PATOGENISITAS JAMUR ENTOMOPATOGEN *Paecilomyces* sp. TERHADAP KUMBANG PREDATOR *Menochilus sexmaculatus*

OLEH

ANES PUTRI OCTASARI

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

MALANG

2017

repository.ub.ac.id

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

PATOGENISITAS JAMUR ENTOMOPATOGEN *Paecilomyces* sp. TERHADAP KUMBANG PREDATOR *Menochilus sexmaculatus*

OLEH
ANES PUTRI OCTASARI
125040201111035

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

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Paecilomyces* sp. Terhadap Kumbang Predator *Menochilus sexmaculatus*

Nama : Anes Putri Octasari

Nim : 125040201111035

Program Studi : Agroekoteknologi

Minat : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Pembimbing Utama,	Pembimbing Pendamping II,
Dr. Ir. Sri Karindah, MS.	Tita Widjayanti, SP., MSi.
NIP. 19520517 197903 2 001	NIP. 201304870819 2 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan

Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS

NIP. 19551018 198601 2 001

Tanggal Persetujuan

LEMBAR PERNYATAN

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

Malang, Januari 2017

Anes Putri Octasari
NIM. 125040201111035

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS.
NIP. 19580208 198212 1 001

Penguji II

Tita Widjayanti, SP. MSi.
NIP. 201304870819 2 001

Penguji III

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

Penguji IV

Luqman Qurata Aini, SP., MSi., Ph.D
NIP. 19720919 199802 1 001

Tanggal Lulus:

repository.ub.ac.id

Skripsi ini kupersembahkan untuk

Kedua orangtua tercinta serta Adikku Rifky Dwima Putra dan Ade Rachmad Hidayatullah atas dukungan dan motivasinya.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

RINGKASAN

Anes Putri Octasari. 125040201111035. Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Paecilomyces* sp. Terhadap Kumbang Predator *Menochilus sexmaculatus*. Dibawah bimbingan Dr. Ir. Sri Karindah, MS. dan Tita Widjayanti, SP., MSi.

Paecilomyces sp. sangat potensial untuk mengendalikan serangga hama, karena jamur tersebut memiliki kisaran inang yang luas. Penggunaan suatu insektisida, baik insektisida kimia maupun hayati, perlu didukung data tentang pengaruh negatif aplikasi insektisida terhadap serangga non-target. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari patogenisitas jamur *Paecilomyces* sp. terhadap kumbang predator *M. sexmaculatus*, morfologi *Paecilomyces* sp., kemampuan pemangsaan *M. sexmaculatus*, masa inkubasi *Paecilomyces* sp. pada *M. sexmaculatus* dan kemampuan bertelur *M. sexmaculatus*.

Penelitian ini dilaksanakan di sub-laboratorium Entomologi dan laboratorium Pusat Pengembangan Agens Hayati, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya pada bulan Januari sampai Oktober 2016. Perlakuan yang digunakan yaitu 10^6, 10^7, 10^8, 10^9 konidia/ml, kontrol negatif menggunakan aquades steril dan kontrol positif menggunakan IGR (*Insect Growth Regulation*) berbahan aktif lufenuron. Uji patogenisitas *Paecilomyces* sp. terhadap kumbang predator *M. sexmaculatus* dilakukan dengan metode semprot sebanyak 2 ml. Variabel yang diamati terdiri dari mortalitas *M. sexmaculatus*, kemampuan pemangsaan *M. sexmaculatus*, masa inkubasi *Paecilomyces* sp. pada *M. sexmaculatus* dan kemampuan bertelur *M. sexmaculatus.*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jamur *Paecilomyces* sp. dapat menyebabkan sakit dan kematian pada imago *M. sexmaculatus*. Mortalitas *M. sexmaculatus* yang disebabkan aplikasi *Paecilomyces* sp. pada 10^6, 10^7, 10^8, 10^9 konidia/ml dan IGR masing-masing sebesar 15,00%, 30,00%, 36,25%, 46,25% dan 48,75%. Patogenisitas *Paecilomyces* sp. tergolong rendah dan sedang. Nilai LC_{50} dan LT_{50} tercapai pada konsentrasi $1{,}58x10^9$ dan $1x10^9$ konidia/ml dalam 7,14 hari. Kemampuan pemangsaan *M. sexmaculatus* terhadap Aphid setelah terinfeksi *Paecilomyces* sp. mengalami penurunan. Jumlah Aphid yang dimangsa *M. sexmaculatus* pada konsentrasi 10^6, 10^7, 10^8, 10^9 konidia/ml, IGR dan kontrol masing-masing sebesar 18,80, 18,13, 17,86, 17,86, 17,72 dan 19,59 ekor. Masa inkubasi *Paecilomyces* sp. terhadap *M. sexmaculatus* pada 10^6, 10^7, 10^8 dan 10^9 konidia/ml masing-masing sebesar 9,00, 8,50, 7,25 dan 7,00 hari. Pada penelitian ini, imago betina *M. sexmaculatus* setelah terinfeksi *Paecilomyces* sp. dengan kerapatan 10^7, 10^8 konidia/ml, IGR dan kontrol masing-masing dapat meletakkan telur sebesar 1,75, 1,25, 1,00 dan 5,75 butir. Sedangkan pada aplikasi 10^6 dan 10^9 konidia/ml, *M. sexmaculatus* tidak meletakkan telur.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

SUMMARY

Anes Putri Octasari. 125040201111035. Pathogenicity of entomopathogenic fungus *Paecilomyces* sp. on predatory beetle *Menochilus sexmaculatus*. Supervised by Dr. Ir. Sri Karindah, MS. and Tita Widjayanti, SP., MSi.

Paecilomyces sp. is very potential for controlling pest insect, because it has broad sprectum of host. The use of insecticide, either chemical or biological insecticide are need to be supported by data about negative influence of insecticide application on non-target insect. This research aimed to study the pathogenicity of *Paecilomyces* sp. on predatory beetle *M. sexmaculatus.* The morphology of *Paecilomyces* sp, the prey consumption of *M. sexmaculatus*, the incubation period of *Paecilomyces* sp. on *M. sexmaculatus* and the number of eggs laid by infected *M. sexmaculatus*.

This research was conducted at the Entomology sub-laboratory and the laboratory of Biological Control, Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, University of Brawijaya on January until October 2016. Four concentration of conidia, i.e 10^6, 10^7, 10^8, 10^9/ml, were treated to the adult of *M. sexmaculatus.* Lufenuron and sterile aquadest were applied as positive and negative control. The pathogenicity test of *Paecilomyces* sp. on the predatory beetle *M. sexmaculatus* was conducted by spraying 2 ml suspension of conidia of each concentration on the each insect. The observed variables were the mortality of *M. sexmaculatus*, the prey consumption *M. sexmaculatus*, the incubation period of *Paecilomyces* sp. on *M. sexmaculatus* and the the number of laid eggs of *M. sexmaculatus*.

The result of this research showed that *Paecilomyces* sp. could made the sickness and killed the *M. sexmaculatus*. The average mortality of *M. sexmaculatus* after the application of 10^6, 10^7, 10^8, 10^9 conidia/ml, lufenuron and control were 15,00%, 30,00%, 36,25%, 46,25% and 48,75%, respectively. The pathogenicity of *Paecilomyces* sp. on *M. sexmaculatus* was low and moderate. The value of LC_{50} was at concentration $1{,}58x10^9$ conidia/ml and LT_{50} was at concentration $1x10^9$ conidia/ml. The prey consumption of infected *M. sexmaculatus* on Aphid declined. The average number of Aphid that preyed upon treated *M. sexmaculatus* by the concentration of 10^6, 10^7, 10^8, 10^9 conidia/ml, lufenuron and control were 18,80, 18,13, 17,86, 17,86, 17,72 and 19,59/day, respectively. The incubation period of 10^6, 10^7, 10^8 and 10^9 conidia/ml *Paecilomyces* sp. on *M. sexmaculatus* were at 9,00, 8,50, 7,25 and 7,00 days. In this study, the treated female of *M. sexmaculatus* by 10^7, 10^8 conidia/ml, lufenuron and control laid the average of 1,75, 1,25, 1,00 and 5,75 eggs for 3 days, respectively. However the treated *M. sexmaculatus* at 10^6 and 10^9 conidia/ml did not lay eggs.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Paecilomyces* sp. Terhadap Kumbang Predator *Menochilus sexmaculatus*". Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) sebagai sarjana pertanian di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

Pada kali ini penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada Prof. Dr. Ir. Nuhfil Hanani AR., MS. selaku dekan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya dan Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya atas kesempatan yang diberikan untuk menyelesaikan pendidikan Program Sarjana (S1). Dr. Ir. Sri Karindah, MS., selaku dosen pembimbing utama dan Tita Widjayanti, SP., MSi. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam menyelesaikan tugas akhir. Segenap dosen, administrasi dan laboran jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan yang telah membantu memberi ilmu, fasilitas dan semua hal demi memperlancar penelitian dan penulisan skripsi. Seluruh teman HPT 2012 yang telah memberikan bantuan, saran dan dukungan dalam penelitian. Serta Anita Qur'ania yang telah memberikan bantuan berupa isolat jamur yang sangat bermanfaat untuk berlanjutnya penelitian.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca. Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna sehingga kritik dan saran yang bersifat konstruktif sangat diharapkan untuk perbaikan selanjutnya.

Malang, Januari 2017

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Anes Putri Octasari dilahirkan di Sidoarjo pada 26 Oktober 1993 sebagai putri pertama dari Ayahanda R. Soehartono dan Ibunda Churiati. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Riwayat pendidikan penulis yang pernah ditempuh yaitu TK Dharmawanita Sidoarjo (1988-2000) kemudian menempuh pendidikan dasar di SDN Pagerwojo 1 Sidoarjo (2000-2006). Penulis melanjutkan pendidikannya ke SMPN 1 Sidoarjo pada tahun 2006-2009. Kemudian pada tahun 2009-2012 penulis melanjutkan pendidikan di SMA Muhammadiyah 02 Sidoarjo. Pada tahun 2012 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata 1 (S1) Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang melalui jalur prestasi akademik (Undangan). Kemudian penulis memilih jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan minat Entomologi pada semester genap tahun 2014-2015.

Selama menempuh pendidikan di perguruan tinggi, penulis pernah mengikuti kegiatan himpunan yaitu Himpunan Mahasiswa Perlindungan Tanaman (HIMAPTA) pada kepengurusan periode tahun 2015-2016. Penulis juga aktif kepanitiaan diantaranya TIM KLINIK TANAMAN 2015 (Sekretaris Tim) dan 2016 (*Steering comitee*), ARTHROPODA 2015 (Divisi Perlengkapan) dan PROTEKSI 2015 (Divisi Pendamping) dan 2016 (Divisi Protektor). Selain itu penulis juga pernah menjadi asisten mata kuliah praktikum Manajemen Hama dan Penyakit Terpadu (MHPT) pada tahun ajaran semester ganjil 2015 dan Ilmu Hama Tanaman (IHT) pada tahun ajaran semester genap 2016. Penulis juga pernah melakukan kegiatan magang kerja selama tiga bulan (27 Juli 2015 – 13 Oktober 2015) di Kusuma Agrowisata, Batu.

DAFTAR ISI

RINGKASAN i
SUMMARY ii
KATA PENGANTAR iii
RIWAYAT HIDUP iv
DAFTAR ISI v
DAFTAR GAMBAR vi
DAFTAR TABEL vii
I. PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Tujuan 3
1.3 Hipotesis 3
1.4 Manfaat 3
II. TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 *Paecilomyces* sp. 4
2.2 *Menochilus sexmaculatus* 7
III. METODE PELAKSANAAN 10
3.1 Tempat dan Waktu 10
3.2 Alat dan Bahan 10
3.3 Metode Penelitian 10
3.4 Pelaksanaan Penelitian 11
3.5 Variabel Pengamatan 13
3.6 Analisis Data 14
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN 16
4.1 Morfologi *Paecilomyces* sp. 16
4.2 Kemampuan Pemangsaan *M. sexmaculatus* 17
4.3 Mortalitas *M. sexmaculatus* 19
4.4 Masa Inkubasi Paecilomyces sp. pada *M. sexmaculatus* 22
4.5 Kemampuan Bertelur *M. sexmaculatus* 24
V. PENUTUP 25
5.1 Kesimpulan 25
5.2 Saran 25
DAFTAR PUSTAKA 26
LAMPIRAN 31

DAFTAR GAMBAR

Nomor **Halaman**

Teks

1 Makroskopis jamur *Paecilomyces* sp. 4
2 Serangga yang terinfeksi *Paecilomyces* sp 6
3 Kumbang predator *M. sexmaculatus*..... 8
4 Mikroskopis *Paecilomyces* sp 16
5 Makroskopis *Paecilomyces* sp. pada media padat 16
6 Grafik jumlah Aphid yang dimangsa *M. sexmaculatus* setelah aplikasi *Paecilomyces* sp. 17
7 Hubungan log konsentrasi (LC_{50}) dengan nilai mortalitas *M. Sexmaculatus* pada pengujian *Paecilomyces* sp..... 21

LAMPIRAN

Nomor **Halaman**

Teks

1 Aktivitas *M. sexmaculatus*: a) saat memangsa Aphid b) saat kopulasi 32
2 Perbedaan *M. sexmaculatus*: a) imago sehat dan imago dengan tubuh menghitam serta keras akibat terinfeksi *Paecilomyces* sp., b) imago sehat dan imago dengan tubuh muncul hifa *Paecilomyces* sp. 32
3 Telur yang dihasilkan *M. sexmaculatus* 33

DAFTAR TABEL

Nomor **Halaman**

Teks

1 Rerata Aphid yang dimangsa *M. sexmaculatus*..... 17
2 Mortalitas *M. sexmaculatus* setelah aplikasi jamur *Paecilomyces* sp.. 19
3 Nilai LT_{50} *M. sexmaculatus* terhadap *Paecilomyces* sp. ... 22
4 Rerata masa inkubasi jamur *Paecilomyces* sp. pada *M. sexmaculatus* 22
5 Rerata telur imago *M. sexmaculatus* setelah diaplikasi dengan *Paecilomyces* sp..... 24

LAMPIRAN

Nomor **Halaman**

Teks

1 Analisa ragam jumlah Aphid yang dimangsa *M. sexmaculatus* 31
2 Analisa ragam mortalitas imago *M. sexmaculatus*..... 31
3 Analisa ragam masa inkubasi *Paecilomyces* sp. pada *M. sexmaculatus*..... 31
4 Analisa ragam telur imago *M. sexmaculatus*..... 31

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jamur entomopatogen merupakan salah satu agens pengendalian hayati yang potensial untuk mengendalikan hama tanaman (Sumartini *et al*. 2001). Pengendalian dengan menggunakan jamur entomopatogen mempunyai beberapa keuntungan antara lain: (1) selektivitas tinggi, (2) organisme yang digunakan sudah tersedia di alam, (3) mempunyai kapasitas reproduksi yang tinggi, (4) siklus hidupnya pendek, (5) dapat membentuk spora yang tahan di alam walaupun dalam kondisi yang tidak menguntungkan, (6) relatif aman, (7) relatif mudah diproduksi dan (8) sangat kecil kemungkinan terjadi resistensi (Prayogo *et al*., 2005).

Infeksi jamur entomopatogen dapat bersifat mematikan, mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan serangga, menurunkan reproduksi serangga, menurunkan ketahanan serangga terhadap serangan predator, parasitoid, patogen dan insektisida kimia, serta keamanan lingkungan (Robert dan Yendol 1971). Salah satu jamur entomopatogen yang digunakan untuk mengendalikan serangan hama yaitu *Paecilomyces* sp*.. Paecilomyces* sp. dapat digunakan untuk pengendalian *Bemisia tabaci* pada tanaman tomat (Sukamto, 2005). Selain itu yang paling sering ditemukan yaitu *Paecilomyces* sp. menginfeksi hama tanaman cabai *whitefly silverleaf* (*Bemisia argentifolii*) nimfa dan dewasa dengan kemampuan infeksi hingga 99% (Lacey *et al*., 1993).

Jamur *Paecilomyces* sp merupakan jamur entomopatogen yang sangat potensial untuk mengendalikan serangga hama, karena jamur tersebut memiliki kisaran inang yang luas, yang terdiri dari 40 spesies berbeda dari 25 famili dan beberapa diantaranya adalah White Flies, Aphid, Thrips, Mealybug, Beetles, Caterpillar, Flies, Diamondback Moth dan rayap (Wahyudi, 2015).

Penggunaan suatu insektisida, baik insektisida kimia maupun hayati, perlu didukung data tentang pengaruh negatif aplikasi insektisida tersebut terhadap tanaman yang diperlakukan, ataupun terhadap musuh alami dan serangga berguna lainnya (serangga non-target) yang terdapat dalam suatu ekosistem. Hal ini diperlukan untuk mengantisipasi terjadinya ledakan hama sekunder ataupun pengaruh negatif lainnya jika diketahui bahwa aplikasi insektisida yang digunakan dapat membunuh musuh alami lain maupun serangga berguna seperti parasitoid dan predator yang terdapat dalam ekosistem tersebut.

Predator merupakan organisme yang hidup bebas dengan memangsa binatang yang lainnya (Untung, 1993). Penggunaan predator sebagai agens pengendalian hayati untuk mengendalikan hama tanaman memiliki beberapa keuntungan antara lain aman, permanen dan ekonomis. Kumbang predator *Menochilus sexmaculatus* (Coleoptera: Coccinelidae) merupakan salah satu agens pengendalian hayati. Predator *M. sexmaculatus* mudah dikembangbiakkan karena bersifat polifaga dan termasuk predator generalis sehingga cocok untuk banyak jenis tanaman (Wagiman, 2009).

Salah satu informasi penting yang harus dipertimbangkan dalam penggunaan *Paecilomyces* sp. sebagai agens pengendalian hayati dalam skala luas adalah kecocokannya dengan agens pengendalian hayati lain seperti predator, karena jamur entomopatogen ini memiliki kisaran inang luas sehingga dikhawatirkan ada efek samping dalam penggunaannya terhadap serangga predator. Faktor keamanan predator tersebut merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk aplikasi jamur secara luas.

Informasi tentang patogenisitas *Paecilomyces* sp terhadap *M. sexmaculatus* sangat diperlukan pada ekosistem pertanian. Hal itu bertujuan untuk dapat memprediksi dampak negatif yang terjadi akibat dari aplikasi *Paecilomyces* sp terhadap perkembangan populasi predator.

1.2 Tujuan

Tujuan penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui morfologi jamur *Paecilomyces* sp. dan patogenisitas jamur *Paecilomyces* sp. terhadap imago *M. sexmaculatus,*
2. Mengetahui kemampuan pemangsaan imago *M. sexmaculatus* setelah aplikasi jamur *Paecilomyces* sp.,
3. Mengetahui masa inkubasi *Paecilomyces* sp. pada imago *M. sexmaculatus*,
4. Mengetahui kemampuan bertelur imago *M. sexmaculatus* setelah aplikasi jamur *Paecilomyces* sp.

1.3 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah terdapat pengaruh aplikasi jamur *Paecilomyces* sp terhadap mortalitas imago *M. sexmaculatus*, kemampuan pemangsaan imago *M. sexmaculatus*, masa inkubasi *Paecilomyces* sp. pada imago *M. sexmaculatus* dan kemampuan bertelur imago *M. sexmaculatus*.

1.4 Manfaat

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai:

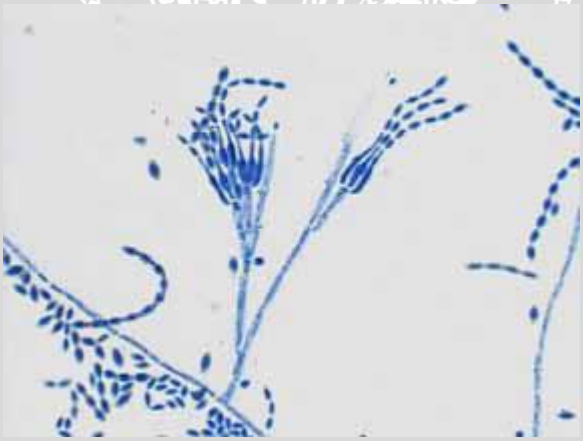
1. Informasi mengenai patogenisitas *M. sexmaculatus* setelah aplikasi *Paecilomyces* sp.,
2. Pertimbangan mengenai konsentrasi yang aman dalam penggunaan jamur *Paecilomyces* sp. terhadap imago *M. sexmaculatus.*

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Paecilomyces* sp.

Klasifikasi jamur *Paelomyces* menurut Alexopaulus *et al*. (1996) yaitu : Kingdom: Fungi, Divisio: Ascomycota, Class: Eurotiomycetes, Ordo: Eurotiales, Famili: Trichocomaceae, Genus: *Paecilomyces*, Spesies: *Paecilomyces.*

Paecilomyces sp. memiliki konidiofor yang lurus dalam bentuk tunggal atau bercabang. Pada ujung konidiofor akan terlihat phialid dalam bentuk tunggal, pasangan atau berkelompok. Bagian pangkai phialid membulat dan akan semakin meruncing pada Bagian ujungnya. Konidia dibentuk pada ujung phialid membentuk suatu rantai konidia yang terdiri atas satu set, berwarna hialin atau hialin agak gelap. bentuknya bulat sampai lonjong dengan ukuran ± 8 mikron (Malloch, 1997). Ciri-ciri mikroskopis pada genus *Paecilomyces* konidia bulat hingga lonjong. Secara makroskopis berwarna putih kekuningan.



Gambar 1. Mikroskopis jamur *Paecilomyces* sp. (Lilliard, 2004)

Makroskopis *Paecilomyces* sp. yaitu koloninya membentuk mycelia udara (kapas) dengan pinggiran berbentuk floocose. Pada awal pertumbuhan berwarna putih, tetapi ketika bersporulasi berubah warna menjadi kuning, kuning kehijauan, kuning kecoklatan, hingga violet. Sedangkan pada pengamatan sisi sebaliknya (di bawah cawan petri)

kadang-kadang putih atau tidak berwarna tetapi biasanya berwarna coklat kemerahan sesuai umurnya (De Hoog *et. al.,* 2000).

Chadler (2005) melaporkan bahwa infeksi cendawan entomopatogen pada inangnya dapat dilakukan melalui 2 mekanisme. Mekanisme yang pertama yaitu penempelan konidia pada kutikula larva yang kemudian berkecambah membentuk hifa. Hifa tersebut selanjutnya melakukan penetrasi ke jaringan tubuh serta hemosol serangga. Mekanisme kedua yaitu melalui proses pemakanan atau penelanan konidia dalam jumlah banyak yang kemudian akan berkecambah dan tumbuh dibagian belakang saluran pencernaan. Selanjutnya hifa kecambah melakukan penetrasi ke dalam tubuh dan hemosol serangga. Pada mekanisme ini biasanya cendawan menyerang inang dengan dua cara yaitu perusakan jaringan oleh miselia dan/atau produksi toksin. Jamur *Paecilomyces* sp. menginfeksi serangga melalui kontak dan mulut. Melalui kontak, spora *Paecilomyces* sp. yang menempel di permukaan kulit pada kondisi yang baik akan berkecambah dan melakukan penetrasi ke dalam tubuh. Dalam tubuh serangga jamur memperbanyak diri dan hifa berkembang mengisi seluruh jaringan tubuh sehingga menyebabkan kematian. Pada kondisi lembab, hifa jamur akan muncul ke permukaan kulit dan akan membentuk konidiofor yang merupakan sumber penularan selanjutnya terhadap serangga lain (BPTP Jabar, 1999).

Kematian serangga sasaran oleh jamur entomopatogen sangat dipengaruhi oleh jumlah konidia yang diinokulasikan, keadaan suhu dan kelembaban lingkungan yang sesuai untuk pertumbuahan jamur. Toksin yang dihasilkan oleh jamur entomopatogen memegang peranan penting yang dapat membunuh inang dengan cara merusak struktur organik, sehingga terjadi dehidrasi dalam sel, menyebabkan tidak terjadinya regenerasi jaringan (Gillespie, 1988).

Menurut Widayat, dkk (1996), serangga yang terinfeksi jamur *Paecilomyces* sp. menunjukkan gejala gerak yang lamban, aktifitas makan berkurang dan akhirnya tidak mau makan, kemudian mati. Tubuhnya

mengeras dan pada kondisi lembab permukaan tubuh serangga akan diselimuti oleh pertumbuhan jamur berwarna putih seperti tepung.

Gambar 2. Serangga yang terinfeksi *Paecilomyces* sp. (Smith, 1993)

Menurut Rayati (2000), jamur *Paecilomyces* sp. merupakan jamur entomopatogenik yang diketahui mempunyai kisaran inang yang luas dan di luar negeri telah banyak dikembangkan untuk pengendalian biologi berbagai hama antara lain white flies, thrips, Aphid, dan corn-root earworm. Selain itu Wahyudi (2015) menambahkan beberapa hama yang terinfeksi jamur *Paecilomyces* sp. diantaranya adalah Mealybug, Beetles, Caterpillar, Flies, Diamondback Moth dan rayap.

Jamur *Paecilomyces* sp. isolat asli Indonesia telah ditemukan oleh Pusat Penelitian Teh dan Kina, Gambung. Jamur entomopatogen ini juga dapat menginfeksi jenis-jenis serangga hama Lepidoptera. Hasil penelitian di Laboratorium oleh Widayat dkk. (1996), Jamur ini dapat menyebabkan kematian hama teh dan kina sebesar 75-100%. Menurut Rayati, dkk. (1997), dilihat dari potensi dan kisaran inangnya, jamur *Paecilomyces* sp. mempunyai nilai ekonomi tinggi untuk dikembangkan menjadi insektisida mikroba.

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 Mandarina (2008), hama tanaman kelapa larva *Brontispa longissima* (Coleoptera: Chrysomelidae) mampu mengalami kematian sebesar 56,67% pada hari ke 7 HSA.

2.2 *Menochilus sexmaculatus*

Menurut Borror et al. (1996) *Menochillus sexmaculatus* diklasifikasikan dalam kelas: Insecta, Ordo: Coleoptera, Famili: Coccinellidae, Genus: *Menochillus* (Cheilomenes), spesies: *Menochillus sexmaculatus* Fabricius.

Famili Coccinellidae merupakan kumbang kubah yang biasanya dijumpai di dataran rendah. Badannya berukuran kecil, bulat, warna bervariasi dari merah smapai kuning tetapi biasanya kuning, panjang badan 3,00-3,50 mm. Kepala kecil, tersembunyi di bawah pronotum. Pronotum berwarna kuning tua dengan dua pita hitam melintang ke arah sisi lateral. Elitra berwarna kuning, pita median hitam, satu totol hitam pada tiap elitra, di belakangnya ada pita hitam bengkok, serta sebuah totol hitam kecil di posterior elytra. kumbang kubah ini merupakan predator dari beberapa jenis kutu. Baik larva maupun imago dapat berperan sebagai predator, tetapi daya cari larva *M. sexmaculatus* lebih tinggi dibandingkan pada saat dewasa. Predator *M. sexmaculatus* merupakan musuh alami yang efektif dalam menekan hama kutu daun (Buriro, 1996).

Kumbang ini hidup sebagai pemangsa berbagai jenis kutu daun. Kumbang betina meletakkan telur pada batang dan daun tumbuhan, misalnya kacang-kacangan, biasanya yang terdapat pada kutu daun. Telur oval, tertata seperti rokok panjang sekitar 0,3 mm, berwarna kuning pucat. Dalam 4-5 hari larva menetas, larva muda berwarna hitam, panjang 1,20 mm, tungkai panjang, badan meruncing ke depan dan belakang. Jika larva menjadi besar akan muncul bercak bercak putih pada abdomen. Sejak menetaas larva dapat bergerak aktif dan segera mencari mangsa kutu daun. Larva yang telah masak dapat memangsa *Bemisia tabaci* 200-400 larva/hari atau memangsa thrips sebanyak 17-20 ekor/hari. Aktivitas *M. sexmaculatus* terjadi antara pukul 09.00-13.00. Aktivitas *M. sexmaculatus* selain dipengaruhi oleh cahaya, ternyata juga oleh keadaan lapar. *M. sexmaculatus* yang diberi mangsa belebihan lebih aktif daripada yang diberi mangsa terbatas (Wagiman, 1997).

M. sexmaculatus merupakan salah satu predator yang sangat potensial. Serangga tersebut merupakan jenis predator yang mempunyai

kisaran mangsa yang luas, selain dapat membunuh berbagai jenis kutu daun, juga dapat memangsa *coccicids* dan *psyllids*. Menurut Wagiman (2009) melaporkan bahwa *M. sexmaculatus* merupakan salah satu predator yang mempunyai beberapa kelebihan, di antaranya adalah kemampuan reproduksi yang tinggi, mempunyai siklus hidup yang lama dan tingkat pemangsaannya tinggi.

Gambar 3. Kumbang predator *Menochilus sexmaculatus* (Nedved, 2012)

Menurut Wagiman (2009) predator ini memenuhi kriteria agens pengendalian hayati. Predator yang baik adalah predator yang menunjukkan kemampuan untuk menemukan mangsa, memangsa, dan menekan kepadatan populasi hama hingga di bawah ambang ekonomi. Keunggulan predator *M. sexmaculatus* berdasar cirri biologi dan ekologi di antaranya adalah sebagai berikut. *Pertama, M. sexmaculatus* mempunyai daya cari mangsa tinggi, yaitu mencapai 0,8 ekor/jam dan mampu menemukan mangsa di seluruh permukaan tanaman. *Kedua,* sangat rakus. Larva instar satu hingga empat mampu memangsa 347 ekor *A. gossypii* dalam waktu lima hari, sedangkan imago mampu memangsa 271 ekor mangsa per hari. *Ketiga,* sinkron dengan kehadiran mangsa, yaitu dapat memangsa semua stadia *Aphid* dan kehadirannya selalu mengikuti kehadiran mangsa. *Keempat*, respon agregasi pada mangsa tinggi. *Kelima,* mudah dikembangbiakkan karena bersifat polifag, *Keenam*, keperidian sangat tinggi. Misalnya, seekor betina bertelur 745 butir pada mangsa kutu *Hysteroneura setariae*, dan 378 butir pada mangsa *Aphis craccivora. Ketujuh*, nisbah kelamin jantan dan betina relatif sama yaitu

1:0,6. *Kedelapan*, *M. sexmaculatus* termasuk predator generalis sehingga cocok untuk banyak jenis tanaman. *Kesembilan,* mampu bertahan hidup dengan jumlah mangsa terbatas.

Menurut Amir (2002) kebanyakan predator bersifat kanibalistik atau memakan temannya sendiri. Perilaku ini ada baiknya, karena dapat menjamin bahwa meskipun dalam keadaan tanpa mangsa di lapangan masih terdapat beberapa predator yang tetap hidup dan melanjutkan siklusnya. Di Indonesia penyebaran kumbang ini sangat luas meliputi Jawa, Kalimantan, Sumatera, Sulawesi, Flores, Halmahera dan Papua.

III. METODE PELAKSANAAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di sub-laboraturium Entomologi dan laboraturium Pusat Pengembangan Agens Hayati, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya pada bulan Januari sampai Oktober 2016.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah cawan petri, bunsen, jarum ose, kain kasa ukuran 18x18 cm, gunting, pinset, gelas ukur, kuas, mikropipet, pipet tetes, erlenmeyer, *hand sprayer*, *hand counter*, kaca benda, kaca penutup, haemocytometer, mikroskop, autoclave, kamera digital, aspirator, toples dan nampan.

Bahan yang digunakan adalah IGR (*Insect Growth Regulation*) berbahan aktif lufenuron, isolat jamur *Paecilomyces* sp. asal *Spodoptera litura*, kumbang predator *M. sexmaculatus*, Aphid, media PDA (*Potato Dextrose Agar*), media EKD (Ekstrak Kentang Dextrose), *alcohol* 70%, akuades, *plastic wrap*, aluminium foil, spiritus, kertas tisu dan kertas label.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan kumbang predator *M. sexmaculatus* dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) 6 perlakuan dan 4 ulangan. Masing-masing perlakuan menggunakan 5 ekor imago *M. sexmaculatus*. Perlakuan yang dipakai yaitu:

1: Suspensi jamur *Paecilomyces* sp. 10^6 konidia/ml

2: Suspensi jamur *Paecilomyces* sp. 10^7 konidia/ml

3: Suspensi jamur *Paecilomyces* sp. 10^8 konidia/ml

4: Suspensi jamur *Paecilomyces* sp. 10^9 konidia/ml

5: Kontrol positif menggunakan IGR b.a lufenuron 1ml/l

6: Kontrol negatif menggunakan aquades steril

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Perbanyakan *M. sexmaculatus*.

Perbanyakan *M. sexmaculatus* dilakukan dengan cara mengumpulkan imago *M. sexmaculatus* dari lahan sayuran jagung dan kacang panjang daerah Dau, Malang, Jawa Timur. Kemudian imago *M. sexmaculatus* dibawa ke laboratorium dan dimasukkan ke sangkar yang ditutup dengan kain kasa. Dalam sangkar tersebut, telah diberikan mangsa untuk sumber pakan bagi *M. sexmaculatus* yaitu Aphid. Untuk Aphid diambil dan dikumpulkan dari lahan kacang panjang dan cabai daerah Dau, Malang.

Pembuatan Media Perbanyakan Jamur *Paecilomyces* sp.

Media Ekstrak Kentang Dekstrosa (EKD) digunakan untuk perbanyakan jamur dan mempermudah proses perhitungan viabilitas serta kerapatan konidia *Paecilomyces* sp. Media EKD dibuat dengan cara merebus 250 gr kentang yang telah dipotong menggunakan aquades 1 liter hingga mendidih. Setelah mendidih, kentang kemudian disaring dan diambil sarinya. Gula yang digunakan adalah gula dekstrosa sebanyak 20 gr ditambahkan sari kentang 1 liter. Media yang sudah jadi dimasukkan ke dalam 4 erlenmayer dan ditutup rapat untuk disterilkan menggunakan autoklaf dengan suhu 120^0C tekanan 1 atm selama 30 menit. Kemudian ditambahkan khloramfenikol sebanyak 0,25 gr/botol media untuk mencegah terjadinya kontaminasi bakteri.

Perbanyakan Isolat Jamur *Paecilomyces* sp.

Peremajaan isolat koleksi dilakukan dengan cara mengambil konidia spora menggunakan jarum ose ke dalam media PDA dan diinkubasi selama 14 hari. Setelah miselium memenuhi permukan petri, kemudian dipindahkan ke media EKD. Perhitungan kerapatan konidia dilakukan setelah isolat diinkubasi selama 8 hari pada media EKD dengan mengambil 1 ml suspensi konidia *Paecilomyces* sp. yang dilarutkan ke dalam 10 ml akuades steril. Setelah itu larutan suspensi konidia *Paecilomyces* sp. tersebut diambil 0,01 ml dan dihitung kerapatannya menggunakan hemocytometer. Kerapatan konidia dihitung pada lima

kotak terbesar kedua dengan menggunakan rumus Gabriel dan Riyatno (1989) sebagai berikut:

$$J = \frac{txd}{(nx0,25)} \times 10^6$$

Keterangan:

J = Jumlah konidia dalam satu ml media (konidia/ml)
t = Jumlah konidia dalam semua kotak bujur sangkar yang dihitung
d = Faktor pengenceran bila harus diencerkan
0,25 = Konstanta
n = Jumlah kotak yang dihitung

Viabilitas konidia *Paecilomyces* sp. ditemtukan dengan cara suspensi konidia diinkubasi selama 24 jam. Setelah itu 0,01 ml tetes suspensi tersebut diteteskan pada kaca preparat dan ditutup dengan kaca penutup, lalu dihitung presentase perkecambahan konidianya dengan menggunakan rumus Gabriel dan Riyatno (1989):

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

Keterangan:

V = Persentase konidia yang berkecambah
g = Jumlah konidia yang berkecambah
u = Jumlah konidia yang tidak berkecambah

Pengujian Patogenisitas Jamur *Paecilomyces* sp. Terhadap *M. sexmaculatus.*

Patogenisitas jamur *Paecilomyces* sp. terhadap imago *M. sexmaculatus* dilakukan dengan metode *spray/semprot*. Menurut Permadi (2012) pelaksanaan perlakuan dilakukan dengan cara menyemprotkan suspensi konidia jamur pada tiap *M. sexmaculatus* yang diuji.

Setiap perlakuan sebanyak 20 ekor imago *M. sexmaculatus* disemprot dengan suspensi jamur *Paecilomyces* sp. dengan masing-masing kerapatan 10^6, 10^7, 10^8, 10^9 konidia/ml, aquades steril sebagai kontrol negatif dan IGR b.a lufenuron 1ml/l sebagai kontrol positif 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 Aphid.

Pengamatan dilakukan terhadap imago *M. sexmaculatus* yang terinfeksi oleh jamur *Paecilomyces* sp. setiap hari selama 7 hari setelah aplikasi. Sebelum dilakukan penanaman pada media PDA, *M. sexmaculatus* yang terinfeksi oleh jamur *Paecilomyces* sp. direndam dengan NaOCl selama 1 menit, alkohol 70% selama 1 menit, kemudian dibilas menggunakan aquades steril sebanyak 2 kali. Setelah itu, imago *M. sexmaculatus* dipindahkan dan ditumbuhkan pada media PDA. Kemudian diinkubasi sampai hifa muncul. Pengamatan dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis.

3.5 Variabel Pengamatan

Kemampuan Pemangsaan *M. sexmaculatus*

Pengamatan ini bertujuan untuk melihat jumlah *Aphid* yang dimangsa *M. sexmaculatus*. Jumlah Aphid yang dimangsa oleh *M. sexmaculatus* diamati secara langsung dengan menghitung jumlah Aphid yang berkurang setelah 24 jam aplikasi *Paecilomyces* sp. setelah diinfestasikan selama 7 hari.

Mortalitas *M. sexmaculatus*

Data hasil pengamatan kematian imago *M. sexmaculatus* yang diduga telah terinfeksi jamur *Paecilomyces* sp. Persentase kematian imago dihitung dengan rumus:

$$P = \frac{x}{y} \text{ X } 100\%$$

Keterangan:

P = Perserntase tingkat kematian
X = Imago yang mati
Y = Jumlah imago total yang diamati

Jika pada kontrol terjadi kematian lebih besar 0% dan lebih kecil 20% dari perlakuan maka mortalitas dikoreksi dengan rumus Abbot (1925) sebagai berikut:

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

Keterangan :

P = Persentase tingkat kematian terkoreksi
p' = Tingkat kematian hasil pengamatan pada setiap perlakuan
c = Tingkat kematian pada kontrol

Nilai LC_{50} dan LT_{50} ditentukan dengan analisis probit (Finney, 1997). Analisa tersebut menggunakan program MICROSOFT EXCEL.

Masa Inkubasi *Paecilomyces* sp. Pada *M. sexmaculatus*

Masa inkubasi adalah jangka waktu antara inokulasi jamur *Paecilomyces* sp. sampai muncul perubahan gejala secara visual pada imago *M. sexmaculatus*. Pengamatan terhadap masa inkubasi jamur berdasarkan ada tidaknya perubahan atau timbulnya hifa serta perubahan lain yang diamati secara visual pada imago *M. sexmaculatus*. Perhitungan dilakukan terhadap estimasi rata-rata masa inkubasi jamur (hari) sejak satu hari setelah aplikasi sampai munculnya perubahan gejala pada imago *M. sexmaculatus*.

Kemampuan Bertelur Pada *M. sexmaculatus*

Apabila imago *M. sexmaculatus* yang telah diaplikasikan jamur *Paecilomyces* sp. tidak mengalami kematian setelah 7 Hari Setelah Aplikasi (HSA) maka akan diamati kemampuan bertelurnya. Pengamatan dimulai 8 HSA dengan memasukkan *M. sexmaculatus* jantan dan betina dengan perbandingan 1:1 pada satu sangkar agar terjadi kopulasi. Pengamatan dilakukan dengan cara menghitung jumlah telur yang dihasilkan oleh imago *M. sexmaculatus.*

3.6 Analisis Data

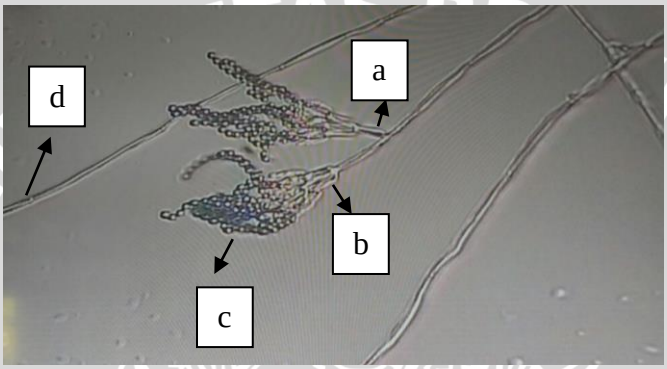
Data pengamatan mortalitas *M. sexmaculatus*, kemampuan pemangsaan *M. sexmaculatus* terhadap *Aphid*, kemampuan bertelur *M. sexmaculatus* dan lama inkubasi *Paecilomyces* sp. yang diperoleh dianalisis dalam *Analisis of Variance* (ANOVA) dengan menggunakan program MICROSOFT EXCEL dan DSTAAT. Apabila terdapat respon dari perlakuan terdapat pengaruh secara nyata, maka dilanjutkan dengan uji BNT pada taraf kesalahan 5%.

Nilai LC_{50} (*Lethal Concentration 50%*) dan LT_{50} (*Lethal Time 50%*) dihitung dengan analisa probit menggunakan program MICROSOFT EXCEL.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Morfologi *Paecilomyces* sp.

Pengamatan mikroskopis jamur *Paecilomyces* sp. menunjukkan konidiofor yang lurus dalam bentuk tunggal serta memiliki fialid. Konidia dari *Paecilomyces* sp. berbentuk bulat tersusun dengan rantai panjang yang didukung konidofor dan memiliki hifa yang bersekat (Gambar 4) (Prayogo, 2005). Sedangkan untuk pengamatan makroskopisnya koloni berwarna putih dan seperti tepung (Gambar 5).



Gambar 4. Mikroskopis *Paecilomyces* sp.: a) konidiofor, b) fialid, c) konidia dan d) hifa bersekat

Gambar 5. Makroskopis *Paecilomyces* sp. pada media padat umur 17 HSI

Pengamatan mikroskopis dan makroskopis dari jamur *Paecilomyces* sp. sesuai dengan Barnett (1955) yaitu koloni *Paecilomyces* sp. secara makroskopis tampak berwarna putih kekuningan dengan tekstur berbubuk. Konidiofor muncul dari hifa aerial, memiliki 2-7 fialid, dan membentuk susunan berkarang. Fialid *Paecilomyces* sp. memiliki formasi yang lebih renggang dan ujung/leher yang lebih panjang

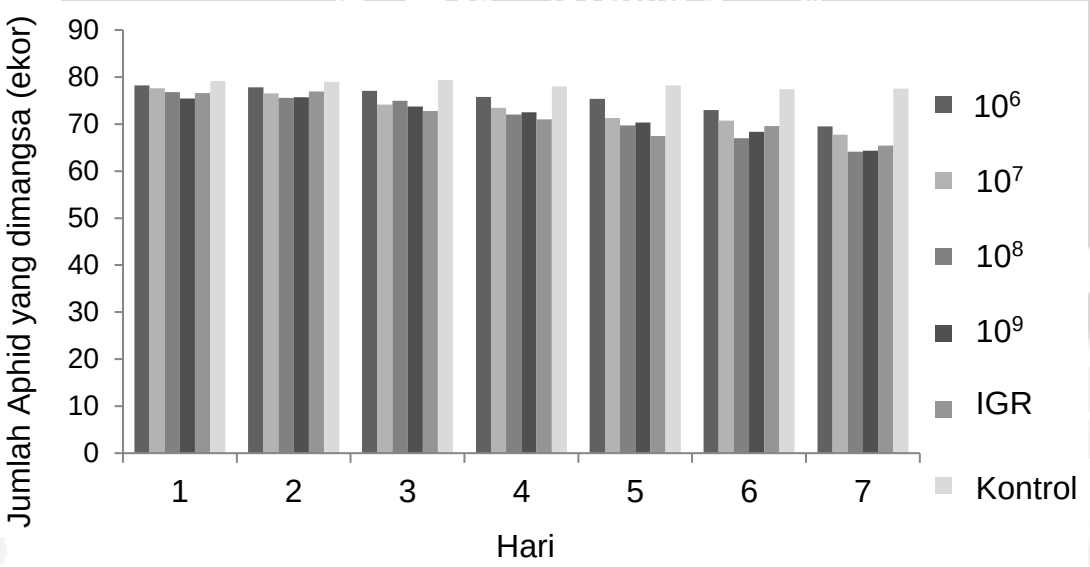
dibandingkan fialid pada *Penicillium*. Konidia tersusun 1 sel, transparan, tersusun membentuk rantai basipetal yang panjang.

4.2 Kemampuan Pemangsaan *M. sexmaculatus* Setelah Aplikasi *Paecilomyces* sp.

Kemampuan pemangsaan *M. sexmaculatus* memberikan pengaruh nyata setelah aplikasi *Paecilomyces* sp. (Tabel lampiran 1). Hal ini terlihat adanya interaksi antara aplikasi *Paecilomyces* sp. pada *M. sexmaculatus* dengan rerata Aphid yang dimangsa *M. sexmaculatus*. Rerata Aphid yang dimangsa *M. sexmaculatus* disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Rerata Aphid yang dimangsa *M. sexmaculatus*

Perlakuan	Rerata Aphid/Hari ± SD
10^6 konidia/ml	18,80 ± 0,32 bc
10^7 konidia/ml	18,13 ± 1,12 ab
10^8 konidia/ml	17,86 ± 0,83 a
10^9 konidia/ml	17,86 ± 0,26 a
IGR b.a Lufenuron 1ml/l	17,72 ± 0,20 a
Aquades steril	19,59 ± 0,33 c



Gambar 6. Grafik jumlah Aphid yang dimangsa *M. sexmaculatus* setelah aplikasi *Paecilomyces* sp.

Jumlah Aphid yang dimangsa oleh *M. sexmaculatus* pada perlakuan kontrol mencapai 19,59 ekor/hari. Jumlah Aphid yang dimangsa *M. sexmaculatus* pada kerapatan jamur *Paecilomyces* sp 10^6 konidia/ml

sebesar 18,80 ekor/hari sedangkan pada aplikasi kerapatan 10^9 konidia/ml sebesar 17,86 ekor/hari. Pada hari ke 1, perlakuan konsentrasi *Paecilomyces* sp. menurunkan jumlah Aphid yang dimangsa *M. sexmaculatus* setelah aplikasi *Paecilomyces* sp. tidak memberikan nilai yang berbeda. Pada hari ke 2 sampai dengan 7, Aphid yang dimangsa *M. sexmaculatus* mengalami jumlah penurunan yang berbeda setelah aplikasi *Paecilomyces* sp. dengan konsentrasi yang berbeda. Rata-rata *M. sexmaculatus* mulai mengalami kematian pada hari ke 2. Terjadi penurunan jumlah Aphid yang dimangsa *M. sexmaculatus* akibat aplikasi jamur *Paecilomyces* sp. Kemampuan pemangsaan *M. sexmaculatus* terhadap Aphid akan berkurang seiring dengan meningkatnya konsentrasi *Paecilomyces* sp

M. sexmaculatus yang diaplikasikan *Paecilomyces* sp. akan terganggu sistem pencernaannya sehingga akan mempengaruhi kemampuan pemangsaannya dan mengalami kematian. Hal tersebut sesuai dengan Widayat dkk (1996), serangga yang terkena jamur *Paecilomyces* sp. menunjukkan gejala gerak yang lamban, aktifitas makan berkurang dan akhirnya tidak mau makan yang kemudian akan mati.

Penurunan jumlah Aphid yang dimangsa *M. sexmaculatus* setelah terinfeksi *Paecilomyces* sp. Konsentrasi *Paecilomyces* sp. yang tinggi mempengaruhi kemampuan pemangsaan yang semakin menurun. Kemampuan pemangsaan akan berpengaruh pada laju pemangsaan *M. sexmaculatus* terhadap Aphid. Semakin banyak Aphid yang dimangsa oleh *M. sexmaculatus* maka laju pemangsaan semakin tinggi. Faktor yang mempengaruhi penurunan jumlah Aphid diduga disebabkan oleh adanya metabolit sekunder yang dihasilkan jamur *Paecilomyces* sp. jamur *Paecilomyces* sp. menghasilkan senyawa salah satunya beauvericin (Bernadini, 1975). Beauvericin hanya dapat disentesis oleh beberapa jamur tertentu genera: *Beauveria*, *Paecilomyces*, *Polyporus*, *Isaria* dan *Fusarium (*Luangsa *et. al.* 2009). Menurut Mollier *et al.* (1994), beauvericin berakibat pada organela sel target (mitokondria, endoplasmik retikulum, dan membran inti) yang akan menyebabkan paralisis sel dan berubahnya

fungsi midgut, tubulus malphigi, dan jaringan otot. Paralisis menyebabkan kehilangan koordinasi sistem gerak, sehingga gerakan serangga tidak teratur dan lama-kelamaan melemah, kemudian berhenti sama sekali. Setelah lebih-kurang lima hari terjadi kelumpuhan total dan kematian. Toksin juga menyebabkan kerusakan jaringan, terutama pada saluran pencernaan, otot, sistem saraf, dan system pernafasan. Sehingga serangga yang terinfeksi biasanya akan berhenti makan dan menyebabkan imunitasnya menurun.

4.3 Mortalitas *M. sexmaculatus*

Pengamatan uji patogenisitas terhadap imago *M. sexmaculatus* dilakukan selama 7 hari setelah aplikasi jamur *Paecilomyces* sp. Hasil uji patogenisitas jamur *Paecilomyces* sp. terhadap imago *M. sexmaculatus* menunjukkan bahwa *Paecilomyces* sp. tidak mempengaruhi mortalitas *M. sexmaculatus*. Mortalitas *M. sexmaculatus* setelah aplikasi *Paecilomyces* sp. disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Mortalitas *M. sexmaculatus* setelah aplikasi *Paecilomyces* sp.

Perlakuan	Mortalitas Terkoreksi (%) ± SD
10^6 konidia/ml	15,00 ± 10,00
10^7 konidia/ml	30,00 ± 28,10
10^8 konidia/ml	36,25 ± 29,26
10^9 konidia/ml	46,25 ± 23,58
IGR b.a Lufenuron 1ml/l	48,75 ± 23,93

Keterangan: Data ditransformasi dengan transformasi arcsin untuk keperluan statistik.

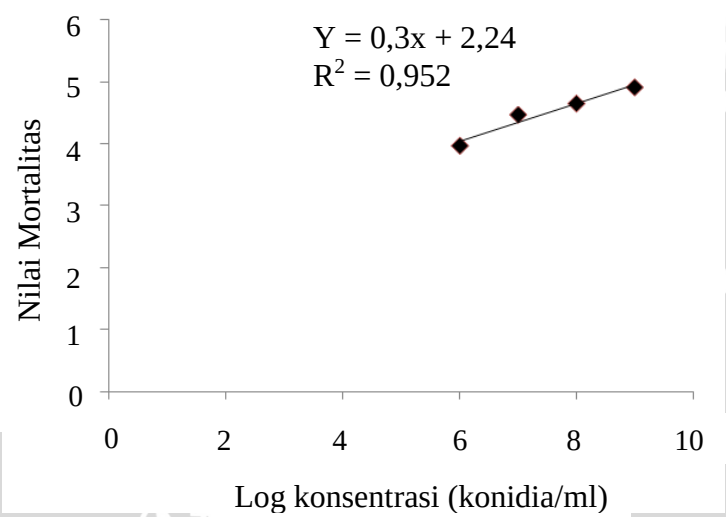
Pada perlakuan kerapatan jamur *Paecilomyces* sp. 10^6, 10^7, 10^8 dan 10^9 konidia/ml menghasilkan mortalitas imago *M. sexmaculatus* masing-masing sebesar 15%, 30%, 36,25% dan 46,25%. Dari hasil mortalitas dapat disimpulkan bahwa patogenisitas dari jamur *Paecilomyces* sp. termasuk kategori rendah dan sedang (Thungrabeab *et. al*., 2006). Hasil tersebut sesuai dengan Zhou (2014), *Paecilomyces* sp. memiliki efek patogen yang rendah terhadap *Axinoscymnus cardilobus* (Coleoptera: Coccinellidae).

Faktor yang menyebabkan *Paecilomyces* sp. tidak mempengaruhi mortalitas *M. sexmaculatus* diduga karena kondisi lingkungan seperti kelembaban dan suhu yang kurang sesuai untuk pertumbuhan jamur *Paecilomyces* sp. pada tubuh *M. sexmaculatus.* Pada penelitian ini kelembaban di tempat pengujian berkisar antara 64-82% sedangkan suhu berkisar antara 25-32^{o}C. Ramoska (1984) menyatakan bahwa spesies *Paecilomyces* sp. perlu kelembaban 90% untuk perkecambahan konidia. Lacey *et. al.,* (1977) menyatakan bahwa *Paecilomyces* sp. menyebabkan kematian 87,76% pada *Aphelinus asychis* (Hymenoptera: Aphelinidae), parasitoid umum pada kutu gandum (*Diuraphis noxia*) pada kelembaban 95%, namun angka kematian menurun menjadi 32,8% pada kelembaban 55%. Kelembaban yang tinggi berperan dalam proses perkecambahan dan infeksi terhadap serangga inang. Menurut Shim *et al*., (2003), bahwa pada suhu 20-25^{0}C *Paecilomyces* sp. dapat berkecambah dengan baik.

Faktor lain yang menyebabkan rendahnya patogenisitas *Paecilomyces* sp. pada *M. sexmaculatus* diduga karena virulensi dari jamur *Paecilomyces* sp. juga rendah. Menurut Mc Coy dkk. (1988), jamur entomopatogen yang memiliki virulensi yang rendah akan memiliki daya infeksi yang lemah sehingga mengakibatkan ketidakmampuan jamur tersebut untuk bertahan hidup dan memperbanyak diri dalam tubuh inang, walaupun jamur tersebut telah memasuki daerah hemocoel serangga. Virulensi jamur akan semakin menurun dengan semakin menurunnya kelembaban udara. (Bidochka *et al.,* 2000)

Pada penelitian ini, selain mengetahui persentase mortalitas pada tiap perlakuannya juga dapat mengetahui LC_{50} dan LT_{50}. Keefektifan suatu insektisida terhadap serangga sasaran umumnya dinyatakan dengan LC_{50}, yaitu besarnya konsentrasi yang dapat mengakibatkan mortalitas 50% dari seluruh serangga uji dalam waktu tertentu (Priyono, 1998). Sedangkan LT_{50} yaitu waktu yang dibutuhkan jamur *Paecilomyces* sp. untuk menyebabkan kematian 50% imago *M. sexmaculatus* pada perlakuan 10^6, 10^7, 10^8 dan 10^9 konidia/ml.

Hasil analisa probit diketahui bahwa hubungan antara log konsentrasi *Paecilomyces* sp. dengan probit mortalitas kumbang predator *M. sexmaculatus* mengikuti garis persamaan regresi y = 0,3x + 2,24 dengan LC_{50} sebesar 1,58 x 10^9 konidia/ml. Nilai koefisien korelasi atau r yaitu 0,952 yang artinya 95% mortalitas imago *M. sexmaculatus* diperoleh pada nilai LC_{50} tersebut.



Gambar 7. Hubungan log konsentrasi dengan nilai mortalitas *M. sexmaculatus* pada pengujian *Paecilomyces* sp.

Hasil pengamatan LT_{50} dengan interval waktu 24 jam setelah aplikasi *Paecilomyces* sp. menunjukkan hasil yang berbeda pada masing-masing kerapatan jamur. Nilai LT_{50} pada aplikasi jamur *Paecilomyces* sp. 10^6, 10^7, 10^8, 10^9 konidia/ml dan lufenuron 1 ml/l menghasilkan nilai LT_{50} berturut-turut yaitu sebesar 9,24, 8,12, 7,37, 7,14 dan 7,04 hari (Tabel 3). Dari hasil tersebut menunjukkan terjadi penurunan LT_{50} pada setiap peningkatan kerapatan jamur *Paecilomyces* sp. Berdasarkan nilai LT_{50} imago *M. sexmaculatus* setelah aplikasi jamur *Paecilomyces* sp. yaitu semakin tinggi kerapatan jamur *Paecilomyces* sp. maka nilai LT_{50} semakin rendah yang artinya semakin cepat menyebabkan kematian *M. sexmaculatus*.

Tabel 3. Nilai LT_{50} imago *M. sexmaculatus* terhadap *Paecilomyces* sp.

Perlakuan	Persamaan Regresi	LT_{50} (Hari)	R^2
10^6 konidia/ml	y = 6,21x – 1,00	9,24	0,74
10^7 konidia/ml	y = 6,69x – 1,08	8,12	0,74
10^8 konidia/ml	y = 6,29x – 0,46	7,37	0,87
10^9 konidia/ml	y = 6,44x – 0,50	7,14	0,87
IGR b.a Lufenuron 1ml/l	y = 6,46x – 0,48	7,03	0,87

Keterangan: Pengamatan dilakukan selama 7 hari.

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa kerapatan jamur *Paecilomyces* sp. yang menyebabkan terjadinya LT_{50} tercepat yaitu pada konsentrasi 10^9 konidia/ml dalam waktu 7, 14 hari dengan persamaan regresi y = 6,44x – 0,50. Adanya nilai LT_{50} tercepat diduga dari banyaknya jumlah konidia jamur *Paecilomyces* sp. yang menempel pada tubuh *M. sexmaculatus*. Menurut Santoso dalam Sapdi (1999) faktor yang sangat penting untuk timbulnya penyakit pada serangga adalah kontak antara inokulum cendawan dengan tubuh serangga. Semakin tinggi konsentrasi akan semakin banyak konidia yang mengalami kontak secara langsung dengan tubuh serangga, sehingga penetrasi dan infeksi konidia cendawan yang berhasil berkecambah akan lebih cepat terjadi.

4.4 Masa Inkubasi *Paecilomyces* sp. pada *M. sexmaculatus*

Masa inkubasi diamati satu hari setelah aplikasi jamur *Paecilomyces* sp. pada imago *M. sexmaculatus*. Hasil dari pengamatan masa inkubasi *Paecilomyces* sp. pada *M. sexmaculatus* yaitu kerapatan jamur *Paecilomyces* sp. memberikan pengaruh pada masa inkubasi jamur *Paecilomyces* sp. dan disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata masa inkubasi jamur *Paecilomyces* sp. pada *M. sexmaculatus*

Perlakuan	Masa Inkubasi (Hari)
10^6 konidia/ml	9,00 b
10^7 konidia/ml	8,50 ab
10^8 konidia/ml	7,25 a
10^9 konidia/ml	7,00 a

Keterangan: Pengamatan dilakukan 1 hari setelah aplikasi *Paecilomyces* sp.

Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh hasil yaitu pada kerapatan terendah jamur *Paecilomyces* sp. (10^6) menghasilkan masa inkubasi paling lama yaitu 9 hari. Sedangkan pada kerapatan jamur *Paecilomyces* sp. tertinggi (10^9) menghasilkan masa inkubasi selama 7 hari. Hal ini menunjukkan bahwa pada kerapatan tertinggi, spora jamur *Paecilomyces* sp. memiliki viabilitas dan kerapatan konidia yang tinggi maka semakin cepat waktu kematian imago *M. sexmaculatus* dan hifa jamur *Paecilomyces* sp. muncul. Hal ini sesuai dengan Boucias dan Pendland, (1998), yang menyatakan bahwa semakin tinggi kerapatan spora yang diinfeksikan, maka semakin tinggi peluang kontak antara patogen dengan inang. Semakin tinggi serangan tersebut, maka proses kematian serangga yang terinfeksi akan semakin cepat. Kecepatan kematian serangga juga disebabkan oleh kerusakan pada usus akibat toksin yang dikeluarkan oleh jamur.

Jamur entomopatogen membutuhkan waktu lebih lama untuk mematikan serangga inangnya. Hal ini disebabkan konidia jamur yang menempel pada kutikula harus berkecambah membentuk hifa terlebih dahulu agar dapat menembus kutikula. Hifa mengeluarkan enzim-enzim khitinase dan protease yang dapat menghancurkan kutikula pada integument. Selanjutnya, hifa masuk ke dalam tubuh inang (Wahyudi, 2002).

Perubahan gejala yang muncul secara visual pada imago *M. sexmaculatus* yang terinfeksi oleh jamur *Paecilomyces* sp. adalah aktivitas makan semakin berkurang dan lamban sebelum mati serta tumbuh miselium berwarna putih pada tubuh imago *M. sexmaculatus*. Tubuhnya mengeras dan pada kondisi lembab permukaan tubuh serangga akan diselimuti oleh pertumbuhan jamur. Warna koloni jamur *Paecilomyces* sp. berwarna putih kekuningan. Hal tersebut sesuai dengan Mandarani (2008) yang menyatakan bahwa gejala infeksi biasanya terlihat yaitu larva *B. longissima* menjadi malas bergerak (aktifitas makan berkurang/lambat), semakin lama tubuhnya akan lemas dan mati serta

mengeras yang akhirnya diselimuti oleh miselium. Warna dari miselium *Paecilomyces* sp. berwarna putih.

4.5 Kemampuan Bertelur *M. sexmaculatus*

Imago *M. sexmaculatus* yang tidak mati setelah aplikasi *Paecilomyces* sp dilakukan pengamatan lanjutan yaitu untuk mengetahui kemampuan bertelur dari *M. sexmaculatus*. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa jamur *Paecilomyces* sp pada *M. sexmaculatus* tidak memberikan pengaruh terhadap jumlah telur yang dihasilkan (Tabel 5).

Tabel 5. Rata-rata telur imago *M. sexmaculatus* setelah aplikasi jamur *Paecilomyces* sp.

Perlakuan	Rerata kemampuan bertelur (butir)
10^6 konidia/ml	0,00
10^7 konidia/ml	1,75
10^8 konidia/ml	1,25
10^9 konidia/ml	0,00
IGR b.a Lufenuron 1ml/l	1,00
Aquades steril	5,75

Keterangan: Pengamatan dimulai saat hari ke- 8.

Rata-rata telur yang dihasilkan *M. sexmaculatus* setelah aplikasi jamur *Paecilomyces* sp. berkisar antara 0,00-1,75 butir. *Paecilomyces* sp. tidak menghambat kemampuan bertelur *M. sexmaculatus*. Namun *Paecilomyces* sp. dapat menurunkan jumlah telur yang dihasilkan *M. sexmaculatus.* Hal tersebut diduga karena kuantitas dan kualitas pakan yang diberikan masih belum mencukupi untuk *M. sexmaculatus*. Menurut Dixon (2000) Bekurangnya kuantitas dan kualitas pakan yang masuk ke tubuh serangga dapat menurunkan jumlah telur yang mereka letakkan. Menurut Hodek dan Honek (1996), serangga mempunyai strategi yang berbeda dalam menghadapi kondisi ketidaksesuaian pakan yaitu dengan mengurangi ukuran telur dengan jumlah tetap atau memperbesar ukuran telur dengan jumlah yang dikurangi. Khusus pada Coccinellidae yang umum terjadi adalah dengan strategi kedua yaitu mengurangi jumlah telur yang diproduksi.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian dapat disimpulkan:

1. Makroskopis jamur *Paecilomyces* sp berwarna putih dan mikroskopisnya terdiri dari konidiofor, fialid, konidia serta hifa bersekat, serta aplikasi *Paecilomyces* sp. tidak memberikan pengaruh persentase mortalitas pada *M. sexmaculatus*,
2. Terjadi penurunan jumlah Aphid yang dimangsa imago *M. sexmaculatus* setelah terinfeksi jamur *Paecilomyces* sp.,
3. Semakin tinggi konsentrasi, maka semakin cepat waktu kematian *M. sexmaculatus* dan munculnya hifa,
4. Aplikasi jamur *Paecilomyces* sp. tidak memberikan pengaruh pada kemampuan bertelur *M. sexmaculatus*.

5.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan dari penelitian ini diantaranya:

1. Perlu memperhatikan jumlah serangga uji yang digunakan (minimal 20 ekor) yang tujuannya untuk pengolahan data selanjutnya seperti mortalitas.
2. Sterilisasi pada lokasi perbanyakan seperti sangkar dan peralatan yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

Abbot, WS. 1987. A Method Of Computing The Effectiveness Of An Insecticide. Journal Of American Mosquito Control Asiation. 3(2): 302-307.

Ade. 2008. Uji Efikasi Beberapa Agensia Hayati Terhadap Hama Perusak Daun Tembakau Deli di Sampali. Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.

Alexopoulus, C. J., M. Blackwell, and C. W. Mims. 1996. Introductory Micology. 4th ed. John Willey and Sons, Inc., New York.

Amir, M. 2002. Kumbang Lembing Pemangsa Coccinellidae (Coccinellidae) di Indonesia. JICA. Biodiversity Conservation Project. Hlm. 47.

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Barat. 1999. Penggunaan Jamur *Paecilomyces fumosoroseus* (PFR) untuk Pengendalian Hama Tanaman Teh. *Lembar Informasi Pertanian* (LIPTAN). BPTP-Jawa Barat. Lembang

Barnett, H.L. 1955. Illustrated Marga of Imperfect Fungi. 2nd ed. Burgess Publishing Company. Minneapolis.

Bidochka MJ, Kamp AM, de Cross JNA. 2000. Insect pathogenic fungi: from genes to populations. Di dalam: JW Kronstad, editor. Fungal Pathology. Nederlands: Springer. hlm 171-173.

Borror, D.J., Triplehorn, C.A., Jhonson, N.F. (1996). Pengenalan Pelajaran Serangga. Edisi Bahasa Indonesia. Gajah Mada University press. Yogyakarta.

Boucias, D.G. and J.C. Pendland. 1998. Principles of Insect Pathology. Kluwer Academic Publisher. London

Buriro, A.S. 1996. Studies On Varietal Risistance Of Wheat Cultivars to Aphid (Aphididae: Homoptera). Thesis, Sindh Agric. Univ. Tando Jam, Pakistan, Hlm. 223.

Chadler D. 2005. Evolution of fungal virulence. United Kingdom: Warwick University of Warwick.

De Hoog GS, Guarro J, Gene J, Figueras MJ. 2000. Atlas of clinical fungi. Utrecht (Netherlands): Centralbureau voor Schimmelcultures (CBS). Vol. 1. 2nd ed.

Dixon AFG. 2000. Insect Predator-Prey Dynamics. Cambridge University Press: UK.

Finney, D.J. 1971. Probit Analyzis. Cambridge University Press. London.

Gabriel, B.P. dan Riyanto. 1989. *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sor. Taksonomi, Patologi, Produksi, dan Aplikasinya. Proyek Pengembangan Perlindungan Tanaman Perkebunan, Departemen Pertanian Jakarta.

Gillespie, A.T. 1988. Use of Fungi to Control Pest of Agricultural Importance. In Fungi Biocontrol System Edited by M.N. Burgy. Monchester University. 36-60.

Hafez, M. 1994. Biological Effects of the Enthomopathogenic Fungus, *Beauveria bassiana* on the Potato Tuber Moth, *Phthrorimaea operculella*. (Seller). Med J Islamic World Acad Sci. 1994; 7(4): 211-214.

Hall, T. M. 1973. Use of Microorganism in Biological Control. Chapman and Hal Ltd. London.

Herlinda S, Utama MD, Pujiastuti Y & Suwandi. 2006. Kerapatan dan viabilitas spora *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill akibat subkultur dan pengayaan media, serta virulensinya terhadap larva *Plutella xylostella* (Linn.). *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 6(2): 70-78.

Hodek, I., A. Honek. 1996. Ecology of Coccinellidae. Kluwer, Dordrecht, Netherlands. 464p.

Inglis GD, Goettel MS, Butt TM, 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.

Lacey, L.A. 1993. Initial Handling and Diagnosis of Diseases Insect. In Lacey, L.A. (Ed.) Insect Pathology an Advanced Teatise. Academic Press. New York. 233 -271.

Lacey LA, Mesquita ALM, Mercadier G, Debire R, Kazmer DJ, Leclant F. 1977. Acute and subletal activity of the entomopathogenic fungus *Paecilomyces fumosoroseus* Deuteromycotina: Hyphomycetes) on adult *Aphelinus asychis* (Hymenoptera:Aphelinidae). Environ Entomol 26(6):1452–1460.

Leland, J.E.; McGuire, M.R.; Grace, J.A.; Jaronski, S.T.; Ulloa, M.; Park, Y.; Plattner, R.D. 2005. Strain selection of a fungal entomopathogen, *Beauveria bassiana*, for control of plant bugs (*Lygus* spp.) (Heteroptera: Miridae). Biol. Control. *35*, 104–114.

Lilliard, S. 2004. Paecilomyces. http://www.mold-help.org. Diunduh pada 17 November 2016.

Luangsa-ard, J.J.; Berkaew, P.; Ridkaew, R.; Hywel-jones, N.L.; Isaka, M. 2009. A beauvericin hot spot in the genus *Isaria*. Mycol. Res., 113, 1389–1395.

Malloch, D. 1997. Moulds, Isolation, Cultivation and Identification Methods. Departement of Biologi University of Taronto. Taronto.

Mandarina, D. 2008. Uji Efektivitas Beberapa Entomopatogen pada Larva dan Imago *Brontispa longissima* Gestro (Coleoptera: Chrysomelidae) di Laboraturium. Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.

McCoy, C. W., R. A. Samson and D. G. Baucias. 1988. Entomogenous Fungi. Carlo Ignoffo (ed). Microbial Insectisides Part A Entomogenous Protozoa and Fungi. CRC Hand Book of Natural Pestisides. Volume V. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida. Hlm 151-235.

Mollier, P., Lagnel, J., Fournet, B., Aioun, A., Riba, G. 1994. A Glycoprotein Highly Toxic for *Galleria mellonella* Larvae Secreted by The Enthomopathogenic Fungus *Beauveria sulfurescens*. J Invertebrata Pathology 64:200-207.

Mulyono. 2007. Kajian Patogenisitas jamur *Metharizium anisopliae* terhadap hama *Oryctes rhinoceros* L. tanaman kelapa pada berbagai waktu aplikasi. Tesis. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

Nedved, O. 2012. Cheilomenes sexmaculata (Fabricus, 1781). http://www.meloidae.com/ . Diunduh pada 17 November 2016

Nehad, M.E. B., A.E. Amer., A.M. Kandeel. 2009. Ovicidal Activity and Biological Effects of Radiant and Hexafluron Against Eggs of Pink Bolworm, *Pectinophora gossypiella (*Saunders) (Lepidoptera: Gelechidae). Egypt Acad. J. biology. Sci., 2 (1):23-36.

Permadi, M.A. 2012. Patogenisitas Beberapa Jamur Entomopatogen *Metharizium* spp Terhadap Kumbang Predator *Menochilus sexmaculatus* F. (Coleoptera: Coccinelida). Skripsi. Universitas Andalas. Padang.

Pracaya. 2004. Hama dan Penyakit Tanaman. Penebar Swadaya. Jakarta.

Prayogo, Y., W., Tengkano dan Marwoto. 2005. Prospek Jamur Entomopatogen *M. anisopliae* untuk Mengendalikan Ulat Grayak *S. litura* pada Kedelai. Jurnal Litbang Pertanian 24 (1): 19-26p.

Prijono, D. 1998. Penuntun Pengujian Insektisida. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Ramoska WA (1984) The influence of relative humidity on *Beauveria bassiana* infectivity and replication in the chinch bug, Blissus leucopterus. J Invert Pathol 43:389–394

Rayati, D.J., W. Widayat, M. Martosupona, LS. Arifin. 1997. Pengujian Efektivitas dan Daya SImpan Insektisida Mikroba *Paecilomyces fumosoroseus* Formulas: WP Untuk Pengendalian Hama pada

Tanaman Teh. Laporan Hasil Penelitian APBN 1996-1997, PPTK Gambung, Hlm. 123-133.

Rayati. D. J., I Nyoman P. Aryantha dan Purwo Arbianto. 2000. Optimasi Factor Nutrisi Dalam Produksi Spora Jamur *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) Brown & Smith pada System Fermentasi Dua Tahap. Prosiding Institut Teknologi Bandung, Vol. 32, No. 3.

Robert, D.W. and G.W. Yendol. 1971. Use of Fungi for Microbial Control of Insect. In H.D. Burger and N. W. Hussey (ed.) Microbial Control of Insect and Mites. Academic Press, New York. Hlm. 125 - 145.

Sapdi. 1999. Mortalitas nimpha *Nezara viridula* L. Pada beberapa tingkat konsentrasi suspensi jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* Vuill. Agrista 3(1). 72-77.

Shim, M.S., Lee, R.K., Kim, H.S., Im, H.K.,Kim, W.J., Lee, Y.U.,Ouk, J. 2003. The Optimal Culture Conditions Affecting the Mycelial Growth and Fruiting Body Formation of *Paecilomyces fumosoroseus*. Mycobiology 31(4): 214-220.

Smith, P. 1993. Control of *Bemisia tabaci* and the Potential of *Paecilomyces fumosoroseus* As a Biopesticide. Biocontrol News and Information 14: 71N-78N.

Sukamto, I.T.N., 2005. Upaya Meningkatkan Produksi Kelapa. Penebar Swadaya. Jakarta. Hlm. 12

Sumartini, Y. Prayogo, S.W. Indiati dan S. Hardianingsih. 2001. Pemanfaatan Jamur *Metarhizium anisopliae* untuk Pengendalian Penghisap Polong (*Riptortus lineris*) pada Kedelai. Balai Penelitian Tanaman Padi. Sukamandi.

Thungrabeab M, Blaeser P, 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.

Untung, Kasumbago. 1993. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

Vega, F.E. 1997. The Entomopathogen *Paecilomyces fumosoroseus*. Jurnal Bioactive Agents Research Unit. Vol 4: 3.

Wagiman F.X. 1997. Ritme aktivitas Harian *Menochilus sexmaculatus* memangsa *Aphis craccivora*. Hal 278-280. Dalam: Hidayat (ed). Pengelolaan Serangga Secara Berkelanjutan. Prosiding Kongres PEI dan Symposium Entomologi.

Wagiman, F.X., Laksminiwati Prabaningrum, & Dahlia Simanjuntak. 2009. Eksplorasi, Karakterisasi, dan Potensi Musuh Alami Hama *Bemisia tabaci* di Ekosistem Cabai. Laporan Akhir Kegiatan Penelitian KKP3T. 47 p.

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

Wahyudi, R. 2015. Aplikasi Kombinasi Agens Hayati Jamur *Paecilomyces fumosoroseus* Dan Nematoda Patogen Serangga Untuk Mengendalikan Hama Kutu Kebul (*Bemisia tabaci*). Universitas Jember

Widayat, W., D.J. Rayati, M. Martosupono. 1996. Penggunaan Jamur *Paecilomyces fumosoroseus* (PFR) Sebagai Teknologi Alternatif Pengendallan Hama Non Kimiawi pada Tanaman Teh. Seminar Sehari Alternatif Pengendalian Hama Teh Secara Hayati, Gambung, 5 December 1996. Hlm. 1- 13.

Zhou, F., Shaukat, A., Zhen, H. 2014. Influence of Enthomopathogenic Fungus *Isaria fumosorosea* on *Axinoscym cardilobus* (Coleoptera: Coccinelidae) Under laboratory Conditions. Biocontrol Science And Technology. Informa Ltd Registered. England.

LAMPIRAN

Tabel Lampiran 1. Analisa ragam jumlah Aphid yang dimangsa *M. sexmaculatus*

Sumber Keragaman	JK	Db	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	10,63	5,00	2,12	5,98**	2,90
Ulangan	1,92	3,00	0,64	1,80	3,29
Galat	5,32	15,00	0,35		
Total	17,88	23,00	0,77		

Tabel Lampiran 2. Analisa ragam mortalitas imago *M. sexmaculatus*

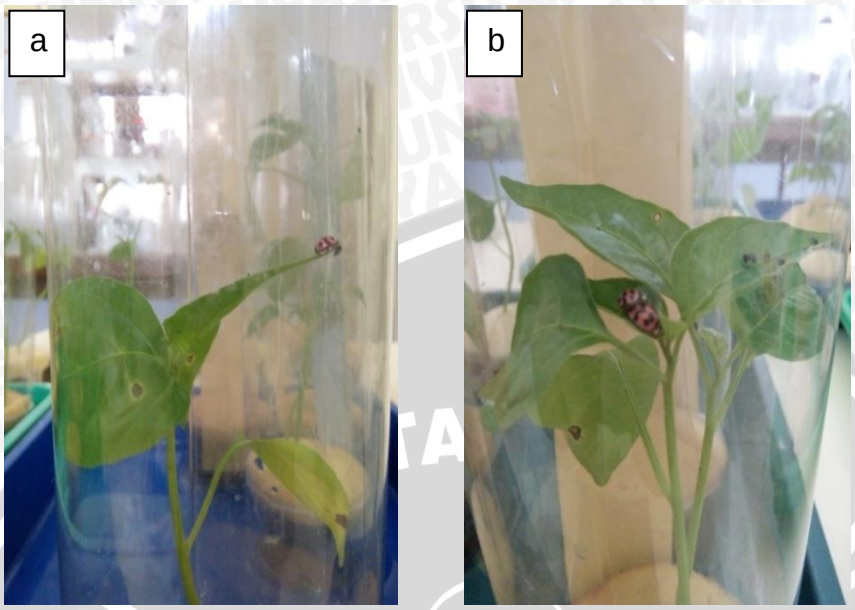
Sumber Keragaman	JK	Db	KT	F Hitung	F tab 5%
Perlakuan	1642,49	4,00	410,62	1,55	3,26
Ulangan	1602,20	3,00	534,06	1,01	3,49
Galat	3178,36	12,00	264,86		
Total	6423,06	19,00	338,05		

Tabel Lampiran 3. Analisa ragam masa inkubasi *Paecilomyces* sp. pada *M. sexmaculatus*

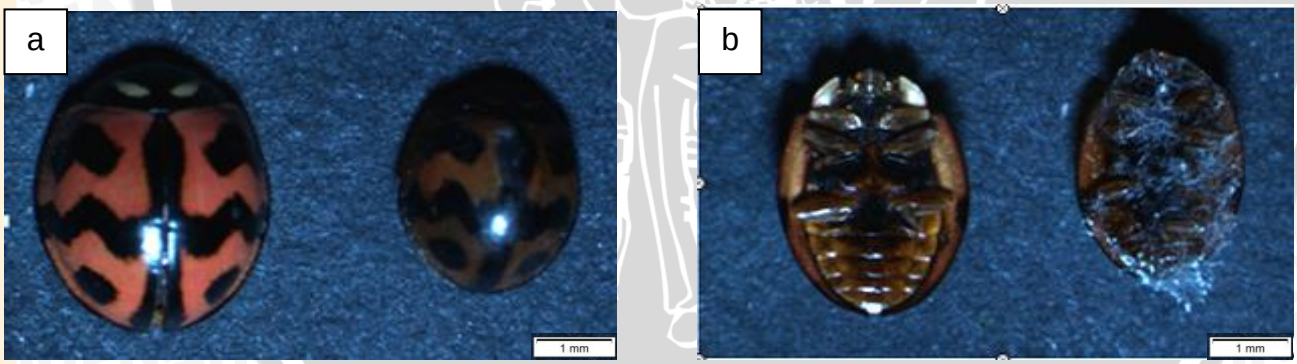
Sumber Keragaman	JK	Db	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	11,18	3,00	3,72	4,16*	3,86
Ulangan	1,68	3,00	0,56	0,62	3,86
Galat	8,06	9,00	0,89		
Total	20,93	15,00	1,39		

Tabel Lampiran 4. Analisa ragam telur imago *M. sexmaculatus*

Sumber Keragaman	JK	Db	KT	F Hit	F Tabel 5%
Perlakuan	91,37	5,00	18,27	0,71	2,90
Ulangan	82,12	3,00	27,37	1,07	3,29
Galat	382,12	15,00	25,47		
Total	555,62	23,00	24,15		



Gambar Lampiran 1. Kegiatan *M.sexmaculatus*: a) saat memangsa Aphid sp, b) saat kopulasi



Gambar Lampiran 2. Perbedaan *M. sexmaculatus*: a) imago sehat dan imago dengan tubuh menghitam serta keras akibat terinfeksi *Paecilomyces* sp., b) imago sehat dan imago dengan tubuh muncul hifa *Paecilomyces* sp.

Gambar Lampiran 3. Telur yang dihasilkan oleh *M. sexmaculatus*