakukan dengan analisa probit menurut Hsin Chi (1997).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Imago *M. sexmaculatus* yang mati setelah Terpapar Jamur *B. bassiana*

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa *M. sexmaculatus* mengalami perubahan tingkah laku setelah terpapar jamur *B. bassiana*. Perubahan tingkah laku ditandai dengan lambannya pergerakan dan menurunnya nafsu makan *M. sexmaculatus*. Gejala *M. sexmaculatus* yang mati setelah terpapar jamur *B. bassiana* terlihat kaku dan ditandai dengan tumbuhnya miselium *B. bassiana* berwarna putih pada abdomen *M. sexmaculatus*, lalu menutupi seluruh bagian tubuh serangga tersebut. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Hosang ((1995) dalam Trizelia (2005)) menunjukkan bahwa pada larva *Bronstispa longissima* Gestro (Coleoptera: Hispididae), serangga yang mati akibat infeksi *B. bassiana* terlihat kaku, warna tidak cerah dan terdapat bercak berwarna hitam sebagai tempat penetrasi jamur. Gejala *M. sexmaculatus* yang mati akibat infeksi jamur *B. bassiana* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. A. Kumbang *M. sexmaculatus* sehat, B. terinfeksi jamur *B. bassiana* pada 5 hsa

Selain itu, *M. sexmaculatus* yang mati disebabkan oleh jamur *B. bassiana* ditandai dengan integumen yang rapuh. Hal ini disebabkan konidia yang menempel pada kutikula *M. sexmaculatus* telah berhasil melakukan penetrasi. Konidia yang menempel pada kutikula berkecambah membentuk hifa. Hifa tersebut menghasilkan enzim yaitu lipase, protease dan kitinase yang mampu mendegradasi kutikula. Selanjutnya, konidia berkembang di dalam hemolimfa dan menghasilkan destruksin yang mengakibatkan kematian serangga. Beberapa hari setelah serangga terinfeksi, tubuh mulai kaku dan seluruh tubuhnya diselimuti miselium (Prayogo *et al.*, 2005).

Kematian *M. sexmaculatus* yang terinfeksi jamur *B. bassiana* terjadi akibat toksin di dalam tubuh serangga uji. Menurut Wahyudi (2002) menyatakan bahwa toksin yang dihasilkan *B. bassiana* yaitu beauverisin yang dapat menghancurkan lapisan lemak dan meningkatkan permeabilitas sel yang dapat menghancurkan ion spesifik sehingga dapat menyebabkan terjadinya transport ion yang abnormal kemudian merusak fungsi sel atau organel sel larva. Pada permukaan tubuh serangga yang telah mati dan menjadi mumi muncul miselium yang berwarna putih, mula-mula hifa muncul pada permukaan tubuh yang lunak atau pada antar segmen.

Perhitungan kematian imago *M. sexmaculatus* digunakan untuk mengetahui patogenisitas jamur *B. bassiana* terhadap kumbang predator *M. sexmaculatus*. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa aplikasi jamur *B. bassiana* memberikan pengaruh terhadap mortalitas *M. sexmaculatus*. Pengamatan pada 1 hari setelah aplikasi (1 hsa), semua perlakuan belum menyebabkan kematian pada *M. sexmaculatus*. Perlakuan insektisida mulai terjadi kematian pada 4 hsa. Sedangkan perlakuan jamur *B. bassiana* kematian mulai pada 3 hsa. Rerata jumlah *M. sexmaculatus* yang mati setelah terpapar *B. bassiana* disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata mortalitas *M. sexmaculatus* yang diperlakukan dengan *B. bassiana* dan insektisida sampai 7 hsa

Perlakuan	Mortalitas (%) \pm SD	Mortalitas Terkoreksi (%) \pm SD
10^6 konidia/ml	25,00 \pm 10,00	21,25 \pm 2,50 ab
10^7 konidia/ml	30,00 \pm 11,55	26,25 \pm 9,46 ab
10^8 konidia/ml	35,00 \pm 10,00	31,25 \pm 10,31 b
10^9 konidia/ml	40,00 \pm 16,33	37,50 \pm 12,58 b
Insektisida b.a. lufenuron 1 ml/l	20,00 \pm 00,00	15,00 \pm 10,00 a

Keterangan: Angka-angka yang didampingi huruf yang sama pada lajur yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji Duncan ($P < 0,05$); data ditransformasi menggunakan rumus $\sqrt{X + 0,5}$ untuk keperluan analisis statistik

Perlakuan *B. bassiana* dengan kerapatan 10^6 dan 10^7 konidia/ml menyebabkan mortalitas *M. sexmaculatus* sebesar 21,25% dan 26,25% selama 7 hsa. Sedangkan kerapatan 10^8 dan 10^9 konidia/ml menyebabkan mortalitas *M. sexmaculatus* sebesar 31,25% dan 37,50%. Dari hasil tersebut menunjukkan

bahwa patogenisitas jamur *B. bassiana* yang diaplikasikan termasuk kategori rendah dan sedang berdasarkan klasifikasi Thungrabeab *et al.* (2006). Mortalitas pada perlakuan menggunakan insektisida b.a. lufenuron 1ml/l lebih rendah apabila dibandingkan dengan perlakuan jamur *B. bassiana*. Hal ini karena cara kerja insektisida tersebut sebagai racun perut dengan *mode of action* penghambat sintesis kitin sehingga serangga yang memakannya tidak bisa bermetamorfosa dan berhenti makan (Djojsumarto, 2008). Ini artinya setelah 7 hari aplikasi lufenuron 1ml/l belum mampu berpengaruh terhadap mortalitas imago *M. sexmaculatus*.

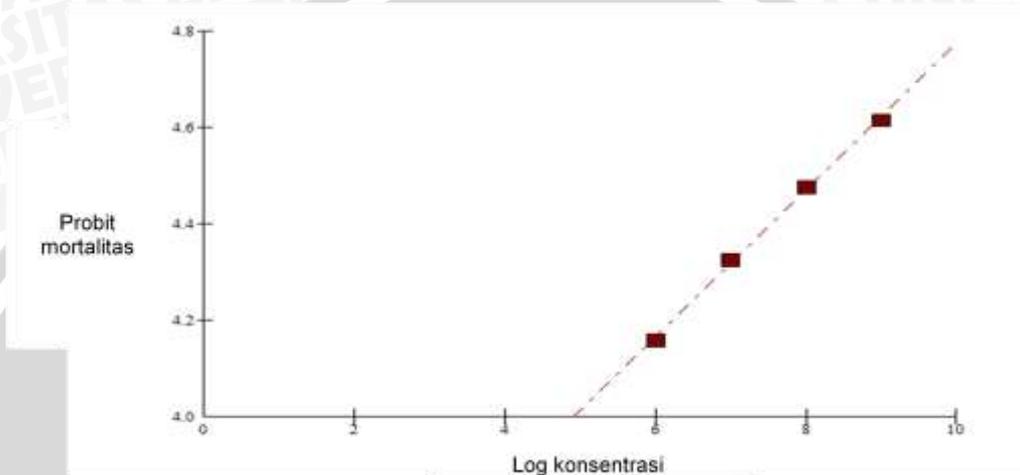
Pada perlakuan kerapatan konidia yang tinggi, tampaknya konidia yang menempel pada tubuh *M. sexmaculatus* semakin banyak, sehingga peluang kontak antara jamur dengan inang semakin tinggi. Kontak antara jamur dan inang semakin tinggi menyebabkan proses kematian semakin cepat. Menurut Rustama *et al.* (2008) semakin banyak konidia yang menempel pada kutikula serangga, maka semakin banyak pula konidia yang melakukan penetrasi. Semakin banyak *M. sexmaculatus* yang mati, maka persentase kematian akan semakin tinggi.

Viabilitas *B. bassiana* yang diaplikasikan setelah diinkubasi selama 24 jam dengan kerapatan 10^6 , 10^7 , 10^8 , dan 10^9 konidia/ml berturut-turut adalah sebesar 80,56%, 80,83%, 81,51%, dan 82,24%. Pada penelitian ini, viabilitas *B. bassiana* yang digunakan sesuai dengan syarat penggunaan di lapangan, yaitu daya kecambah lebih dari 80% (Junianto dan Sukamto, 1995). Viabilitas yang semakin tinggi menunjukkan kemampuan berkecambah konidia semakin cepat, sehingga waktu yang dibutuhkan dalam penetrasi inang semakin singkat (Fatiha *et al.*, 2007). Dapat disimpulkan bahwa patogenisitas *B. bassiana* rendah dan sedang bukan karena viabilitasnya. Hal ini diduga karena *B. bassiana* memiliki spektrum yang berbeda terhadap serangga predator.

Median Lethal Concentration (LC₅₀) dan Median Lethal Time (LT₅₀) Jamur *B. bassiana* pada *M. sexmaculatus* dengan Perlakuan Kerapatan Konidia yang Berbeda

Median Lethal Concentration (LC₅₀) merupakan konsentrasi yang dibutuhkan untuk mematikan 50% dari populasi serangga uji. Hasil nilai probit LC₅₀ jamur *B. bassiana* terhadap *M. sexmaculatus* yaitu $3,18 \times 10^{11}$ konidia/ml. Hubungan antara log konsentrasi dengan mortalitas *M. sexmaculatus* berbentuk

garis lurus dengan persamaan regresi $y = 3,26 + 0,15x$ dan $R^2 = 0,90$. Penelitian Herlinda *et al.* (2010) menyatakan bahwa konsentrasi yang menyebabkan kematian 50% *A. gossypii* menggunakan jamur *B. bassiana* yaitu 10^6 konidia/ml. Dapat disimpulkan bahwa aplikasi jamur *B. bassiana* efektif mengendalikan hama *A. gossypii* dan aman bagi predator *M. sexmaculatus*.



Gambar 3. Pengaruh konsentrasi jamur *B. bassiana* terhadap kematian *M. sexmaculatus*

Aplikasi jamur *B. bassiana* yang disarankan untuk pengendalian hama yaitu 10^8 konidia/ml. Penelitian ini menggunakan *A. gossypii* sebagai mangsa bagi predator *M. sexmaculatus*. Pengendalian *A. gossypii* menggunakan *B. bassiana* penelitian Herlinda (2010) menunjukkan bahwa kerapatan 10^8 konidia/ml dapat mematikan *A. gossypii* sebesar 74% pada 4 hsa. Sedangkan pada penelitian ini, *B. bassiana* kerapatan 10^8 konidia/ml dapat mematikan *M. sexmaculatus* sebesar 31,25% sampai 7 hari setelah aplikasi dengan patogenesis kategori sedang berdasarkan klasifikasi Thungrabeab *et al.* (2006). Ini artinya pada konsentrasi *B. bassiana* yang disarankan untuk mengendalikan hama belum dapat mematikan 50% populasi serangga predator *M. sexmaculatus* namun sudah dapat mematikan hama *A. gossypii*. Hal ini sesuai dengan penelitian Herlinda *et al.* (2010b) yang menyatakan bahwa aplikasi jamur *B. bassiana* pada kerapatan 10^6 konidia/ml tidak mempersingkat umur dan tidak membahayakan kehidupan imago *M. sexmaculatus*.

Median Lethal Time (LT_{50}) merupakan waktu yang dibutuhkan untuk mematikan 50% dari populasi serangga uji. Berdasarkan hasil perhitungan *Median Lethal Time* (LT_{50}) dari kumbang predator *M. sexmaculatus* akibat aplikasi jamur *B. bassiana*, semakin tinggi kerapatan konidia *B. bassiana* yang diaplikasikan *M. sexmaculatus* maka semakin cepat menyebabkan kematian *M. sexmaculatus* (Tabel 2).

Tabel 2. *Median Lethal Time* (LT_{50}) jamur *B. bassiana* terhadap *M. sexmaculatus* pada perlakuan kerapatan yang berbeda

Kerapatan 1×10^x konidia/ml	Persamaan Regresi	R^2	Nilai LT_{50} (Hari)
10^6	$y = 2,03 + 2,62 x$	0,54	13,66
10^7	$y = 2,51 + 2,21 x$	0,51	13,52
10^8	$y = 2,29 + 2,56 x$	0,47	11,42
10^9	$y = 2,58 + 2,36 x$	0,46	10,53
Insektisida b.a. lufenuron 1 ml/l	$y = 1,46 + 3,02 x$	0,45	14,81

Keterangan: Pengamatan dilakukan selama 7 hari

Nilai LT_{50} jamur *B. bassiana* terhadap *M. sexmaculatus* tercepat pada kerapatan 10^9 konidia/ml yaitu 10,53 hari dan terlama pada lufenuron 1 ml/l yaitu 14,81 hari. Penelitian Herlinda (2010) menunjukkan bahwa kerapatan 10^8 konidia/ml jamur *B. bassiana* terhadap hama *A. gossypii* menghasilkan nilai LT_{50} yaitu 2,07 hari. Sedangkan penelitian ini, semua perlakuan jamur *B. bassiana* pada pengamatan 2 hari setelah aplikasi belum ada kematian pada predator *M. sexmaculatus*.

Kemampuan Memangsa *M. sexmaculatus*

Kemampuan memangsa *M. sexmaculatus* dilakukan pengamatan setiap hari pada 1 hari setelah aplikasi sampai 7 hari setelah aplikasi. Berdasarkan hasil pengamatan, aplikasi jamur *B. bassiana* berpengaruh terhadap kemampuan memangsa *M. sexmaculatus*. Predator *M. sexmaculatus* mulai mengalami penurunan memangsa terhadap *A. gossypii* setelah terpapar jamur *B. bassiana* kerapatan 10^6 dan 10^7 konidia/ml pada 4 hari setelah aplikasi, sedangkan kerapatan 10^8 dan 10^8 konidia/ml pada 3 hari setelah aplikasi. Hasil kemampuan memangsa *M. sexmaculatus* terhadap *A. gossypii* setelah terpapar jamur *B. bassiana* sampai 7 hsa disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata jumlah *A. gossypii* yang dimangsa oleh *M. sexmaculatus* sampai 7 hsa

Perlakuan	$\bar{X} \pm SD$	
10 ⁶ konidia/ml	10,75 ± 1,21	c
10 ⁷ konidia/ml	9,39 ± 0,21	bc
10 ⁸ konidia/ml	8,18 ± 1,50	ab
10 ⁹ konidia/ml	6,64 ± 0,53	a
Insektisida b.a. lufenuron 1 ml/l	11,39 ± 1,33	cd
Kontrol (akuades steril)	13,36 ± 2,20	d

Keterangan: Angka-angka yang didampingi huruf yang sama pada lajur yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji Duncan (P<0,05)

Rerata kemampuan memangsa *M. sexmaculatus* terhadap *A.gossypii* setelah 7 hari aplikasi tertinggi yaitu pada perlakuan kontrol dan terendah perlakuan jamur *B. bassiana* kerapatan 10⁹ konidia/ml. Menurut Nelly *et al.* (2012) kemampuan memangsa normal *M. sexmaculatus* terhadap *A.gossypii* pada tanaman cabai umur 6 minggu sebesar 12,75 ekor/hari. Kemampuan memangsa *M. sexmaculatus* pada perlakuan jamur *B. bassiana* kerapatan 10⁹ konidia/ml sebesar 6,64 ekor/hari. Dapat disimpulkan bahwa perlakuan jamur *B. bassiana* dapat menurunkan kemampuan memangsa *M. sexmaculatus*.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terjadi penurunan kemampuan memangsa *M. sexmaculatus* terhadap *A.gossypii* setelah terpapar oleh jamur *B. bassiana* pada 3 hsa. Kerapatan jamur *B. bassiana* semakin tinggi mengakibatkan daya mangsa *M. sexmaculatus* semakin menurun. Kemampuan memangsa akan berpengaruh juga terhadap laju pemangsaan *M. sexmaculatus* terhadap *A. gossypii*. Semakin banyak *A. gossypii* yang dimangsa oleh *M. sexmaculatus* maka laju pemangsaan semakin tinggi. Terjadinya penurunan kemampuan memangsa kumbang predator *M. sexmaculatus* diduga disebabkan oleh toksin yang dihasilkan jamur *B.bassiana* yaitu beauverisin. Toksin beauverisin, beauverolit, bassianalit, isorolit, dan asam oksalat menyebabkan terjadinya kenaikan pH, penggumpalan, dan terhentinya peredaran darah serta merusak saluran pencernaan, otot, sistem syaraf dan pernapasan sehingga menyebabkan kematian (Mahr, 2003). Herlinda *et al.* (2010a) juga mengatakan bahwa serangga yang terinfeksi jamur entomopatogen akan berkurang nafsu makannya sehingga dapat mengganggu kebugarannya.

Jumlah Telur yang Diletakkan *M. sexmaculatus*

Kemampuan bertelur diamati selama 7 hari dengan cara menghitung jumlah telur yang diletakkan oleh imago betina *M. sexmaculatus*. Hasil pengamatan perlakuan kontrol, lufenuron 1 ml/l, dan perlakuan jamur *B. bassiana* imago betina *M. sexmaculatus* tidak menghasilkan telur. Imago betina *M. sexmaculatus* tidak menghasilkan telur diduga karena pada saat penelitian kekurangan dalam pemberian pakan. Berkurangnya kuantitas dan kualitas pakan yang masuk ke dalam tubuh serangga menurut Dixon ((2000) dalam Herlinda et al. (2010b)) dapat menurunkan jumlah peletakan telur.

Kesalahan pada penelitian tersebut mengakibatkan pengulangan penelitian untuk pengamatan kemampuan bertelur *M. sexmaculatus*. Penelitian ulang dilakukan dengan kerapatan jamur *B. bassiana* 10^9 konidia/ml. Pengamatan penelitian ulang imago betina *M. sexmaculatus* meletakkan telur 13 hari setelah aplikasi. Hasil penelitian ulang menunjukkan bahwa kumbang predator *M. sexmaculatus* setelah terpapar jamur *B. bassiana* masih dapat bertelur. Imago betina *M. sexmaculatus* meletakkan telur pada sangkar perkawinan (Gambar 4).



Gambar 4. Telur yang diletakkan oleh *M. sexmaculatus* pada sangkar perlakuan

Aplikasi jamur *B. bassiana* tidak mempengaruhi penetasan telur *M. sexmaculatus*. Telur yang dihasilkan *M. sexmaculatus* tetap menetas. Hasil penelitian Herlinda et al. (2010b) menunjukkan bahwa aplikasi jamur *B. bassiana* terhadap *M. sexmaculatus* antara perlakuan kontrol dan diaplikasi jamur *B. bassiana* tidak mempengaruhi persentase penetasan telur. Persentase penetasan telur *M. sexmaculatus* yang diaplikasi jamur *B. bassiana* dan kontrol

yaitu 94,74% dan 95,72%. Tetapi Marannino *et al.* (2006) mengatakan bahwa dua isolat dari empat isolat *B. bassiana* dapat menyebabkan pengurangan penetasan telur *Capnodis tenebrionis* (Coleoptera: Buprestidae) sebesar 84,5% dan 94,5%.

Jamur *B. bassiana* tidak menghambat dan mematikan telur yang diletakkan oleh *M. sexmaculatus*. Hasil uji *Postulat Koch* pada telur yang tidak menetas ini tidak ditemukan jamur *B. bassiana*, jadi jamur *B. bassiana* tidak ditularkan oleh *M. sexmaculatus* kepada telur atau keturunannya. Dari hasil pengamatan dapat disimpulkan bahwa konidia jamur *B. bassiana* tidak mampu menginfeksi telur *M. sexmaculatus*. Hasil penelitian Trizelia *et al.* (2007) menunjukkan bahwa aplikasi *B. bassiana* tidak berpengaruh pada telur *Crocidolomia pavonana* Fabricius (Lepidoptera: Pyralidae), karena lapisan kulit telur famili Pyralidae tersusun oleh membran vitellin, korion dan lapisan lilin. Lapisan ini mempunyai fungsi yaitu melindungi embrio dari serangan mikroba (Dos Santos dan Gregorio, 2003 dalam Trizelia *et al.*, 2007).



V. PENUTUP

Kesimpulan

1. Mortalitas tertinggi kumbang predator *M. sexmaculatus* akibat aplikasi jamur *B. bassiana* pada kepadatan 10^9 konidia/ml sampai 7 hsa. Patogenisitas jamur *B. bassiana* terhadap *M. sexmaculatus* tergolong rendah pada kepadatan 10^6 , 10^7 konidia/ml dan sedang pada kepadatan 10^8 , 10^9 konidia/ml.
2. Nilai LC_{50} pada konsentrasi $3,18 \times 10^{11}$ konidia/ml dan LT_{50} tercepat yaitu pada 1×10^9 konidia/ml dalam waktu 10,53 hari.
3. Terjadi penurunan kemampuan memangsa *M. sexmaculatus* terhadap *A.gossypii* setelah terpapar oleh jamur *B. bassiana*.
4. Imago betina *M. sexmaculatus* setelah aplikasi jamur *B. bassiana* pada kepadatan 10^9 konidia/ml masih dapat bertelur dan telur bisa menetas.

Saran

1. Pada penelitian ini diperoleh nilai LC_{50} yaitu 10^{11} konidia/ml, padahal yang digunakan pada penelitian ini kepadatan 10^6 sampai 10^9 konidia/ml. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan uji pendahuluan untuk menentukan kepadatan yang digunakan saat penelitian.
2. Pada saat penelitian terjadi kontaminasi, sehingga peneliti selanjutnya disarankan untuk alat dan bahan digunakan harus disterilisasi terlebih dahulu.
3. Penggunaan jumlah serangga uji penelitian ini hanya 5 ekor per satuan percobaan padahal untuk penelitian biologis dan mortalitas minimal 20 ekor per satuan percobaan.
4. Pada penelitian ini serangga uji tidak menghasilkan telur karena kekurangan pakan, sehingga disarankan untuk pemberian pakan serangga uji tidak boleh kurang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbot, W.S. 1987. A Method of Computing The Effectiveness of An Insecticide. *Journal of American Mosquito Control Assiation*. 3(2): 302-307.
- Alexopoulos, C.J. dan Mims, C.W. 1979. *Introductory Mycology*. Third Edition. John Wiley & Sons. New York.
- Athanassiou, C.G. dan Steenberg, T. 2007. Insecticidal Effect of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Ascomycota: Hypocreales) in Combination with Three Diatomaceous Earth Formulations Against *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Journal Biological Control* 40: 411-416.
- Barnett, H.L. dan Hunter, B.B. 1998. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. 4 th ed. Prentice-Hall, Inc. USA. Hlm. 90-95.
- Borror, D.J., Triplehorn, C.A., dan Johnson, N.F. 1996. *Pengenalan Pelajaran Serangga*. Edisi ke-6. Partosoedjono S, penerjemah. Yogyakarta (ID). Gajah Mada University Press. Terjemahan dari: *An Introduction to the Study of Insects*. Hlm. 433.
- Budi, A.S., Afandhi, A., dan Puspitarini, R.D. 2013. Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Balsamo (Deuteromycetes: Moniliales) pada Larva *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). *Jurnal HPT* 1(1): 57-65.
- Djojsumarto, P. 2008. *Pestisida dan Aplikasinya*. PT. Agromedia Pustaka. Jakarta Selatan. Hlm. 114-115.
- Emmanuel. 2013. Patogenisitas Mikroorganisme Saprofit pada Kubis (*Brassica oleracea*) terhadap Hama *Plutella xylostella*. Universitas Negeri Papua. Indonesia: 24-35.
- Engka, R. 2003. Biologi Predator *Menochilus sexmaculatus* (F.) (Coleoptera: Coccinellidae) Dengan Makanan Kutu Daun *Myzus persicae* Sulzer (Homoptera: Aphididae) pada Tanaman Cabai. *Eugenia* 9(3): 176-182.
- Fatiha, L.S., Ali, S., Ren, S., dan Afzal, M. 2007. Biological Characteristics and Pathogenicity of *Verticillium lecanii* Against *Bemisia tabaci* (Homoptera: Alyrodidae) on Eggplant. *Pakistan Entomology* 29(2): 63-72.
- Finney, D.J. 1971. *Probit Analysis*. Cambridge University Press. London.
- Gabriel, B.P. dan Riyatno. 1989. *Metarhizium anisopliae* (Metch) Sor: Taksonomi, Patologi, Produksi dan Aplikasinya. Direktorat Perlindungan Tanaman Perkebunan. Departemen Pertanian. Jakarta: 15-21.
- Hall, R.A. 1980. *Food Control Policy*, WHO National Consultant Report. Directorate General of Drug and Food Control, Ministry of Health. Jakarta.

- Hamdani, Trizelia, dan 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.
- Hasan, S. 2014. Entomopathogenic Fungi as Potent Agents of Biological Control. *International Journal of Engineering & Technology Research* 2: 234-237.
- Hasyim, A., Yasir, H., dan Azwana. 2005. Seleksi Substrat untuk Perbanyakkan *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin dan Infektivitasnya terhadap Hama Penggerek Bonggol Pisang, *Cosmopolites sordidus* Germar. *Jurnal Hortikultura* 15(2): 116-123.
- Herlinda, S. 2010. Spore Density and Viability of Entomopathogenic Fungal Isolates from Indonesia, and Their Virulence against *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae). *Tropical Life Science Research* 21(1): 11-19.
- Herlinda, S., Irsan, C., Mayasari, R., dan Septariani, S. 2010a. Identification and Selection of Entomopathogenic Fungi as Biocontrol Agents for *Aphis gossypii* from South Sumatra. *Microbiology Indonesia* 4(3):137-142.
- Herlinda, S., Thalib, R., Isneini, N.M., dan Irsan, C. 2010b. Evaluasi Dampak Aplikasi *Beauveria bassiana* terhadap *Menochilus sexmaculatus* Serangga Pemangsa *Aphis gossypii*. Herlinda, S. (Ed). *Prosiding Seminar Nasional Perhepi Pengelolaan Agribisnis Pangan Pola Korporasi Pada Lahan Sub Optimal*. Palembang.
- Hsin Chi. 1997. *Probit Analysis*. National Chung Hsing University. Taichung, Taiwan.
- Inglis, G.D., Goettel, M.S., Butt, T.M., dan Strasser, H. 2001. Use of Hyphomycetous Fungi for Managing Insects Pests. Di dalam: Butt TM, Jackson CW, Magan N. Editor. *Fungi as Biocontrol Agents, Progress, Problems and Potential*. CABI Publishing. London. Hlm. 23-69.
- Irshad, M. 2001. Distribution, Hosts, Ecology and Biotic Potentials of Coccinellids of Pakistan. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 4(10):1259-1263.
- Ladja, F.T. 2009. Pengaruh Cendawan Entomopatogen *Verticillium lecanii* dan *Beauveria bassiana* terhadap Kemampuan *Nephotettix virescens* Distant (Hemiptera: Cicadellidae) dalam Menularkan Virus Tungro. Tesis. IPB. Bogor.
- Liu, H. dan Bauer, L.S. 2008. Microbial Control of Emerald Ash Borer, *Agrilus Planipennis* (Coleoptera: Buprestidae) with *Beauveria Bassiana* Strain GHA: Greenhouse and Field Trials. *Journal Biological Control* 45: 124-132.
- Mahr, S. 2003. *The Entomopathogen Beauveria bassiana*. University of Wisconsin. Madison.

- Mahrub, E. 1991. Biologi dan Kemampuan Memangsa Predator *Menochilus sexmaculatus* F. pada Dua Jenis Aphis. Laboratorium Pengendalian Hayati Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta. Hlm 12.
- Marannino, P., Alvares, C.S., Lillo, Ed., dan Moraga, E.Q. 2006. A New Bioassay Method Reveals Pathogenicity of *Metarhizium Anisopliae* and *Beauveria Bassiana* Againsts Early Stages of *Capnodis Tenebrionis* (Coleoptera: Buprestidae). *Journal of Invertebrata Pathology* 93: 210-213.
- Muharam, A. dan Setiawati, W. 2007. Teknik Perbanyakkan Masal Predator *Menochilus sexmaculatus* Pengendali serangga *Bemisia tabaci* Vektor Virus Kuning pada Tanaman Cabai. *Jurnal Hortikultura*. 17(4): 365-373.
- Nelly, N., Trizelia, dan Syuhadah, Q. 2012. Tanggap Fungsional *Menochilus sexmaculatus* Fabricius (Coleoptera: Coccinellidae) terhadap Aphis gossypii Glover (Homoptera: Aphididae) pada Umur Tanaman Cabai Berbeda. *Jurnal Entomologi Indonesia* 9(1): 23-31.
- Neves, P.M.O.J. dan Alves, S.B. 2004. External Events Related to the Infection Process of *Cornitermes cumulans* (Kollar) (Isoptera: Termitidae) by the Entomopathogenic Fungi *Beauveria bassiana* and *Metharizium anisopliae*. *Journal Neotropical Entomology* 33(1): 51-56.
- Nuraida dan Hasyim, A. 2009. Isolasi, Identifikasi, dan Karakterisasi Jamur Entomopatogen dari Rizosfir Pertanaman Kubis. Fakultas Pertanian Universitas Al-Ahzar Medan dan Balai Penelitian Tanaman Sayuran Lembang, Bandung. 19(4): 419-432.
- Prayogo, Y., Tengkan, W., dan Marwoto. 2005. Prospek Cendawan Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* untuk Mengendalikan Ulat Grayak *Spodoptera litura* pada Kedelai. *Jurnal Litbang Pertanian* 24(1): 19-26.
- Prayogo, Y. 2006. Upaya Mempertahankan Keefektifan Cendawan Entomopatogen Untuk Mengendalikan Hama Tanaman Pangan. *Jurnal Litbang Pertanian*. 25(2): 47-54.
- Reddy, N.P., Khan, A.P.A., Devi, K.U., John, S.V., dan Sharma, H.C. 2008. Assessment of the Suitability of Tinopal As An Enhancing Adjuvant in Formulations of the Insect Pathogenic Fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin. *J. Pest Management Science*. 3:15-19.
- Riyanto, Herlinda, S., Irsan, C., dan Umayah, A. 2011. Kelimpahan dan Keanekaragaman Spesies Serangga Predator dan Parasitoid *Aphis gossypii* di Sumatera Selatan. *Jurnal HPT Tropika* 11(1): 57-68.
- Rustama, M., Melanie, M., dan Irawan, B. 2008. Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Metharizium anisopliae* terhadap *Crociodolomia pavonana* Fab. dalam Kegiatan Studi Pengendalian Hama Terpadu Tanaman Kubis dengan menggunakan Agensia Hayati. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjajaran. Hlm. 28.

- Santoso, T. 1993. Dasar-dasar Patologi Serangga. Dalam: Martono, Mahrub E, Putra NS, Trisetyawati Y (Ed). Prosiding Makalah Simposium Patologi Serangga I; Yogyakarta, 12-13 Oktober 1993. Yogyakarta: Perhimpunan Entomologi Indonesia Cabang Yogyakarta. Hlm: 1-15.
- Setiawati, W., Ulhan, S.U., dan Udiarto, B.K. 2004. Pemanfaatan Musuh Alami dalam Pengendalian Hayati Hama pada Tanaman Sayuran. Balai Penelitian Tanaman Sayur. Monografi 24. Hlm. 2-3.
- Sodiq, M. dan Martiningsia, D. 2009. Pengaruh *B. bassiana* terhadap Mortalitas Semut Rangrang *Ocephylla smaragdina* (F.) (Hymenoptera: Formicidae). Jurnal Entomologi Indonesia. 6(2): 53-59.
- Soetopo, D. dan Indrayani, I.G.A.A. 2007. Status Teknologi dan Prospek *Beauveria bassiana* untuk Pengendalian Serangga Hama Tanaman Perkebunan Yang Ramah Lingkungan 6(1): 29-46.
- Tanada, Y. dan Kaya, H.K. 1993. Insect Pathology. San Diego Academic Press, Inc. Harcourt BraceJovanovich, Publiser. New York.
- Tefera, T. dan Pringle, K. 2003. Germination, Radial Growth, and Sporulation of *Beauveria Bassiana* and *Metarhizium anisopliae* Isolates and Their Virulance to *Chilo Partellus* (Lepidoptera: Pyralidae) at Different Temperatures. Biocontrol Science and Technology 13(7): 699-704.
- Tesfaye, D. dan Seyoum. 2010. Studies on the Pathogenecity of Native Entomopathogenic Fungal Isolates on the Cotton/Melon Aphid, *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) Glove Under Different Temperature Regimes: 1-10.
- Thungrabeab, M., Blaeser, P., dan Sengonca, C. 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.
- Traugott, M., Weissteiner, S., dan Stasser, H. 2005. Effect of the Entomopathogenic Fungus *Beauveria brongniartii* on the Non-target Predator *Poecilus versicolor* (Coleoptera: Carabidae). Biological Control 33. 107-112.
- Trizelia. 2005. Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Deuteromycotina: Hyphomycetes): Keragaman Genetik, Karakterisasi Fisiologi, dan Virulensinya terhadap *Crocidolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Pyralidae). Disertasi. Program Pascasarjana IPB: Bogor. Hlm. 8-9.
- Trizelia, T., Santoso, S., Sosromarsono, A.R., dan Sudirman, L.I. 2007. Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina Hyphomycetes) terhadap Telur *Crocidolomia pavonana* (Lepidoptera: Pyralidae). Jurnal Pendidikan dan Informasi Pertanian Agrin 11(1): 52-59.

Utomo, C. dan Pardede, D.J. 1990. Efikasi Jamur *Beauveria bassiana*. Buletin Perkebunan. Kanisius.

Wahyudi, P. 2002. Uji Patogenitas Kapang Entomopatogen *Beauveria bassiana* Vuill. terhadap Ulat Grayak (*Spodoptera litura*). Biosfera. 19: 1-5.





LAMPIRAN



Tabel Lampiran 1. Persentase kematian terkoreksi *M. sexmaculatus* akibat jamur *B. bassiana* sampai 7 hsa

Perlakuan	Ulangan			
	1	2	3	4
10 ⁶ konidia/ml	20,00	20,00	20,00	25,00
10 ⁷ konidia/ml	20,00	40,00	20,00	25,00
10 ⁸ konidia/ml	20,00	40,00	40,00	25,00
10 ⁹ konidia/ml	20,00	40,00	40,00	50,00
Lufenuron 1 ml/l	20,00	20,00	20,00	0,00

Tabel Lampiran 2. Analisis ragam rerata pengaruh jamur *B. bassiana* terhadap mortalitas *M. sexmaculatus* sampai 7 hsa

Sumber Keragaman	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F. hitung	F. tabel 5%	F. tabel 1%
Perlakuan	5,00	76,27	15,25	14,22* *	2,90	4,56
Ulangan	3,00	3,56	1,19	1,11	3,29	5,42
Galat	15,00	16,09	1,07			
Total	23,00	95,92				

Keterangan: data ditransformasi menggunakan rumus $\sqrt{X + 0,5}$

Tabel Lampiran 3. Persentase *A. gossypii* yang dimangsa oleh *M. sexmaculatus* sampai 7 hsa

Perlakuan	Ulangan			
	1	2	3	4
10 ⁶ konidia/ml	9,57	12,00	11,57	9,86
10 ⁷ konidia/ml	9,57	9,29	9,57	9,14
10 ⁸ konidia/ml	7,57	8,86	9,86	6,43
10 ⁹ konidia/ml	5,86	6,86	6,86	7,00
Kontrol	16,29	12,71	13,43	11,00
Lufenuron 1 ml/l	10,43	11,71	13,14	10,29

Tabel Lampiran 4. Analisis ragam rerata jumlah *A. gossypii* yang dimangsa oleh *M. sexmaculatus* sampai 7 hsa

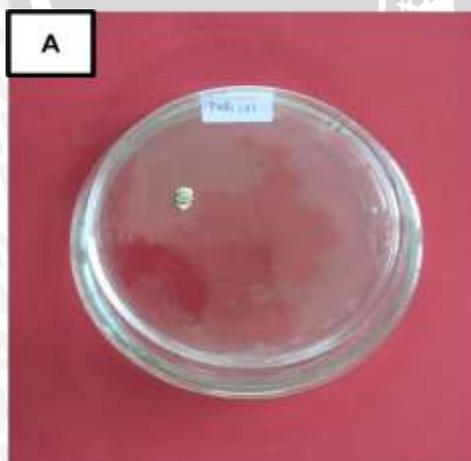
Sumber Keragaman	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F. hitung	F. tabel 5%	F. tabel 1%
Perlakuan	5,00	114,86	22,97	15,84 **	2,90	4,56
Ulangan	3,00	10,22	3,41	2,35	3,29	5,42
Galat	15,00	21,76	1,45			
Total	23,00	146,84				



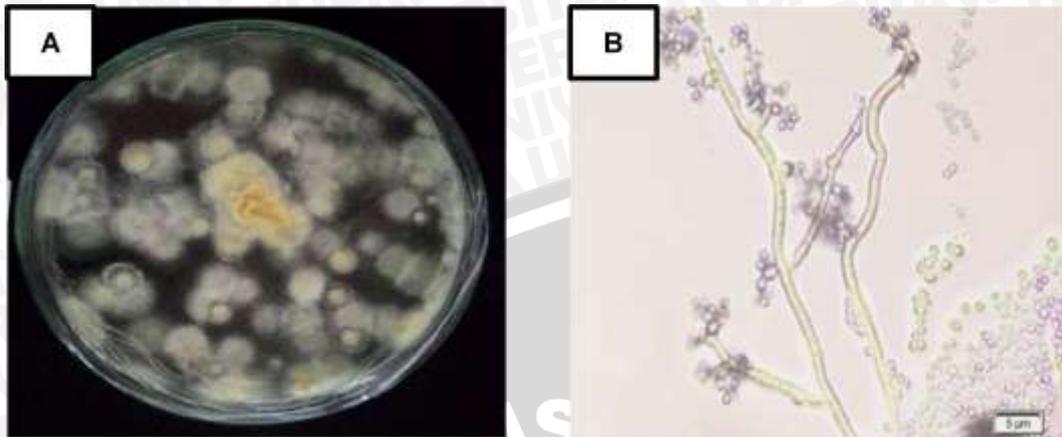
Gambar Lampiran 1. Sangkar perlakuan



Gambar Lampiran 2. A. Sepasang *M. sexmaculatus* melakukan kopulasi, B. Telur yang diletakkan imago betina *M. sexmaculatus*



Gambar Lampiran 3. A. *M. sexmaculatus* terinfeksi *B. bassiana* pada PDA, B. *M. sexmaculatus* terinfeksi *B. bassiana* pada PDA (full plate)



Gambar Lampiran 4. A. Makroskopis *B. bassiana*, B. mikroskopis *B. bassiana* (perbesaran 400x)

