

**UJI PATOGENISITAS JAMUR ENTOMOPATOGEN
Lecanicillium lecanii DAN *Metarhizium anisopliae*
TERHADAP HAMA *Phyllotreta striolata* F.
(COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE)**

Oleh
YUYUN ANGGREANI



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2018**

UJI PATOGENISITAS JAMUR ENTOMOPATOGEN

***Lecanicillium lecanii* DAN *Metarhizium anisopliae*
TERHADAP HAMA *Phyllotreta striolata* F.
(COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE)**

**OLEH
YUYUN ANGGREANI**

145040201111311

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT PERLINDUNGAN TANAMAN**

SKRIPSI

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

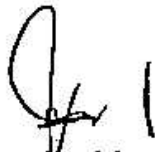
**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I



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

Penguji II



Mochammad Syamsul Hadi, SP., MP.
NIK. 2013088606231001

Penguji III



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

Penguji IV



Dr. Ir. Syamsuddin Diauhari, MS.
NIP. 19550522 198103 1 006

Tanggal Lulus : 02 AUG 2018

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Uji Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Lecanicillium lecanii* dan *Metarhizium anisopliae* terhadap Hama *Phyllotreta striolata* F. (Coleoptera: Chrysomelidae)”.

Pada penulisan skripsi ini penulis dibantu oleh beberapa pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang telah memberikan motivasi, do'a dan semangat kepada penulis.
2. Bapak Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU., selaku dosen pembimbing utama dan bapak Mochammad Syamsul Hadi, SP.,MP., selaku dosen pembimbing pendamping atas segala kesabaran, nasihat, arahan, dan bimbingannya kepada penulis.
3. Novita Yuniasari selaku teman seperjuangan yang banyak memberikan masukan, motivasi serta dukungan kepada penulis.
4. Teman-teman di Fakultas Pertanian, khususnya di Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan yang telah banyak membantu dalam segi akomodasi dan memberikan motivasi dalam pelaksanaan penelitian maupun pengerjaan skripsi, serta
5. Pihak-pihak lain yang ikut membantu dalam pembuatan laporan penelitian ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

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

Malang, 5 Agustus 2018

Penulis,

LEMBAR PERNYATAAN

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 yang dengan jelas ditunjukkan rujukan dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, 5 Agustus 2018

Yuyun Anggreani

LEMBAR PERSEMBAHAN

**“Terimakasih atas segala Do’a, Semangat dan juga
Dukungan yang telah diberikan ...”**

**Skripsi ini ku persembahkan untuk
Teman-teman tersayang dan
terkhusus untuk Keluargaku tercinta**

RINGKASAN

Yuyun Anggreani. 145040201111311. Uji Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Lecanicillium lecanii* dan *Metarhizium anisopliae* terhadap Hama *Phyllotreta striolata* F. (Coleoptera: Chrysomelidae). Dibawah bimbingan Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU sebagai pembimbing utama dan Mochammad Syamsul Hadi, SP. MP. sebagai pembimbing pendamping.

Phyllotreta striolata (Fabricius) (Coleoptera: Chrysomelidae) merupakan hama penting pada tanaman famili Brassicaceae dan beberapa tanaman family lainnya. Serangan imago *P. striolata* pada daun mengakibatkan kerusakan di bagian kutikula daun yang ditandai dengan adanya lubang menyerupai “lubang tembakan”. Serangan berat pada tanaman muda dapat menurunkan hasil panen bahkan membunuh tanaman inang. Salah satu pengendalian yang dapat digunakan untuk mengendalikan hama *P. striolata* adalah dengan menggunakan jamur entomopatogen.

Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 9 perlakuan, yaitu: Kontrol, *M. anisopliae* konsentrasi 10^6 konidia/ml (P1), *M. anisopliae* konsentrasi 10^7 konidia/ml (P2), *M. anisopliae* konsentrasi 10^8 konidia/ml (P3), *M. anisopliae* konsentrasi 10^9 konidia/ml (P4), *L. lecanii* konsentrasi 10^6 konidia/ml (P5), *L. lecanii* konsentrasi 10^7 konidia/ml (P6), *L. lecanii* konsentrasi 10^8 konidia/ml (P7) dan *L. lecanii* konsentrasi 10^9 konidia/ml (P8). Masing-masing perlakuan tersebut diulang sebanyak 3 kali. Parameter yang diamati adalah penghambatan aktivitas makan, jumlah telur yang dihasilkan serta mortalitas dari imago *P. striolata*.

Berdasarkan hasil analisis ragam, diketahui bahwa aplikasi kedua jamur entomopatogen, yaitu *L. lecanii* dan *M. anisopliae* pada beberapa konsentrasi kerapatan yang berbeda berpengaruh nyata terhadap penghambatan aktivitas makan, penurunan jumlah telur serta mortalitas dari imago *P. striolata*. Dan dari beberapa konsentrasi tersebut konsentrasi yang paling baik terdapat pada konsentrasi 10^9 konidia/ml. Hal tersebut dibuktikan dengan terjadinya penghambatan aktivitas makan dari imago *P. striolata* sebesar 53,95% pada jamur *L. lecanii* konsentrasi 10^9 konidia/ml dan 56,75% pada jamur *M. anisopliae* 10^9 konidia/ml; Penurunan jumlah telur yang dihasilkan setelah aplikasi, yaitu pada kontrol sebanyak 205 butir dan setelah aplikasi jamur entomopatogen jumlah telur menjadi menurun sebanyak 106,33 pada jamur *L. lecanii* konsentrasi 10^9 konidia/ml dan 111,33 pada jamur *M. anisopliae* 10^9 konidia/ml; serta peningkatan persentase mortalitas dari imago *P. striolata*, yaitu pada perlakuan kontrol persentase mortalitasnya sebesar 0,00% sedangkan pada perlakuan kedua jamur entomopatogen pada konsentrasi 10^9 konidia/ml sebesar 40,00% pada jamur *L. lecanii* dan 36,67 % pada jamur *M. anisopliae*.

SUMMARY

Yuyun Anggreani. 145040201111311. Pathogenicity Test of Entomopathogenic Fungi *Lecanicillium lecanii* and *Metarhizium anisopliae* to *Phyllotreta striolata* F. (Coleoptera: Chrysomelidae) Pest. Supervised by Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU and Mochammad Syamsul Hadi, SP. MP.

Phyllotreta striolata (Fabricius) (Coleoptera: Chrysomelidae) is an important pest in the Brassicaceae and some other family plant. Adult *P. striolata* attack on the leaves causes damage in the cuticle part of leaf and marked like a hole resembling a "shot hole". Heavy attacks on young plants can lower yields and even kill host plants. One of the controls that can be used to control *P. striolata* pests is by using entomopathogenic fungi.

The study was conducted using Completely Randomized Design with 9 treatments, namely: Control, *M. anisopliae* concentration 10^6 conidia/ml (P1), *M. anisopliae* concentration 10^7 conidia/ml (P2), *M. anisopliae* concentration 10^8 conidia/ml (P3), *M. anisopliae* concentration of 10^9 conidia/ml (P4), *L. lecanii* concentration of 10^6 conidia/ml (P5), *L. lecanii* concentration of 10^7 conidia/ml (P6), *L. lecanii* concentration of 10^8 conidia/ml (P7) and *L. lecanii* concentration of 10^9 conidia/ml (P8). Each treatment was repeated 3 times. The parameters observed were inhibition of feeding activity, number of eggs produced and mortality of adult *P. striolata*.

Based on the analysis of variance, it was found that the application of both entomopathogenic fungi, *L. lecanii* and *M. anisopliae* at different concentrations of density significantly affected the inhibition of eating activity, decreasing the number of eggs and mortality of adult *P. striolata*. And of these concentrations, the best concentration is at the concentrations of 10^9 conidia/ml. This is evidenced by the occurrence of inhibition of feeding activity from adult *P. striolata* is 53,95% in the *L. lecanii* fungi concentration 10^9 conidia/ml and 56,75% in the *M. anisopliae* fungi 10^9 conidia/ml; The decrease in the number of eggs produced after application, in the controls as much as 205,00 eggs and after application of entomopathogenic fungi, the number of eggs to decrease as much as 106,33 in the *L. lecanii* fungi concentration 10^9 conidia/ml and 111,33 in *M. anisopliae* fungi concentration 10^9 conidia/ml; and percentage of mortality from adult *P. striolata*, that is, in the treatment of percentage of mortality control by 0,00% while in second treatment of entomopathogenic fungi at concentration 10^9 conidia/ml is 40,00% in the *L. lecanii* fungi and 36,67% in the *M. anisopliae* fungi.

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir pada tanggal 11 Juni 1996 di Pasuruan, tepatnya di Jalan Soekarno Hatta, RT 02/RW 02 Karang Ketug, Kecamatan Gadingrejo Kota Pasuruan, Jawa Timur. Penulis terlahir dari pasangan Kusbianto dan Anik Nuraeni dan merupakan anak kedua dari empat bersaudara.

Pada usia 4 tahun penulis bersekolah di TK Dharmawanita 1 selama 2 tahun. Kemudian melanjutkan sekolah dasar di SDN Karang Ketug 1 pada tahun 2002-2008. Setelah lulus dari sekolah dasar, pada tahun 2008-2011 Penulis menempuh pendidikan menengah pertama di SMPN 3 Pasuruan dan melanjutkan pendidikan sekolah menengah atas di SMAN 4 Pasuruan pada tahun 2011-2014. Penulis masuk perguruan tinggi Universitas Brawijaya, Malang pada tahun 2014 melalui jalur SNMPTN.

Selama menjadi mahasiswa aktif di Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang, penulis telah mengikuti beberapa kegiatan. Kegiatan-kegiatan tersebut antara lain: Aktif sebagai pengurus harian Himapta (Himpunan Mahasiswa Perlindungan Tanaman) tahun 2017. Menjadi Koordinator Acara di tahun 2017 dan menjadi Panitia Pengarah di tahun 2018 dalam kegiatan Ekspedisi (Eksplorasi Potensi dan Kreativitas), menjadi panitia Buka bersama dan Halal Bihalal Jurusan HPT FP UB tahun 2017 sebagai anggota divisi acara, menjadi pendamping pada kegiatan Proteksi (Program Orientasi Terpadu dan Keprofesian) tahun 2017 dan menjadi panitia Arthropoda (Anniversary Of Himapta Djaya) sebagai anggota dari divisi konsumsi tahun 2017.

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
RIWAYAT HIDUP	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Manfaat	3
1.4 Hipotesis.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Bioekologi <i>P. striolata</i>	4
2.2 Siklus Hidup.....	5
2.3 Gejala Serangan	6
2.4 Jamur Entomopatogen.....	7
2.5 Faktor yang Mempengaruhi Efektivitas Jamur Entomopatogen.....	8
2.6 Manfaat Jamur Entomopatogen	10
2.7 Jamur <i>L. lecanii</i>	10
2.8 Jamur <i>M. anisopliae</i>	13
III. METODE PELAKSANAAN.....	16
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	16
3.2 Alat dan Bahan	16
3.3 Metode Penelitian.....	16
3.4 Pelaksanaan Penelitian	17
3.4.1 Perbanyakkan <i>P. striolata</i>	17

5.4.2	Perbanyakkan Entomopatogen <i>M. anisopliae</i> dan <i>L. lecanii</i>	17
3.4.3	Aplikasi Pada Imago <i>P. striolata</i>	19
3.4.4	Parameter Pengamatan.....	20
3.4.5	Analisis Data Pengamatan.....	22
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1	Pengaruh Berbagai Macam Konsentrasi Kerapatan Konidia dari Jamur Entomopatogen <i>M. anisopliae</i> dan <i>L. lecanii</i> terhadap Penghambatan Aktivitas Makan, Jumlah Telur yang Dihasilkan dan Mortalitas Imago <i>P. striolata</i>	23
4.1.1	Penghambatan Aktivitas Makan imago <i>P. striolata</i>	23
4.1.2	Jumlah Telur yang Dihasilkan.....	25
4.1.3	Mortalitas Imago <i>P. striolata</i>	28
V.	PENUTUP	35
5.1	Kesimpulan.....	35
5.2	Saran.....	35
	DAFTAR PUSTAKA.....	36
	LAMPIRAN.....	42

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Rerata Persentase Penghambatan Aktivitas Makan Imago <i>P. striolata</i>	23
2.	Rerata Jumlah Telur yang Dihasilkan Imago <i>P. striolata</i> Setelah Aplikasi	26
3.	Rerata Persentase Mortalitas Imago <i>P. striolata</i>	28

LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Tabel Analisis Ragam Persentase Penghambatan Aktivitas Makan Imago <i>P. striolata</i>	43
2.	Tabel Analisis Ragam Jumlah Telur yang Dihasilkan <i>P. striolata</i>	43
3.	Tabel Analisis Ragam Persentase Mortalitas imago <i>P. striolata</i>	43

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Imago <i>P. striolata</i>	4
2.	<i>P. striolata</i> : jantan (kiri), betina (kanan)	4
3.	Antena <i>P. striolata</i> : (1) jantan, (2) betina; dan Aedeagus <i>P. Striolata</i> : (3) jantan, (4) betina.....	5
4.	<i>P. striolata</i> : (a) telur, (b) larva, (c) pupa.....	6
5.	Gejala Serangan Imago <i>P. striolata</i>	7
6.	<i>L. lecanii</i> : (a) Koloni pada media PDA, (b) Konidiofor, (c) Konidia	11
7.	<i>M. anisopliae</i> : (a) Biakan murni; (b) Konidia.....	13
8.	Desain fermentor sederhana.....	18
9.	Wadah Aplikasi	19
10.	Botol Semprot untuk Aplikasi.....	20
11.	Gejala imago <i>P. striolata</i> yang terinfeksi: (a) <i>L. lecanii</i> (b) <i>M. anisopliae</i>	33
12.	Imago <i>P. striolata</i> : (a) Normal; (b) Mengalami melanisasi	34

LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	<i>L. lecanii</i> pada Media PDA.....	42
2.	Kenampakan Mikroskopis <i>L. lecanii</i>	42
3.	<i>M. anisopliae</i> pada Media PDA.....	42
4.	Kenampakan Mikroskopis <i>M. anisopliae</i>	42
5.	Telur <i>P. striolata</i>	42

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Phyllotreta striolata (Fabricius) (Coleoptera: Chrysomelidae) merupakan hama penting pada tanaman famili Brassicaceae. *P. striolata* dilaporkan menjadi hama utama yang paling mempengaruhi produksi pakchoy dan beberapa sayuran lainnya di Luzon dan beberapa negara di Asia (Patricio dkk., 2005). Selain pakchoy, *P. striolata* juga dapat menyerang berbagai sayuran dari famili kubis-kubisan lain, seperti kubis, kubis bunga, sawi putih, radis, turnip, brokoli, kailan, dan lain-lain. Selain itu, famili lain yang juga dapat menjadi inang *P. striolata* ialah Amaranthaceae, Chenopodiaceae, Convolvulacea, dan Fabacea (Mayoori dan Mikuntan, 2009).

Imago *P. striolata* dapat memakan kotiledon dan daun pertama yang muncul sehingga mengakibatkan jaringan daun yang dimakan menjadi berlubang dan mengalami nekrosis (Knodel dan Olson, 2002). Serangan imago *P. striolata* pada daun mengakibatkan kerusakan di bagian kutikula daun yang ditandai dengan adanya lubang menyerupai “lubang tembakan”. Sedangkan pada serangan berat pada tanaman muda dapat menurunkan hasil panen bahkan membunuh tanaman inang. Kerusakan akibat serangan *P. striolata* pada tanaman sawi dapat mencapai 60,7 % (Mayoori dan Mikuntan, 2009).

Pengendalian *P. striolata* biasanya dilakukan menggunakan pengendalian kimia dengan menggunakan bahan kimia sintetis. Semakin seringnya penggunaan pestisida di lahan pertanian, maka lingkungan dan ekosistem di lahan pertanian tersebut akan semakin terganggu, contohnya adalah penurunan kualitas tanah pertanian akibat teracuni oleh residu zat yang ditimbulkan oleh pupuk dan pestisida kimia sehingga tanahnya menjadi keras dan lapisan olahannya menjadi dangkal. Selain itu, residu bahan kimia tersebut juga menyebabkan munculnya hama dan penyakit resisten yang tidak mempan lagi dengan semprotan pestisida kimia (Glio, 2015). Oleh karena itu, saat ini semakin berkembang cara-cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi penggunaan bahan kimia sintetis dalam bidang

pertanian. Salah satu adalah dengan menggunakan biopestisida yang berasal dari jamur entomopatogen untuk mengendalikan serangan hama.

Jamur entomopatogen merupakan jamur yang dapat menginfeksi serangga dengan cara masuk ke tubuh serangga inang melalui kulit, saluran pencernaan, spirakel dan lubang lainnya (Herdatiarni dkk., 2014). Beberapa jenis jamur entomopatogen yang sudah diketahui efektif mengendalikan hama penting tanaman adalah *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Nomuraea rileyi*, *Paecilomyces fumosoroseus*, *Aspergillus parasiticus*, dan *Verticillium lecanii* (Prayogo, 2006). Kelebihan penggunaan jamur entomopatogen sebagai pengendali populasi serangga hama adalah mempunyai kapasitas produksi yang tinggi, siklus hidup relatif pendek dan mampu membentuk spora yang tahan terhadap pengaruh lingkungan (Rosmayuningsih dkk., 2014).

Kerusakan yang diakibatkan serangan imago *P. striolata* pada tanaman caisim mencapai 94,45 % (Jayanti dkk., 2013). Pengendalian hama *P. striolata* menggunakan entomopatogen *M. anisopliae* pada konsentrasi kerapatan 10^3 , 10^4 dan 10^5 konidia/ml dapat meningkatkan produktivitas dari tanaman caisim dari 4,91 ton/ha menjadi 8,68 ton/ha pada konsentrasi 10^3 konidia/ml, 8,32 ton/ha pada konsentrasi 10^4 konidia/ml dan 9,08 ton/ha pada konsentrasi 10^5 konidia/ml (Hadi dkk., 2016). Akan tetapi, dalam penelitian tersebut masih belum ditemukan imago *P. striolata* yang terdapat gejala serangan dari kedua jamur entomopatogen.

Penelitian ini membahas tentang bagaimana patogenisitas jamur entomopatogen *Metarhizium anisopliae* dan *Lecanicillium lecanii* pada berbagai konsentrasi kerapatan yang berbeda terhadap hama *P. striolata*. Sehingga nantinya dapat diketahui konsentrasi kerapatan konidia pada masing-masing jamur entomopatogen yang efektif dalam menekan kerusakan akibat hama *P. striolata*.

1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh beberapa konsentrasi dari jamur entomopatogen *M. anisopliae* dan *L. lecanii* terhadap aktivitas makan, jumlah telur yang dihasilkan dan mortalitas dari imago *P. striolata*.

1.3 Manfaat

Penelitian ini bermanfaat untuk mendapatkan konsentrasi jamur entomopatogen *M. anisopliae* dan *L. lecanii* yang memiliki patogenisitas paling baik untuk menekan serangan dari hama *P. striolata*.

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah semakin tinggi kerapatan konidia kedua jamur entomopatogen, yaitu *M. anisopliae* dan *L. lecanii*, maka aktivitas makan dan jumlah telur yang dihasilkan imago *P. striolata* akan semakin menurun, sedangkan mortalitasnya akan semakin meningkat.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bioekologi *P. striolata*

P. striolata (Fabricius) (Coleoptera: Chrysomelidae) ditemukan pertama kali di Eurasia pada tahun 1801 dan saat ini telah tersebar di berbagai negara, antara lain: Holarctic region, India, Nepal, Thailand, Kamboja, Vietnam, China, Taiwan, Indonesia, Jepang, Korea (Kimoto, 2000 dalam Lee dkk., 2011). *P. striolata* dewasa berukuran kecil (± 2 mm), berwarna coklat kehitaman dengan sayap bergaris berwarna kuning-oranye pada bagian elytranya (Gambar 1) (Jayanti dkk., 2013). Selama siklus hidupnya, serangga ini dapat berada di daun tanaman dan juga perakaran tanaman.



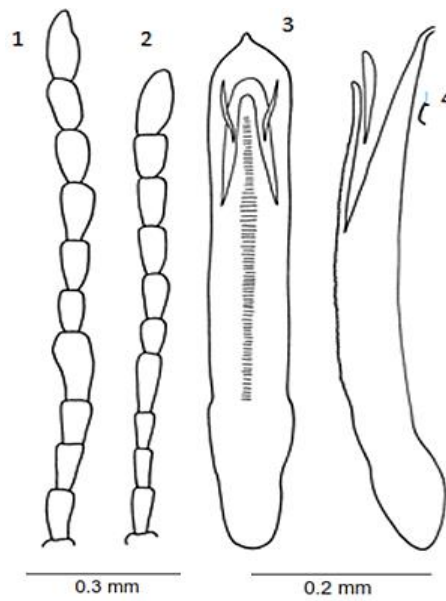
Gambar 1. Imago *P. striolata* (Knodel dan Olson, 2002).

P. striolata termasuk jenis hama yang memiliki daya makan yang tinggi sehingga dapat menimbulkan kerusakan yang cukup besar pada tanaman budidaya. *P. striolata* Jantan memiliki bentuk abdomen yang pendek meruncing, sedangkan betina memiliki bentuk abdomen panjang membulat (Gambar 2) (Tanse dkk., 2008 dalam Sultani, 2011).



Gambar 2. *P. striolata* : jantan (kiri), betina (kanan) (Lee dkk., 2011).

Selain bentuk abdomennya, perbedaan antara jantan dan betina dapat dilihat dari bentuk antenanya. Pada *P. striolata* jantan, antenanya lebih panjang jika dibandingkan dengan betina (Gambar 3).



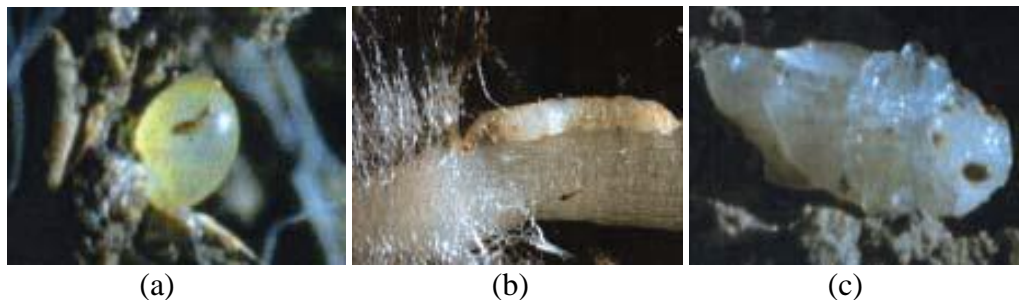
Gambar 3. Antena *P. striolata* : (1) jantan, (2) betina; dan Aedeagus *P. Striolata* : (3) jantan, (4) betina (Lee dkk., 2011).

P. striolata dapat menyerang berbagai sayuran dari famili kubis-kubisan, seperti kubis, kubis bunga, sawi putih, radis, turnip, brokoli, kailan, dan lain-lain. Selain itu, famili lain yang juga dapat menjadi inang *P. striolata* ialah Amaranthaceae, Chenopodiaceae, Convolvulacea, dan Fabacea (Mayoori dan Mikuntan, 2009). Hama ini aktif menyerang pada suhu hangat, kering dan pada kondisi yang tidak terlalu berangin. Biasanya hanya dua generasi imago saja yang muncul dalam satu musim (Burgess, 1977 dalam Sultani, 2011).

2.2 Siklus Hidup

P. striolata tergolong ke dalam serangga yang memiliki siklus hidup holometabola. Betina menghasilkan telur dengan bentuk panjang, berwarna kuning dan berukuran kecil sekitar 0,4 mm (Gambar 4a) yang diletakkan di dasar tanaman inang. Larvanya memiliki warna putih dengan kepala yang berwarna

coklat (Gambar 4b). Larva akan menyerang rambut akar selama 3 sampai 4 minggu sehingga menyebabkan kerusakan dan menghambat pertumbuhan tanaman. Larva dewasa memiliki panjang 6 mm dengan 3 pasang kaki pada bagian thorax. Pupa dari *Phyllostreta* berwarna putih dengan panjang 2,4 mm (Gambar 4c) (Knodel dan Olson, 2002).



Gambar 4. *P. striolata* : (a) telur, (b) larva, (c) pupa (Knodel dan Olson, 2002).

P. striolata membutuhkan waktu selama 14-28 hari untuk menyelesaikan satu siklus hidupnya. Fase telur menjadi larva membutuhkan waktu 3-5 hari, fase prapupa terjadi selama 1-3 hari dan fase pupa terjadi sekitar 8-7 hari. Untuk fase larva sendiri *P. striolata* melalui 3 instar, yaitu instar 1 yang berlangsung 2-4 hari, instar 2 berlangsung antara 3-5 hari dan instar 3 yang berlangsung 2-5 hari. Larva akan aktif makan pada saat memasuki instar 2 dan akan berhenti makan pada saat memasuki fase prapupa. Rata-rata suhu yang mendukung untuk perkembangbiakan *P. striolata* mulai dari telur sampai imago adalah 28 °C dengan kelembaban 66,5 % (Patricio dkk., 2005).

2.3 Gejala Serangan

Gejala khas dari serangan dari hama *P. striolata* adalah adanya lubang-lubang kecil (perforasi) berbentuk bundar atau sedikit lonjong (Gambar 5). Selain itu, hama tersebut juga menyebabkan bintik kekuningan pada daun dan menurunkan kualitas daun sawi. Serangan berat mengakibatkan daun berlubang atau berbintik kuning dan selanjutnya akan mengering (Mayoori dan Mikuntan, 2009). Serangan berat kadang-kadang terjadi pada keadaan panas. Biasanya hama *P. striolata* merusak tanaman kubis-kubisan mulai di persemaian/sebelum tanam

sampai tanaman berumur 1–7 minggu, bila tanaman sudah tua (menjelang panen) serangan *P. striolata* relatif rendah (Jayanti dkk., 2013).



Gambar 5. Gejala Serangan Imago *P. striolata* (Hau, 2017).

Hama ini dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman kanola hingga mencapai 52,6%, tanaman radis mencapai 62,5%, dan pada tanaman sawi dapat mencapai 60,7% (Mayoori dan Mikuntan, 2009). Dari hasil uji preferensi *P. striolata* (uji pilihan/*choice*), pakchoy merupakan tanaman inang yang paling disukai dan dapat menyebabkan kerusakan sampai dengan 73,75% berbeda nyata dengan tanaman lainnya seperti sawi putih dengan kerusakan mencapai 13,75% dan kubis bunga sebesar 10,75%. Tanaman kubis merupakan tanaman inang yang paling tidak disukai/dipilih oleh *P. striolata* (Jayanti dkk., 2013).

2.4 Jamur Entomopatogen

Jamur entomopatogen merupakan salah satu jenis bioinsektisida yang dapat digunakan untuk mengendalikan hama tanaman. Beberapa jenis jamur entomopatogen yang sudah diketahui efektif mengendalikan hama penting tanaman adalah *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Nomuraea rileyi*, *Paecilomyces fumosoroseus*, *Aspergillus parasiticus*, dan *Verticillium lecanii* (Prayogo, 2006). Keuntungan penggunaan cendawan entomopatogen antara lain relatif aman, kapasitas reproduksi tinggi, siklus hidup pendek, bersifat selektif, kompatibel dengan pengendalian lainnya, relatif murah diproduksi dan kemungkinan menimbulkan resistensi kecil atau lambat. Cendawan

entomopatogen dapat membentuk spora yang bertahan lama, bahkan dalam kondisi yang tidak menguntungkan sekalipun (Trizelia, 2005).

Inokulum jamur yang menempel pada tubuh serangga inang akan berkecambah dan berkembang membentuk tabung kecambah, kemudian masuk menembus kulit tubuh. Penembusan dilakukan secara mekanis dan atau kimiawi dengan mengeluarkan enzim atau toksin. Jamur akan berkembang dalam tubuh inang dan menyerang seluruh jaringan tubuh, sehingga serangga mati. Miselia jamur menembus ke luar tubuh inang, tumbuh menutupi tubuh inang dan memproduksi konidia (Herdatiarni dkk., 2014). Konidia merupakan salah satu organ infektif (*propagule*) jamur yang menyebabkan infeksi pada integumen serangga yang diakhiri dengan kematian. Oleh karena itu, konidia jamur tersebut perlu dilindungi waktu diaplikasikan, baik dengan bahan perekat maupun bahan pembawa sehingga pengaruh buruk tersebut dapat diminimalisir (Prayogo, 2006).

2.5 Faktor yang Mempengaruhi Efektivitas Jamur Entomopatogen

Faktor yang mempengaruhi keefektivan jamur entomopatogen (Prayogo, 2006) adalah sebagai berikut :

1. **Jenis hama sasaran** : Melalui identifikasi akan diketahui jenis hama sasaran, perilaku hama, tindakan pengendalian yang diperlukan, dan kapan tindakan pengendalian perlu dilakukan. Dengan mengetahui hama yang menyerang tanaman, secara tidak langsung dapat diketahui pula jenis jamur entomopatogen yang sesuai untuk tindakan pengendalian, karena setiap jenis jamur entomopatogen mempunyai inang yang spesifik.
2. **Waktu aplikasi** : Keefektivan jamur entomopatogen dipengaruhi oleh waktu aplikasi. Oleh karena itu, bila jamur diaplikasikan pada musim kemarau perlu dihindarkan dari sinar matahari langsung dan sebaiknya aplikasi dilakukan pada saat kelembapan udara tinggi (sore hari). Keberhasilan aplikasi jamur entomopatogen pada musim hujan belum pernah dilaporkan.

3. **Konsentrasi aplikasi** : Keberhasilan pengendalian hama dengan jamur entomopatogen juga ditentukan oleh konsentrasi jamur yang diaplikasikan, yaitu kerapatan konidia dalam setiap mililiter air. Jumlah konidia berkaitan dengan banyaknya biakan jamur yang dibutuhkan setiap hektar.

Pada tanaman pangan, kerapatan konidia yang dibutuhkan lebih tinggi dibandingkan dengan pada tanaman perkebunan. Hal ini karena tanaman pangan bersifat semusim, sehingga sekali aplikasi jamur harus mampu menginfeksi dan mengkolonisasi serangga hama sasaran. Oleh karena itu, kerapatan konidia yang dibutuhkan lebih tinggi.

4. **Frekuensi aplikasi** : Keefektifan cendawan entomopatogen dalam pengendalian hama juga ditentukan oleh frekuensi aplikasi. Hal ini karena konidia yang diaplikasikan pada tahap awal (yang belum mampu menginfeksi hama sasaran) perlu digantikan oleh konidia yang diaplikasikan pada tahap selanjutnya.

Frekuensi aplikasi dipengaruhi oleh kondisi cuaca, seperti curah hujan, angin, dan sinar matahari. Aplikasi juga perlu memperhatikan stadia serangga hama di lapangan yang saling tumpang tindih (tidak seragam). Perubahan stadia instar (nimfa) akan mengakibatkan perubahan perilaku serangga yang akhirnya berpengaruh pada frekuensi aplikasi.

5. **Penambahan perekat** : Keberhasilan konidia cendawan entomopatogen menempel pada integumen serangga akan menentukan proses infeksi lebih lanjut yaitu proliferasi dalam organ yang diakhiri dengan kematian serangga. Proses infeksi dapat mengalami kegagalan baik karena faktor internal (viabilitas jamur entomopatogen) maupun faktor eksternal seperti perubahan stadia instar (nimfa) dan lingkungan (angin, sinar matahari, dan hujan).

2.6 Manfaat Jamur Entomopatogen

Beberapa kelebihan pemanfaatan jamur entomopatogen dalam mengendalikan hama antara lain mempunyai kapasitas reproduksi yang tinggi, siklus hidupnya pendek, relatif aman, bersifat selektif, relatif mudah diproduksi, kemungkinan menimbulkan terjadinya resistensi hama sangat kecil dan dapat membentuk spora yang mampu bertahan dalam waktu yang lama di alam walaupun pada kondisi yang tidak menguntungkan (Prayogo, 2004).

Pemanfaatan jamur entomopatogen sebagai upaya pengendalian hama dapat dikatakan sangat efektif. Hal tersebut dikarenakan setelah beberapa jenis jamur dilakukan uji infeksi ulang terhadap ulat grayak *Spodoptera litura*, mortalitas serangga uji rata-rata diatas 60% bahkan efektivitas jamur, *Nomuraea rileyi* dalam uji tersebut mencapai 100% (Prayogo, 2004).

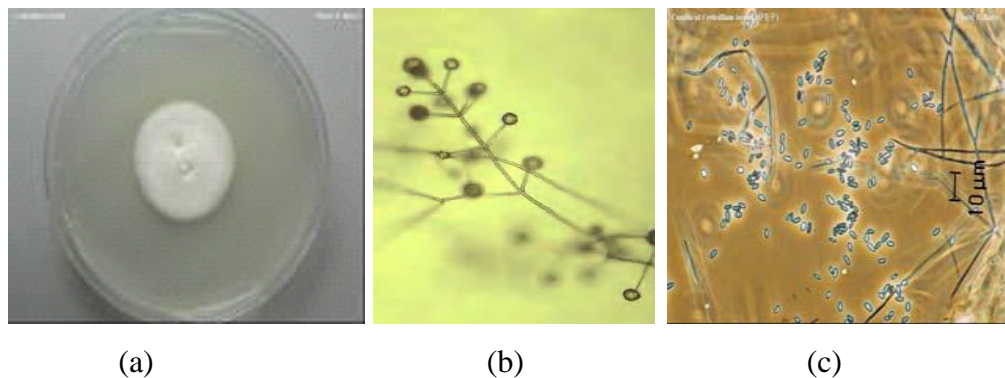
2.7 Jamur *L. lecanii*

Bioekologi

L. lecanii pertama kali ditemukan pada tahun 1898 oleh Zimmermann dengan nama *Cephalosporium lecanii*. Berdasarkan studi kisaran inang tahun 1939, berubah nama menjadi *Verticillium lecanii*. Berdasarkan pengamatan morfologi dan analisis molekuler cendawan tersebut hingga saat ini diberi nama *Lecanicillium lecanii* (Khaerati dan Indriati, 2015).

L. lecanii masuk ke dalam Kingdom: Fungi, Filum: Ascomycota, Subfilum: Pezizomycotina, Kelas: Sordariomycetes, Ordo: Hypocreales, Famili: Clavicipitaceae, Genus : *Lecanicillium* dan Spesies : *Lecanicillium lecanii* (Zare dan Gams, 2001 dalam Shinde dkk., 2010).

Koloni cendawan *L. lecanii* berwarna putih (Gambar 6a), berukuran 3,3 x 2,8 cm, tumbuh pada suhu 23 °C (Shinde dkk., 2010). Konidiofor berbentuk seperti fialid (whorls) seperti huruf V (Gambar 6b), setiap konidiofor memproduksi 5-10 konidia yang terbungkus dalam kantong lendir (Aiuchi dkk., 2007). Bentuk konidia berupa silinder hingga elips, terdiri dari satu sel, tidak berwarna (hialin), berukuran 1,9-2,2 x 5,0-6,1 µm (Gambar 6c). Hifa tidak berwarna (hialin) dengan diameter 2,8 µm (Shinde dkk., 2010).



Gambar 6. *L. lecanii* : (a) Koloni pada media PDA, (b) Konidiofor, (c) Konidia (Shinde dkk., 2010)

Jamur yang tergolong dalam kelompok entomopatogen, yaitu cendawan *L. lecanii* yang memiliki kisaran inang cukup luas dan bersifat kosmopolit sehingga mudah ditemukan diberbagai tempat baik tropis maupun subtropis. Jamur *L. lecanii* memiliki toksin *dipicolinic acid* sehingga sangat toksik terhadap serangga inang (Prayogo, 2009). Jamur *L. lecanii* menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang bersifat toksin. Senyawa metabolit sekunder terdiri atas enzim hidrolitik seperti protease, kitinase dan lipase (Hasan dkk., 2013).

Jamur *L. lecanii* rentan terhadap paparan sinar matahari, khususnya sinar pendek (ultraviolet). Pemaparan sinar matahari selama 12 jam penuh dapat mengakibatkan terjadinya penurunan viabilitas jamur sebesar 78%. Sedangkan pemaparan sinar matahari selama 10 jam dapat menurunkan viabilitas jamur sebesar 73%. Hal ini mengindikasikan bahwa untuk aplikasi jamur *L. lecanii* perlu diperhatikan waktu yang sesuai guna melindungi viabilitasnya (Prayogo, 2004).

Kisaran Inang

Patogenitas *L. lecanii* mampu menginfeksi beberapa jenis serangga inang meliputi Ordo Orthoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Thysanoptera dan Coleoptera. *L. lecanii* mampu menginfeksi semua stadia serangga (kepek coklat) mulai stadia telur, nimfa maupun imago (Prayogo, 2011).

Gejala Serangan

Gejala dari serangga yang terinfeksi oleh jamur *L. lecanii* adalah serangga yang mati dalam beberapa hari tubuhnya mengeras dan kaku karena cairan tubuhnya telah habis digunakan untuk perkembangan jamur di dalam tubuh serangga. Selain itu, serangga yang mati juga dijumpai bagian tubuh yang menghitam (Khoiroh dkk., 2014).

Jamur aktif menginfeksi serangga inang dalam keadaan lembab dengan temperatur rata-rata 25 °C dan kelembaban di pagi hari yang mencapai 96% (Prayogo, 2004).

Mekanisme Infeksi

L. lecanii menginfeksi inangnya dengan dua cara yaitu secara mekanik dan enzim hidrolitik untuk dapat menembus integumen serangga dan dinding sel cendawan patogen (Goettel dkk., 2008). Umumnya jamur entomopatogen *L. lecanii* menginfeksi inang dengan konidia membentuk tabung kecambah untuk menembus kutikula, atau berkecambah di atas permukaan kutikula. Tabung kecambah yang terbentuk akan berkembang membentuk apresorium yang berfungsi untuk menempelkan organ infeksi pada permukaan inang. Tabung kecambah yang terbentuk dengan cepat dan memiliki ukuran yang besar diduga akan semakin besar pula peluang inang dapat dipenetrasi oleh jamur karena permukaan inang lebih cepat dihidrolisis oleh enzim yang dihasilkan oleh jamur (Prayogo, 2009)..

Efektivitas

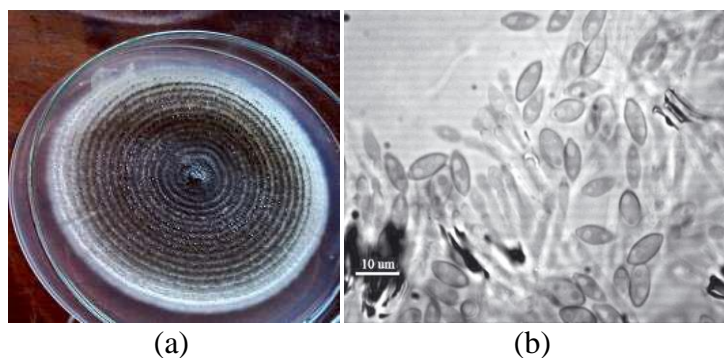
Efektivitas dari jamur *L. lecanii* dapat dikatakan sama atau mendekati dari efektivitas insektisida Deltametrin. Hal tersebut dapat dibuktikan melalui perhitungan jumlah tusukan dari hama *Riptortus linearis*. Dimana jumlah tusukan pada biji dari hama yang diaplikasikan insektisida Deltametrin sebanding dengan hama yang diaplikasikan jamur *L. Lecanii*. Selain itu, *L. lecanii* yang diisolasi dari walang sangit (*Leptocoriza acuta*) efektif terhadap hama pengisap polong kedelai *Riptortus linearis* dengan menyebabkan mortalitas yang cukup tinggi dan biji yang rusak relatif rendah. Jamur *L. lecanii* juga dapat mengkolonisasi telur *Riptortus linearis* sehingga banyak telur yang tidak menetas (Prayogo, 2004).

2.8 Jamur *M. anisopliae*

Jamur *M. anisopliae* merupakan jamur yang bersifat entomopatogen dan dapat dijadikan salah satu bio-insektisida, khususnya bagi hama jenis belalang dan kumbang pengerek.

Bioekologi

Pertumbuhan jamur *M. anisopliae* pada cawan petri yang berisi media PDA ditunjukkan dengan adanya hifa berwarna putih yang diinkubasi pada suhu ruang selama 5-7 hari hingga berbentuk spora berwarna hijau tua (Gambar 7a), lalu pertumbuhannya akan memenuhi cawan petri selama 25 hari. Bentuk konidia jamur ini terlihat adanya konsentris yang mengelilingi cawan petri. Secara mikroskopis, miselium jamur *M. anisopliae* bersekat dan sporanya berbentuk silinder atau lonjong (Rosmayuningsih dkk., 2014) (Gambar 7b) Konidiofor dan phialidae memiliki dimensi 4-13.5 x 1.4-2.6 μm dan 6,3-13,5 x 1,8-3,6 μm . Konidiana berbentuk bulat atau oval dengan ukuran 2.5-3.5 x 2.5-7 μm (Ghayedi, dan Abdollahi, 2013).



Gambar 7. *M. anisopliae* : (a) Biakan murni (Rosmayuningsih dkk., 2014); (b) Konidia (Ghayedi dan Abdollahi, 2013).

Suhu dan kelembaban sangat mempengaruhi pertumbuhan jamur *M. anisopliae* terutama untuk pertumbuhan dan perkecambahan konidia serta patogenesisnya. Batasan suhu untuk pertumbuhan jamur antara 5-35 °C, pertumbuhan optimal terjadi pada suhu 23-25 °C. Konidia akan tumbuh dengan baik dan maksimum pada kelembaban 80-92% (Burges dan Hussey, 1971). Jamur *M. anisopliae* dapat hidup dengan baik di daerah kering sehingga dapat

mempermudah dalam aplikasinya yang dilakukan petani guna membunuh serangga atau organisme antagonis (Soenandar dan Tjachjono, 2012).

Kisaran Inang

M. anisopliae telah lama digunakan sebagai agen hayati dan dapat menginfeksi beberapa jenis serangga, antara lain dari ordo Coleoptera, Lepidoptera, Homoptera, Hemiptera, dan Isoptera. Jamur ini pertama kali digunakan untuk mengendalikan hama kumbang kelapa lebih dari 85 tahun yang lalu, dan sejak itu digunakan di beberapa negara termasuk Indonesia (Gabriel dan Riyanto 1989 dalam Prayogo dkk., 2005).

Gejala Serangan

Pada stadium awal infeksi oleh jamur, serangga atau larva serangga yang terinfeksi oleh jamur tidak memperlihatkan gejala. Gejala yang terlihat hanya tampak beberapa titik nekrotik pada lokasi penetrasi hifa ditubuh serangga atau larva. Pada fase selanjutnya, menunjukkan gejala terserang infeksi. Gejala tersebut antara lain menjadi gelisah, kurang aktif, aktivitas makan menurun dan kehilangan kemampuan koordinasi (Miranti dkk., 2008). Serangga yang sepenuhnya terinfeksi oleh jamur *M. anisopliae* dapat terlihat dari tubuh serangga yang mengeras seperti mumi dan terlihat adanya pertumbuhan hifa berwarna putih, dan diikuti pertumbuhan spora berwarna hijau (Rosmayuningsi dkk., 2014).

Mekanisme Infeksi

M. anisopliae dapat menembus ke jaringan atau kutikula serangga. Mekanisme penetrasi *M. anisopliae* pada kutikula serangga dapat digolongkan menjadi empat tahap sebagai berikut (Soenandar dan Tjachjono, 2012) :

1. Kontak antar propagul jamur dengan tubuh serangga.
2. Proses penempelan dan perkecambahan propagul jamur pada integumen serangga.
3. Penetrasi dan invasi. Saat penetrasi menembus integumen, jamur dapat membentuk tabung kecambah (appresorium). Titik penetrasi sangat dipengaruhi oleh konfigurasi morfologi integumen. Penembusan dilakukan secara mekanis atau kimiawi dengan mengeluarkan enzim dan toksin.

4. Destruksi di titik penetrasi dan terbentuknya blastospora. Setelah itu, spora akan beredar ke dalam haemolymph dan membentuk hifa sekunder untuk menyerang jaringan lainnya. Karena itu, seluruh jaringan dan cairan tubuh serangga biasanya habis digunakan oleh jamur, sehingga serangga mati dengan tubuh yang mengeras.

Efektivitas

Pada kerapatan konidia 10^7 , jamur *M. anisopliae* dapat membunuh nematoda parasit *Heterodera avenae* dengan persentase mortalitas sebesar 47,1% (Ghayedi dan Abdollahi, 2013). Sedangkan pada hama ulat grayak *Spodoptera litura*, aplikasi jamur *M. anisopliae* dapat mengakibatkan mortalitas sampai dengan 83% tergantung dari frekuensi aplikasi. Dimana, aplikasi jamur entomopatogen perlu dilakukan lebih dari satu kali, apalagi bila serangga hama mempunyai siklus hidup yang terdiri atas beberapa stadia instar seperti *Spodoptera litura*. Aplikasi berulang diperlukan pula untuk mengantisipasi faktor lingkungan yang kurang mendukung sehingga tingkat keberhasilannya rendah (Prayogo dkk., 2005).

III. METODE PELAKSANAAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengendalian Hayati 2 dan Rumah Kawat Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya (HPT FP UB), Malang. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Januari sampai Mei 2018.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Autoclave, LAFC (*Laminar Air Flow Cabinet*), fermentor, cawan petri, pinset, mikroskop, kaca preparat dan cover glass, tabung reaksi, tabung erlemeyer, botol media, gelas ukur, mikropipet, lup, bunsen, jarum ose, Haemocytometer, *polybag*, *hand sprayer*, kamera, alat tulis dan sangkar perbanyak berbentuk tabung dengan diameter 25 cm dan tinggi 70 cm.

Bahan yang digunakan adalah aquades steril, media tanam tanah : kompos : pupuk kandang dengan perbandingan 1:1:1, media PDA (*Potato Dextrose Agar*), media EKG (Ekstrak Kentang Gula), alkohol 90%, spirtus, chloramfenikol, plastik wrap, alumunium foil, kertas label, tanaman caisim, imago *P. striolata*, isolat murni jamur entomopatogen *M. anisopliae* dan *L. lecanii*.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 9 perlakuan, yaitu: Kontrol, *L. lecanii* konsentrasi 10^6 konidia/ml (P1), *L. lecanii* konsentrasi 10^7 konidia/ml (P2), *L. lecanii* konsentrasi 10^8 konidia/ml (P3) dan *L. lecanii* konsentrasi 10^9 konidia/ml (P4), *M. anisopliae* konsentrasi 10^6 konidia/ml (P5), *M. anisopliae* konsentrasi 10^7 konidia/ml (P6), *M. anisopliae* konsentrasi 10^8 konidia/ml (P7), *M. anisopliae* konsentrasi 10^9 konidia/ml (P8),. Masing-masing perlakuan tersebut diulang sebanyak 3 kali.

Setiap perlakuan dilakukan dengan cara menginfestasikan 10 ekor imago *P. striolata* (5 pasang) dan daun caisim. Aplikasi jamur entomopatogen dilakukan dengan metode kontak, yaitu dengan cara menyemprotkan suspensi jamur pada serangga uji dengan menggunakan botol semprot (Kassa dkk., 2004).

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Perbanyakan *P. striolata*

Perbanyakan imago *P. striolata* dilakukan dengan cara mengambil beberapa imago *P. striolata* dari lahan tanaman caisim yang ada di daerah Batu, tepatnya di desa Junrejo. *P. striolata* yang didapatkan kemudian dipelihara pada 4 sangkar perbanyakan yang ada di dalam Rumah Kawat HPT FP UB. Sebagai pakannya, digunakan tanaman pakchoy yang berumur 25 hari setelah tanam. Dalam satu sangkar perbanyakan berisi 1 tanaman pakchoy dan 60 ekor imago.

Setelah 2 minggu, larva dan pupa yang ada dalam sangkar diambil dan dipindahkan ke dalam 4 sangkar baru. Kemudian proses perbanyakan dilakukan dengan menggunakan 8 sangkar dan dilakukan sampai mendapatkan jumlah imago *P. striolata* yang dibutuhkan (Barus, 2017).

Apabila jumlah sudah mencukupi, imago *P. striolata* dipisahkan berdasarkan jenis kelaminnya dan dipelihara dalam kantong plastik untuk kemudian digunakan sebagai bahan penelitian.

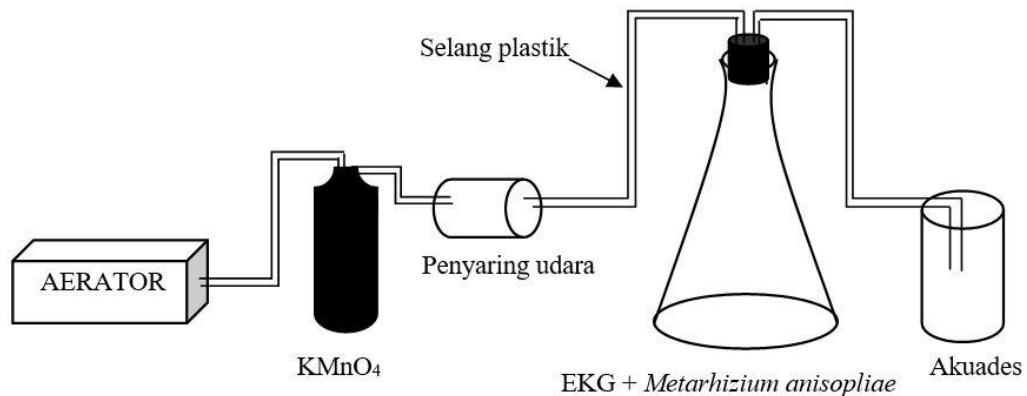
1.4.2 Perbanyakan Entomopatogen *M. anisopliae* dan *L. lecanii*

3.4.2.1 Pembuatan Suspensi jamur *M. anisopliae* dan *L. lecanii*

Pembuatan suspensi jamur *M. anisopliae* dan *L. lecanii* dilakukan dengan menggunakan isolat yang berasal dari PPAH (Pos Pelayanan Agens Hayati) Pasuruan. Isolat tersebut terlebih dahulu diperbanyak pada media PDA di beberapa cawan petri sampai miselium memenuhi seluruh permukaan cawan petri. Setelah itu, miselium jamur diambil dengan cara menambahkan 10 ml aquades steril ke dalam petri kemudian dilakukan pengambilan miselium dengan menggunakan jarum ose hingga seluruh

miselium terambil. Setelah itu, miselium tersebut dimasukkan ke dalam tabung erlemeyer 500 ml yang berisi media EKG.

Proses perbanyak kemudian dilakukan dengan metode aerasi selama 8 hari. Desain dari fermentor sederhana yang digunakan dalam proses perbanyak adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Desain fermentor sederhana (Ulya dkk., 2016).

3.4.2.2 Penghitungan kerapatan konidia

Jamur entomopatogen yang telah diperbanyak kemudian diambil 1 ml dan ditetaskan pada Haemocytometer. Penghitungan kerapatan konidia dilakukan dibawah mikroskop binokuler dengan perbesaran 10x. Penghitungan kerapatan konidia dihitung dengan menggunakan rumus Budi dkk. (2013) sebagai berikut :

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

Keterangan :

C : Kerapatan spora per ml larutan

t : Jumlah total spora dalam kotak sampel yang diamati

n : Jumlah kotak sampel (5 kotak besar x 16 kotak kecil)

0,25 : Faktor koreksi penggunaan kotak sampel skala kecil pada haemocytometer

Setelah itu dilakukan standarisasi untuk mendapatkan jumlah kerapatan konidia yang diinginkan, yaitu 1×10^9 konidia/ml dengan menggunakan rumus Ulya dkk., 2016 sebagai berikut :

$$V1 \times N1 = V2 \times N2$$

Keterangan :

V1 : Volume larutan stok (ml)

N1 : Konsentrasi larutan stok (konidia/ml)

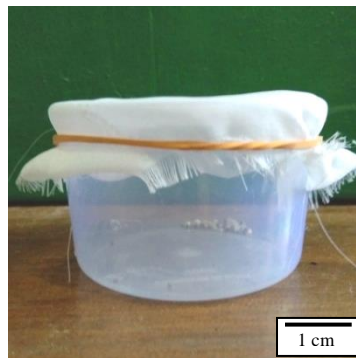
V2 : Volume larutan yang diharapkan (ml)

N2 : Konsentrasi larutan yang diharapkan (konidia/ml)

Untuk mendapatkan jamur dengan kerapatan 1×10^8 , 1×10^7 dan 1×10^6 konidia/ml dilakukan pengenceran dengan cara mengambil 1 ml suspensi jamur 1×10^9 konidia/ml dan ditambahkan 10 ml aquades steril. Pengenceran dilakukan hingga mendapatkan kerapatan yang diinginkan.

3.4.3 Aplikasi Pada Imago *P. striolata*

Suspensi jamur yang telah didapatkan diletakkan dalam 9 botol semprot sesuai dengan masing-masing konsentrasi kerapatannya. Kemudian, 10 ekor (5 pasang) imago *P. striolata* dan daun pakan (caisim ukuran 5 x 5 cm) diletakkan dalam wadah aplikasi (diameter 5 cm dan tinggi 3 cm) (Gambar 9) kemudian ditutup dengan menggunakan kain kasa.



Gambar 2. Wadah Aplikasi



Gambar 3. Botol Semprot untuk Aplikasi

Aplikasi dilakukan dengan cara menyemprot daun dan imago yang ada di dalam wadah perlakuan dengan menggunakan botol semprot (diameter 3 cm dan tinggi 15 cm) (Gambar 10). Masing-masing perlakuan diaplikasikan sebanyak 2 ml (10 semprot). Sedangkan untuk kontrol, diaplikasikan aquades steril dengan jumlah yang sama.

3.4.4 Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.4.4.1 Penghambatan Aktivitas Makan Imago *P. striolata*

Pengamatan daya makan imago *P. striolata* dilakukan dengan cara menghitung bobot awal dan bobot akhir dari daun caisim berukuran 5 x 5 cm selama 2, 4, 6, 12, 24 dan 48 jam setelah aplikasi. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus dari Prijono (2005) :

$$\text{Daya Makan: } \frac{B_0 - B_1}{B_0} \times 100\%$$

Keterangan:

B₀ : Berat awal daun (gram)

B₁ : Berat akhir daun (gram)

3.4.4.2 Jumlah Telur yang Dihasilkan

Pengamatan telur *P. striolata* dilakukan setiap hari selama 2 minggu setelah aplikasi dengan menghitung total jumlah telur yang diletakkan oleh imago *P. striolata* setelah perlakuan dengan bantuan lup dan Handcounter. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan reproduksi serangga *P. striolata* (Gepy dkk., 2013).

3.4.4.3 Mortalitas Imago *P. striolata*

Mortalitas dapat dilihat dari berapa total hama yang mati akibat perlakuan. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 2 minggu setelah aplikasi. Perhitungan mortalitas dapat dilakukan dengan rumus Rustama (2008) sebagai berikut :

$$M = \frac{\sum n}{\sum N} \times 100\%$$

Keterangan :

- M : Mortalitas yang dicari (%)
- n : Jumlah *P. striolata* yang mati akibat infeksi jamur (ekor)
- N : Jumlah *P. striolata* yang diuji (ekor)

Apabila ditemukan *P. striolata* yang mati pada perlakuan kontrol dengan syarat kurang dari 20%, maka data mortalitas *P. striolata* dikoreksi dengan menggunakan rumus (Abbot, 1925 dalam Budi dkk., 2013), sebagai berikut:

$$Pt = \frac{P0 - Pc}{100 - Pc} \times 100\%$$

Keterangan :

- Pt : % banyaknya *P. striolata* mati setelah koreksi
- P0 : % banyaknya *P. striolata* mati setelah perlakuan
- Pc : % banyaknya *P. striolata* mati setelah kontrol

Pada pengamatan mortalitas, juga dihitung *Median Lethal Time* (LT 50) dari imago *P. striolata* untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan masing-masing jamur entomopatogen pada konsentrasi yang berbeda untuk mematikan 50% serangga uji. Pengamatan dilakukan dengan mencatat waktu kematian dari imago *P. striolata* selama 14 hari.

3.4.5 Analisis Data Pengamatan

Data pengamatan akan dianalisis menggunakan sidik ragam dan uji F dengan taraf 5%. Apabila hasilnya berbeda nyata, maka akan dilakukan uji lanjutan dengan Uji Duncan (DMRT) dengan taraf 5%. Sedangkan untuk LT 50, dilakukan perhitungan analisis probit dengan menggunakan aplikasi SPSS 20.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Berbagai Macam Konsentrasi Kerapatan Konidia dari Jamur Entomopatogen *M. anisopliae* dan *L. lecanii* terhadap Penghambatan Aktivitas Makan, Jumlah Telur yang Dihasilkan dan Mortalitas Imago *P. striolata*

4.1.1 Penghambatan Aktivitas Makan imago *P. striolata*

Pada kontrol, aktivitas makan imago *P. striolata* tidak terhambat yang ditandai dengan nilai persentase penghambatan aktivitas makan sebesar 0,00%. Pada perlakuan jamur entomopatogen *M. anisopliae*, rerata persentase penghambatan aktivitas makan terendah terdapat pada perlakuan dengan konsentrasi 10^6 konidia/ml, yaitu sebesar 33,10% dan rerata persentase penghambatan aktivitas makan tertinggi terdapat pada konsentrasi 10^9 konidia/ml, yaitu sebesar 56,75%. Sedangkan pada perlakuan jamur entomopatogen *L. lecanii*, rerata persentase penghambatan makan terendah terdapat pada konsentrasi 10^6 konidia/ml, yaitu sebesar 39,44% dan tertinggi terdapat pada konsentrasi 10^9 konidia/ml 53,95%. Data hasil perhitungan persentase penghambatan aktivitas makan imago *P. striolata* setelah aplikasi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata Persentase Penghambatan Aktivitas Makan Imago *P. striolata*

Perlakuan	Rerata Penghambatan Makan (%) \pm SD
Kontrol (Aquades steril)	0,00 a \pm 0,00
P1 (<i>L. lecanii</i> konsentrasi 10^6 konidia/ml)	39,44 b \pm 7,99
P2 (<i>L. lecanii</i> konsentrasi 10^7 konidia/ml)	43,20 bc \pm 14,32
P3 (<i>L. lecanii</i> konsentrasi 10^8 konidia/ml)	45,53 bcd \pm 10,61
P4 (<i>L. lecanii</i> konsentrasi 10^9 konidia/ml)	53,95 d \pm 21,12
P5 (<i>M. anisopliae</i> konsentrasi 10^6 konidia/ml)	33,10 bcd \pm 24,40
P6 (<i>M. anisopliae</i> konsentrasi 10^7 konidia/ml)	36,71 bcd \pm 18,85
P7 (<i>M. anisopliae</i> konsentrasi 10^8 konidia/ml)	43,44 bcd \pm 2,36
P8 (<i>M. anisopliae</i> konsentrasi 10^9 konidia/ml)	56,75 cd \pm 9,68

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata menurut uji Duncan ($P > 0,05$); Data ditransformasi dengan akar kuadrat.

Berdasarkan hasil perhitungan analisis ragam, aplikasi kedua jamur entomopatogen pada imago *P. striolata* memberikan pengaruh yang nyata apabila dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Hal tersebut menunjukkan bahwa aplikasi jamur entomopatogen dapat mengurangi aktivitas makan dari imago *P. striolata*. Perlakuan jamur entomopatogen dapat menurunkan daya makan imago *P. striolata* karena jamur entomopatogen dapat mengeluarkan senyawa-senyawa yang dapat mengganggu sistem pencernaan dari serangga inang. Menurut Widiyanti dan Muyadihardja (2004), jamur entomopatogen dapat menghasilkan endotoksin yang mematikan yaitu destruxins yang menyebabkan kelumpuhan dan kematian pada serangga. Efek destruxin berpengaruh pada organel target yaitu mitokondria, retikulum endoplasma dan membran nukleus yang menyebabkan parasitis sel dan kelainan fungsi terhadap lambung tengah, tubulus malphigi, hemocit dan jaringan otot serangga inang.

Pada perlakuan jamur entomopatogen *L. lecanii* konsentrasi 10^6 , 10^7 dan 10^8 konidia/ml tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap penghambatan aktivitas makan dari imago *P. striolata*. Artinya, ketiga konsentrasi tersebut memiliki kemampuan yang sama dalam menghambat aktivitas makan dari imago *P. striolata*. Sedangkan, perbedaan yang nyata terlihat pada perlakuan dengan konsentrasi 10^9 konidia/ml dengan nilai rerata penghambatan sebesar 56,75%. Sehingga dapat dikatakan bahwa pada perlakuan jamur entomopatogen *L. lecanii*, konsentrasi yang paling baik dalam menghambat aktivitas makan dari imago *P. striolata* adalah pada konsentrasi 10^9 konidia/ml.

Pada perlakuan jamur entomopatogen *M. anisopliae*, konsentrasi 10^6 , 10^7 , 10^8 dan 10^9 konidia/ml tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap aktivitas makan dari imago *P. striolata*, yang ditunjukkan dengan adanya kesamaan notasi pada hasil perhitungan uji lanjut Duncan. Hal tersebut menyatakan bahwa jamur entomopatogen *M. anisopliae* pada masing-masing konsentrasi kerapatan konidia yang berbeda memiliki kemampuan yang sama dalam menghambat aktivitas makan dari imago *P. striolata*.

Akan tetapi, secara keseluruhan terlihat bahwa berdasarkan nilai rerata persentase penghambatan aktivitas makan imago *P. striolata*, semakin tinggi konsentrasi kerapatan konidia yang digunakan, maka aktivitas makan dari imago *P. striolata* akan semakin terhambat/berkurang. Hal tersebut terjadi karena jamur entomopatogen dapat mengganggu sistem pencernaan dari serangga inang sehingga nafsu makan serangga setelah aplikasi jamur entomopatogen menjadi berkurang. Menurut Masyitah dkk. (2017), gejala yang dialami oleh serangga yang terinfeksi jamur entomopatogen yaitu nafsu makan berkurang, gerakan tubuh menjadi lamban, bahkan sama sekali sulit untuk bergerak. Pernyataan tersebut didukung pula oleh Prayogo (2006), yang mengungkapkan bahwa gejala yang timbul pada serangga yang terinfeksi jamur patogen adalah adanya miselia pada serangga. Pada infeksi awal, serangga menunjukkan gejala sakit yaitu tidak mau makan, lemah dan kurang orientasi. Seringkali serangga tersebut berubah warna dan pada kutikula terlihat bercak hitam yang menunjukkan tempat penetrasi jamur.

4.1.2 Jumlah Telur yang Dihasilkan

Pengamatan jumlah telur yang dilakukan untuk mengamati bagaimana kemampuan reproduksi dari *P. striolata* setelah aplikasi jamur entomopatogen. Dari hasil pengamatan tersebut didapatkan hasil bahwa aplikasi jamur entomopatogen *L. lecanii* dan *M. anisopliae* pada beberapa konsentrasi kerapatan konidia memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah telur yang dihasilkan oleh *P. striolata*.

Rerata jumlah telur tertinggi dari semua perlakuan terdapat pada kontrol, yaitu sebesar 205,00 butir. Sedangkan pada perlakuan jamur entomopatogen *L. lecanii* dan *M. anisopliae*, rerata jumlah telur tertinggi terdapat pada konsentrasi 10^6 konidia/ml, yaitu secara berturut-turut sebanyak 198,33 dan 180,67 butir, dan rerata jumlah telur terendah terdapat pada konsentrasi 10^9 konidia/ml, yaitu secara berturut-turut sebanyak 106,33 dan 111,33 butir. Data hasil perhitungan jumlah telur *P. striolata* setelah aplikasi jamur entomopatogen disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rerata Jumlah Telur yang Dihasilkan Imago *P. striolata* Setelah Aplikasi

Perlakuan	Rerata Telur (butir) \pm SD
Kontrol (Aquades steril)	205,00 c \pm 68,64
P1 (<i>L. lecanii</i> konsentrasi 10^6 konidia/ml)	198,33 c \pm 16,50
P2 (<i>L. lecanii</i> konsentrasi 10^7 konidia/ml)	130,00 a \pm 50,74
P3 (<i>L. lecanii</i> konsentrasi 10^8 konidia/ml)	103,67 a \pm 13,50
P4 (<i>L. lecanii</i> konsentrasi 10^9 konidia/ml)	106,33 a \pm 36,68
P5 (<i>M. anisopliae</i> konsentrasi 10^6 konidia/ml)	180,67 bc \pm 27,79
P6 (<i>M. anisopliae</i> konsentrasi 10^7 konidia/ml)	147,00 ab \pm 37,32
P7 (<i>M. anisopliae</i> konsentrasi 10^8 konidia/ml)	128,67 a \pm 61,81
P8 (<i>M. anisopliae</i> konsentrasi 10^9 konidia/ml)	111,33 a \pm 22,01

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata menurut uji Duncan ($P > 0,05$); Data ditransformasi dengan akar kuadrat

Berdasarkan perhitungan analisis ragam, didapatkan hasil bahwa kontrol berbeda nyata dengan perlakuan kedua jamur entomopatogen yaitu *L. lecanii* dan *M. anisopliae* pada berbagai konsentrasi kerapatan konidia yang berbeda. Hal tersebut menunjukkan bahwa aplikasi jamur *L. lecanii* dan *M. anisopliae* dapat mengurangi kemampuan reproduksi dari *P. striolata* yang ditandai dengan adanya pengurangan jumlah telur yang dihasilkan.

Pengurangan jumlah telur tersebut disebabkan karena adanya konidia dari jamur entomopatogen yang menginfeksi tubuh serangga sehingga sistem syarafnya menjadi terganggu dan proses reproduksi pun juga akan ikut terganggu. Gepy dkk (2013), mengungkapkan bahwa kemampuan reproduksi serangga dapat menurun karena banyaknya jumlah konidia yang menginfeksi dan menetrasi ke tubuh serangga, sehingga sistem syaraf serangga terganggu. Syaraf serangga memegang peranan sangat penting dalam mengatur semua proses aktivitas, serangga yang mengalami gangguan sistem syarafnya akan mengacaukan semua perilaku termasuk bereproduksi. Selain itu, Hodek dan Honek (2013) menyatakan bahwa serangga memiliki strategi berbeda dalam menghadapi kondisi kekurangan nutrisi, salah satunya adalah dengan mengurangi jumlah telur yang dihasilkan.

Pada perlakuan jamur entomopatogen *L. lecanii*, konsentrasi kerapatan 10^6 konidia/ml merupakan konsentrasi dengan jumlah telur terbanyak, yaitu 198,33 butir. Hal tersebut dapat diartikan bahwa jamur *L. lecanii* pada konsentrasi kerapatan 10^6 konidia/ml kurang mampu untuk menekan reproduksi dari imago *P. striolata*. Sedangkan pada konsentrasi kerapatan 10^7 , 10^8 dan 10^9 konidia/ml memiliki kemampuan yang sama dalam mengurangi jumlah telur yang dihasilkan oleh imago *P. striolata* yang dibuktikan dengan adanya kesamaan notasi berdasarkan uji lanjut Duncan.

Pada perlakuan jamur entomopatogen, *M. anisopliae*, konsentrasi 10^6 konidia/ml juga merupakan konsentrasi dengan jumlah telur terbanyak yaitu 180,67 butir. Hal tersebut dapat diartikan bahwa jamur *M. anisopliae* pada konsentrasi kerapatan 10^6 konidia/ml kurang mampu untuk menekan reproduksi dari imago *P. striolata*. Sedangkan untuk konsentrasi yang paling baik untuk menekan reproduksi dari imago *P. striolata* adalah konsentrasi 10^6 konidia/ml dengan rerata jumlah telur sebanyak 111,33 butir.

Berdasarkan Tabel 2, dapat disimpulkan bahwa secara umum semakin tinggi konsentrasi kerapatan konidia yang digunakan, maka jumlah telur yang diletakkan oleh imago *P. striolata* akan semakin berkurang. Pengurangan jumlah telur yang diakibatkan oleh aplikasi jamur entomopatogen tersebut membuktikan bahwa kedua jamur entomopatogen yang digunakan dapat menghambat proses reproduksi dari serangga uji. Widiarta dan Kusdianan (2007), dalam penelitiannya mengungkapkan bahwa jamur *M. anisopliae* dengan konsentrasi spora 10^7 mampu menekan setengah dari jumlah telur wereng hijau pada perlakuan kontrol dan apabila konsentrasi dinaikkan menjadi 100 kali, maka jumlah telur yang dihasilkan oleh betina akan berkurang menjadi sepertiga dari jumlah telur kontrol. Sedangkan Gepy dkk. (2013) dalam penelitiannya mengungkapkan bahwa aplikasi jamur *L. lecanii* dapat menurunkan jumlah telur yang dihasilkan oleh *Bemisia tabaci*. Pada perlakuan kontrol rerata jumlah telur yang dihasilkan sebesar 173,96 butir dan setelah aplikasi jamur *L. lecanii*, rerata jumlah telur tersebut menjadi berkurang sebanyak 63,13 butir pada kerapatan 10^6 /ml, 29,13 pada kerapatan 10^7 /ml dan yang terendah 17,79 butir pada

kerapatan 10^8 /ml.

4.1.3 Mortalitas Imago *P. striolata*

Pengamatan mortalitas imago *P. striolata* selama 14 hari setelah aplikasi menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada perhitungan analisis ragam. Berdasarkan Tabel 3, persentase mortalitas terendah terdapat pada kontrol yaitu sebesar 0%. Hal tersebut dikarenakan pada perlakuan kontrol imago *P. striolata* sama sekali tidak mengalami kematian. Sedangkan pada perlakuan jamur entomopatogen *L. lecanii* dan *M. anisopliae*, persentase kematian terendah terdapat pada konsentrasi 10^6 konidia/ml, dengan nilai secara berturut-turut 23,33% dan 10,00%. Sedangkan persentase kematian tertinggi ada pada konsentrasi 10^9 konidia/ml, yaitu secara berturut-turut 40,00% dan 36,67%.

Berdasarkan hasil perhitungan median Lethal Time (LT 50) menggunakan aplikasi SPSS 20, pada Tabel 3 juga dapat diketahui bahwa jamur *L. lecanii* dapat menyebabkan 50% mortalitas imago *P. striolata* secara berturut-turut dari yang tercepat adalah selama 16,53 hari pada konsentrasi 10^9 konidia/ml, kemudian selama 16,73 hari pada konsentrasi 10^8 konidia/ml, 18,38 hari pada konsentrasi 10^7 konidia/ml dan yang terlama adalah 20,75 hari pada konsentrasi 10^6 konidia/ml hari. Sedangkan jamur *M. anisopliae* dapat menyebabkan 50% mortalitas *P. striolata* secara berturut-turut dari yang tercepat yaitu selama 21,49 hari pada konsentrasi 10^9 konidia/ml, kemudian selama 25,12 hari pada konsentrasi 10^8 konidia/ml, 18,38 hari pada konsentrasi 10^7 konidia/ml dan yang terlama adalah 26,02 hari pada konsentrasi 10^6 konidia/ml 26,09 hari. Hasil tersebut disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Rerata Persentase Mortalitas Imago *P. striolata*

Perlakuan	Rerata Mortalitas (%) \pm SD	LT 50
Kontrol (Aquadres steril)	0,00 a \pm 0,00	-
P1 (<i>L. lecanii</i> konsentrasi 10^6 konidia/ml)	23,33 cd \pm 11,55	20,75
P2 (<i>L. lecanii</i> konsentrasi 10^7 konidia/ml)	30,00 de \pm 10,00	18,38
P3 (<i>L. lecanii</i> konsentrasi 10^8 konidia/ml)	33,33 de \pm 15,28	16,73
P4 (<i>L. lecanii</i> konsentrasi 10^9 konidia/ml)	40,00 e \pm 10,00	16,53
P5 (<i>M. anisopliae</i> konsentrasi 10^6 konidia/ml)	10,00 b \pm 5,77	26,09
P6 (<i>M. anisopliae</i> konsentrasi 10^7 konidia/ml)	16,67 bc \pm 5,77	26,02
P7 (<i>M. anisopliae</i> konsentrasi 10^8 konidia/ml)	16,67 bc \pm 5,77	25,12
P8 (<i>M. anisopliae</i> konsentrasi 10^9 konidia/ml)	36,67 e \pm 15,28	21,49

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata menurut uji Duncan ($P > 0,05$); Data ditransformasi dengan akar kuadrat

Berdasarkan hasil perhitungan analisis ragam, diketahui bahwa kontrol berbeda nyata dengan perlakuan masing-masing jamur entomopatogen, yaitu *L. lecanii* dan *M. anisopliae* pada berbagai konsentrasi kerapatan konidia yang berbeda. Hal tersebut menyatakan bahwa aplikasi jamur entomopatogen dapat menyebabkan kematian pada imago *P. striolata*. Kematian imago *P. striolata* akibat perlakuan jamur entomopatogen dapat terjadi karena jamur entomopatogen memiliki senyawa-senyawa dan enzim-enzim yang bersifat patogen terhadap serangga inangnya.

Enzim-enzim yang dapat dikeluarkan oleh jamur entomopatogen antara lain menurut Prayogo (2005) dan Simamora dkk. (2012) adalah *M. anisopliae* dapat mengeluarkan 6 enzim, yaitu lipase, kitinase, amilase, proteinase, fosfatase dan esterase. Protease merupakan enzim pendegradasi kutikula paling utama dan aktivitas enzim ini merangsang munculnya enzim kitinase. Aktivitas enzim kitinase umumnya berlangsung pada awal pertumbuhan jamur, pembentukan konidia dan sporulasi konidiospora. Sedangkan toksin yang dihasilkan antara lain metarisin dan asam oksalat yang mengakibatkan kenaikan pH darah, penggumpalan darah dan terhentinya peredaran darah serangga. Menurut Liu dkk. (2003) *L. lecanii* dapat mengeluarkan toksin dari yang dapat menyebabkan kerusakan

jaringan/organ tubuh seperti saluran makanan, otot, sistem syaraf, dan sistem pernafasan. Cendawan *L. lecanii* menghasilkan beberapa jenis enzim meliputi protease, lipase, amilase, dan kitinase yang berfungsi sebagai perombak struktur dinding sel yang tersusun dari protein, lemak, karbohidrat, dan kitin.

Pada perlakuan masing-masing jamur entomopatogen *L. lecanii* dan *M. anisopliae* pada konsentrasi 10^6 , 10^7 dan 10^8 konidia/ml tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap mortalitas dari imago *P. striolata*. Hal tersebut menyatakan bahwa jamur entomopatogen *L. lecanii* dan *M. anisopliae* pada ketiga konsentrasi kerapatannya, yaitu 10^6 , 10^7 dan 10^8 konidia/ml memiliki kemampuan yang sama dalam menyebabkan kematian pada imago *P. striolata*.

Sedangkan, perbedaan yang nyata terlihat pada perlakuan konsentrasi 10^9 konidia/ml kedua jamur entomopatogen. Dimana konsentrasi 10^9 konidia/ml merupakan konsentrasi yang dapat menyebabkan persentase kematian tertinggi terhadap imago *P. striolata* pada kedua jamur entomopatogen. Nilai rerata persentase mortalitasnya adalah 40,00% untuk jamur *L. lecanii* dan 36,67% untuk jamur *M. anisopliae*. Sehingga dapat dikatakan bahwa konsentrasi yang paling baik untuk dapat menyebabkan kematian imago *P. striolata* adalah konsentrasi 10^9 konidia/ml.

Secara umum, berdasarkan rerata dari data hasil pengamatan, diketahui bahwa, semakin tinggi konsentrasi kerapatan konidianya maka persentase kematian imago *P. striolata* juga akan semakin meningkat. Hal tersebut terjadi karena semakin banyak jumlah konidia yang ada pada jamur entomopatogen, sehingga kemungkinan jumlah konidia yang menempel dan berkecambah pada tubuh serangga juga akan semakin tinggi dan akan memudahkan jamur dalam menginfeksi tubuh serangga inang. Serupa dengan pernyataan dari Rustama (2008), bahwa semakin tinggi kerapatan konidia yang diinfeksi, maka semakin tinggi peluang kontak antara patogen dengan inang, sehingga proses kematian serangga yang terinfeksi semakin cepat. Masyitah dkk., (2017) juga menyatakan bahwa semakin meningkatnya konsentrasi jamur entomopatogen dan semakin banyak konidia yang menempel pada tubuh serangga, maka semakin cepat proses infeksi yang membuat sistem metabolisme terganggu pada tubuh sehingga

persentase kematian pada serangga inang juga akan semakin tinggi.

Berdasarkan hasil perhitungan yang didapatkan pada Tabel 3, diketahui bahwa tingkat patogenisitas dari kedua jamur entomopatogen terhadap imago *P. striolata* masih tergolong rendah. Hal tersebut dibuktikan dengan tidak tercapainya persentase mortalitas 50% pada masing-masing jamur entomopatogen. Beberapa peneliti seperti Anggarawati (2014) dalam Khaerati dan Indriati (2015), menyatakan bahwa *M. anisopliae* dapat menyebabkan mortalitas pada *Helopeltis* spp. (nimfa instar ke-3) sebesar 96,2% pada konsentrasi 10^6 . Desyanti (2007) menyatakan bahwa pada konsentrasi kerapatan konidia 5×10^6 konidia/ml dapat mematikan 80% populasi rayap *Coptotermes gestroi* dan Herlinda, dkk., (2008) menyatakan bahwa dengan konsentrasi 10^7 konidia/ml dapat mematikan 100% wereng coklat instar 3. Sedangkan Menurut Maharani dkk., (2016), pada konsentrasi 10^6 , 10^7 , 10^8 dan 10^9 konidia/ml dapat menyebabkan mortalitas dari *Helopeltis antonii* secara berturut-turut sebesar 63,43%, 54,76%, 63,43% dan 68,61% pada hari ke 5 setelah aplikasi.

Selanjutnya, Soroka (2009) melaporkan bahwa ambang ekonomi untuk kumbang daun pada tanaman kanola sebesar 25%. Menurut Knodel dan Olson (2002), kerugian akibat serangan kumbang daun di Amerika Utara dapat mencapai \$ 300.000 dalam satu musim tanam. Mayoori dan Mikunthan (2009) melaporkan bahwa kerusakan yang diakibatkan oleh *P. striolata* pada tanaman kanola dapat mencapai 52,6%, radis 62,5%, dan pada tanaman sawi dapat mencapai 60,7%.

Rendahnya tingkat mortalitas pada serangga uji dapat terjadi dikarenakan adanya faktor suhu dan kelembaban yang kurang mendukung bagi pertumbuhan dan perkembangan jamur entomopatogen, karena rentang suhu yang ada di tempat aplikasi adalah 29 °C dengan rata-rata kelembaban 54-62%. Menurut Bidochka dkk., (2000), untuk perkecambahan spora jamur entomopatogen membutuhkan suhu optimum berkisar 22-27 °C, sedangkan kelembaban optimum di atas 90% dan pada kelembaban yang semakin tinggi jamur semakin virulen. Virulensi jamur ini akan semakin menurun dengan semakin menurunnya kelembaban udara. Pada kelembaban udara yang lebih rendah dari 86%, virulensi jamur akan terus menurun.

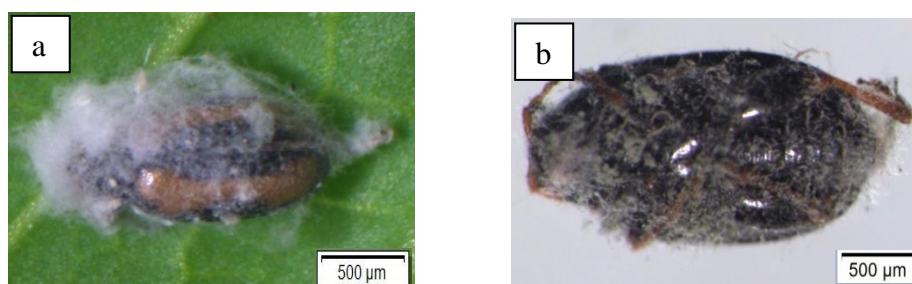
Selain itu, faktor lain yang menyebabkan rendahnya persentase kematian imago *P. striolata* adalah tekstur dari integumen imago *P. striolata* yang cukup keras sehingga akan mempersulit jamur entomopatogen dalam melakukan penetrasi ke dalam tubuh inangnya. Menurut Tanada dan Kaya (2012), mekanisme penetrasi jamur ke dalam tubuh serangga sangat dipengaruhi oleh struktur kutikula serangga, yaitu ketebalan, sklerotisasi, kandungan zat anti jamur, dan substansi nutrisi. Sehingga semakin keras dan tebal kulit serangga, maka jamur entomopatogen akan semakin sulit untuk menginfeksi tubuh inangnya.

Sebelum mengalami kematian, imago *P. striolata* yang telah terinfeksi oleh jamur entomopatogen pertama-tama akan mengalami gejala berupa perubahan tingkah laku, yaitu serangga cenderung kurang aktif bergerak atau berpindah tempat. Hal tersebut disebabkan karena jamur entomopatogen dapat mengeluarkan senyawa-senyawa yang dapat mengganggu sistem syaraf serangga inang sehingga pergerakan serangga akan menjadi terhambat. Burges (1981) menyatakan bahwa serangga yang telah terinfeksi jamur entomopatogen pergerakannya akan menurun karena hifa dari jamur entomopatogen akan mengeluarkan enzim-enzim yang memberikan racun dextruksin yang dapat merusak struktur membran sel sehingga akan terjadi dehidrasi sel.

Serangga yang terinfeksi jamur entomopatogen kemudian akan mati dan disertai dengan adanya gejala fisiologis berupa tubuh yang mengeras dan lama-kelamaan bagian tubuh imago *P. striolata* akan ditumbuhi oleh miselium jamur. Berdasarkan penelitiannya, Masyitah dkk., (2017) menyebutkan bahwa jamur entomopatogen akan masuk ke tubuh serangga melalui kutikula dimana konidia jamur menempel dan berpenetrasi pada integumen, selanjutnya terjadi perubahan fisiologis pada tubuh serangga. Hal ini disebabkan oleh racun yang dihasilkan oleh jamur entomopatogen yang dapat merusak jaringan dan menyerap cairan tubuh serangga inang sehingga tubuhnya menjadi mengering. Kemudian Ahmad (2008), menyatakan bahwa kematian inang disebabkan oleh kolonisasi miselia yang ekstensif sehingga menyebabkan starvasi, atau melalui racun yang dilepaskan pada saat penyerangan. Desikasi kadaver digunakan sebagai nutrisi dan air oleh hifa. Hifa memecah kutikula setelah serangga mati, kemudian konidia

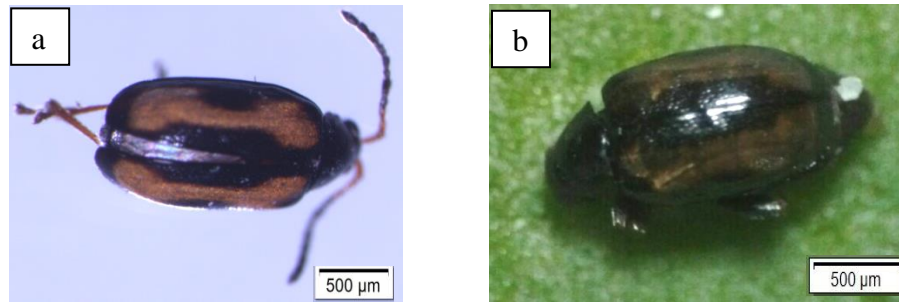
bebas akan berkembang secara pasif atau aktif untuk meneruskan siklus infeksi.

Serangga yang terinfeksi jamur *L. lecanii* pada tubuhnya akan mengeras dan lama-kelamaan akan ditumbuhi miselium jamur yang berwarna putih dengan tekstur yang menyerupai kapas (Gambar 11a), sedangkan serangga yang terinfeksi jamur *M. anisopliae* juga akan memiliki gejala yang sama dengan jamur *L. lecanii*, hanya saja miselium yang tumbuh berwarna putih lama-kelamaan akan berubah menjadi berwarna hijau gelap (Gambar 11b). Khaerati dan Indriati (2015) mengungkapkan bahwa gejala yang ditimbulkan akibat serangga yang terinfeksi *L. lecanii* yaitu setelah beberapa hari mati, tubuh serangga mengeras karena semua jaringan dan cairan dalam tubuh serangga habis oleh cendawan tersebut, kemudian secara perlahan akan tumbuh miselium berwarna putih yang menyelimuti permukaan tubuh serangga. Sedangkan Rosmayuningsih (2014) mengungkapkan bahwa gejala serangga yang terinfeksi jamur *M. anisopliae* tubuhnya menjadi keras seperti mumi dan terlihat adanya miselium berwarna putih yang lama-kelamaan akan berubah menjadi hijau gelap.



Gambar 1. Gejala imago *P. striolata* yang terinfeksi: (a) *L. lecanii* (b) *M. anisopliae*

Selain itu, gejala lain akibat infeksi jamur entomopatogen adalah serangga yang mati tubuhnya akan berubah warna menjadi kehitaman (Gambar 12b) yang terjadi akibat adanya proses melanisasi. Hal tersebut akan terlihat jelas karena pada umumnya imago *P. striolata* normal (Gambar 12b) memiliki garis kuning-jingga pada bagian elytranya, sedangkan pada imago yang terinfeksi oleh jamur entomoptogen warnanya akan berubah menjadi jingga kehitaman-hitam.



Gambar 2. Imago *P. striolata*: (a) Normal; (b) Mengalami melanisasi

Melanisasi terjadi karena adanya sistem pertahanan dari dalam tubuh serangga untuk melawan benda-benda asing yang masuk ke dalam tubuhnya dengan bantuan enzim tertentu. Prayogo dkk., (2005) menyatakan bahwa cendawan tidak selalu tumbuh ke luar menembus integumen serangga. Apabila keadaan kurang mendukung, perkembangan saprofit hanya berlangsung di dalam jasad serangga tanpa ke luar menembus integumen serangga. Melanisasi sendiri terjadi karena adanya aktivitas pertahanan diri dari dalam tubuh serangga dengan menggunakan enzim phenoloksidase dalam penyembuhan luka, sklerotisasi kutikula dan reaksi terhadap benda asing yang masuk ke hemocoel serangga sehingga tubuh serangga yang mati akan berwarna hitam. Sedangkan menurut Ahmad (2008), jamur entomopatogen memiliki enzim yang dapat bersifat lisis pada tubuh serangga yaitu berupa enzim hidrolisis (peptidase dan kitinase).

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengamatan dan hasil analisis ragam, dapat disimpulkan bahwa aplikasi jamur entomopatogen *L. lecanii* dan *M. anisopliae* pada konsentrasi kerapatan konidia yang berbeda berpengaruh terhadap penghambatan aktivitas makan, jumlah telur yang dihasilkan dan mortalitas dari imago *P. striolata*. Dari beberapa konsentrasi kerapatan konidia yang digunakan, konsentrasi yang paling baik dalam menghambat aktivitas makan, mengurangi jumlah telur dan menyebabkan mortalitas tertinggi dari imago *P. striolata* adalah pada konsentrasi 10^9 konidia/ml.

Berdasarkan hasil yang didapatkan, diketahui bahwa pengendalian hama *P. striolata* menggunakan jamur entomopatogen *L. lecanii* dan *M. anisopliae* sudah cukup baik. Akan tetapi, pengendalian tersebut akan menjadi lebih maksimal apabila didukung dengan beberapa pengendalian lain seperti pengaturan pola dan waktu tanam, pemilihan benih unggul serta pengaturan sanitasi lahan yang baik.

5.2 Saran

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan adalah perlu dilakukan pengamatan lebih lanjut terhadap pengaruh kedua jamur entomopatogen pada setiap fase hidup *P. striolata*. Seperti telur, larva dan juga pupanya, serta dapat juga dilakukan pengamatan dengan menggunakan konsentrasi jamur entomopatogen yang lebih tinggi untuk mengetahui berapa konsentrasi jamur yang paling efektif untuk mengendalikan hama *P. striolata* agar pengendalian terhadap hama ini dapat lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, R. Z. 2008. Pemanfaatan Cendawan untuk Meningkatkan Produktivitas dan Kesehatan Ternak. *Jurnal Litbang Pertanian*. 27(3): 84-92
- Aiuchi, D., Baba Y., Inami K., Shinya R., Tani M., Kuramochi K., Horie S., dan Koike M. 2007. Screening of *Verticillium lecanii* (*Lecanicillium lecanii*) Hibrid Strains Based on Evaluation of Pathogenicity Against Cotton Aphid and Greenhouse Whitefly and Viability on the Leaf Surface. *J Appl Entomol and Zool*. 51: 205-212.
- Barus, N. F. 2017. Valuasi Kerusakan Akibat Serangan *Phyllotreta striolata* terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau. Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang
- Bidochka, M.J., A.M. Kamp dan J.N.A. Decroos. 2000. Insect Pathogenic Fungi: From Genes to Populations. *Fungal Pathol*. 42:171-193.
- Budi, A. S., Aminudin A., dan Retno D. P. 2013. Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Balsamo (Deuteromycetes: Moniliales) pada Larva *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). *Jurnal HPT* 1 (1): 57–65.
- Burges, H. D. dan Hussey, N. M. 1971. *Microbial Control of Insects and Mites*. London: Academic.
- Burges, H.D. 1981. *Microbial Control of Pest and Plant Diseases 1970 – 1980*. Academic Press 368
- Desyanti, Hadi Y. S., Yusuf S. dan Santoso T. 2007. Keefektifan Beberapa Spesies Cendawan Entomopatogen untuk Mengendalikan Rayap Tanah *Coptotermes gestroi* Wasmann (Isoptera: Rhinotermitidae) dengan Metode Kontak dan Umpan. *Jurnal Ilmu & Teknologi Kayu Tropis*. 5(2)
- Gepy, M. P., Tutung H., Aminudin A. dan Yusmani P. 2013. Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Lecanicillium lecanii* (Deuteromycotina; Hyphomycetes) terhadap *Bemisia tabaci* (G.) sebagai Vektor Virus *Cowpea Mild Mottle Virus* (CMMV) pada Tanaman Kedelai. *Jurnal HPT*. 1 (1): 27-39
- Ghayedi, S. dan Mochammad A. 2013. Biocontrol Potential of *Metarhizium anisopliae* (Hypocreales: Clavicipitaceae), Isolated from Suppressive Soils of the Boyer-Ahmad Region, Iran, Against J2s Of *Heterodera*

Avenae. Journal of Plant Protection Research, 53(2) : 165-170

- Glio, M. T. 2015. Pupuk Organik dan Pestisida Nabati ala Tosin Glio. PT AgroMedia Pustaka. Jakarta
- Gottel, M. S., Koike M., Kim J. J., Aiuchi D., Shinya R., dan Brodeur J. 2008. Potential of *Lecanicillium* spp. for Management of Insects, Nematodes, and Plant Disease. J Invertebr Pathol. 98 (3): 256-261.
- Hadi, M. S., Toto H. dan Ika R. H. 2016. Efektivitas Jamur *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. dan *Metarhizium anisopliae* untuk Mengendalikan Hama *Phyllotreta* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae) pada Tanaman Sawi (*Brassica Sinensis* L.) di Trawas, Mojokerto. Jurnal HPT. 4(2): 102-108
- Hasan, S., Anis A., Abinav P., Nausheen K., Rishi K. dan Garima G. 2013. Production of Extracellular Enzymes in the Entomopathogenic Fungus *Verticillium lecanii*. Bioinformation 9(5) : 238-242.
- Hậu, Xuân K.S. 2017. <https://vietyen.bacgiang.gov.vn/khoa-hoc-va-cong-nghe/mot-so-bien-phap-ky-thuat-phong-tru-bo-nhay-hai-rau.htm>. Diakses pada tanggal 24 Juli 2018
- Herdatiarni, Fadhila, Toto H., dan Rina R. 2014. Eksplorasi Cendawan Entomopatogen *Beauveria* sp. Menggunakan Serangga Umpan pada Komoditas Jagung, Tomat dan Wortel Organik di Batu, Malang. Jurnal HPT 1 (3): 1–11.
- Herlinda, S., Sri I. M., dan Suwandi. 2008. Jamur Entomopatogen Berformulasi Cair sebagai Bioinsektisida untuk Pengendali Wereng Coklat. Agritrop. 27(3): 119-126
- Hodek, I dan A. Honek. 2013. Ecology of Coccinellidae. Kluwer Academic. Dordrecht, Netherlands.
- Jayanti, H., W. Setiawati, dan A. Hasyim. 2013. Preferensi Kumbang Daun *Phyllotreta striolata* Fab. (Coleoptera: Chrysomelidae) terhadap Berbagai Tanaman Cruciferae dan Upaya Pengendaliannya dengan Menggunakan Insektisida. Jurnal Hortikultura 23 (3): 235–43.
- Kassa, A., Stephan D., Vidal S. dan Zimmerman G. 2004. Laboratory and Field Evaluation of Different Formulation of *Metarhizium anisopliae* var. *Acridium* submerged Spores and Aerial Conidia for the Control of

Locusts and Grasshoper. BioControl. 49 : 63-81

- Khaerati dan Gusti I. 2015. *Lecanicillium Lecanii* (Ascomycota: Hypocreales) sebagai Agens Hayati Pengendali Hama dan Penyakit Tanaman.” SIRINOV 3 (2): 93–102.
- Khoiroh, F., Isnawati, dan Ulfi F. 2014. Patogenitas Cendawan Entomopatogen (*Lecanicillium lecanii*) sebagai Bioinsektisida untuk Pengendalian Hama Wereng Coklat secara In Vivo. LenteraBio. 3 (2): 115–21.
- Knodel, J.J dan Olson, D.L., 2002. Crucifer Flea Beetle : Biology and Integrated Pest Management in Canola. NDSU Extension Service North Dakota State University Fargo, North Dakota
- Lee, C. F., Huan Y. C., Chin I. W., dan Wen S. C. 2011. A Review of *Phyllotreta chevrolat* in Taiwan (Coleoptera: Chrysomelidae: Galerucinae: Alticini). Zoological Studies 50 (4): 525–33.
- Liu, B. L., Kao P. M., Tzeng Y. M., and Feng K.C. 2003. Production of chitinase from *Verticillium lecanii* F091 Using Submerged Fermentation. Enzym and Microbiol and Technol. 33(4): 410–415.
- Maharani, S. A., Fatchur R. dan Sofia E. R. 2016. Uji Efektifitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Balsamo dan *Verticillium lecanii* (Zimmerman) Viegas terhadap Mortalitas *Helopeltis antonii* Signoret. Jurnal Online UM.
- Masyitah, I., Suzzana F. S. dan Irda S. 2017. Potensi Jamur Entomopatogen untuk Mengendalikan Ulat Grayak *Spodoptera litura* F. pada Tanaman Tembakau In Vivo. Jurnal Agroekoteknologi FP USU. 5(3): 484-493
- Mayoori, K., dan G. Mikuntan. 2009. Damage Patterns of Cabbage Flea Beetle, *Phyllotreta cruciferae* (Goeze) (Coleoptera: Chrysomelidae) and Its Associated Hosts of Crops and Weeds. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci 6 (3): 303–7.
- Miranti M, Melanie, Irawan. 2008. Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* Terhadap Fab. Dalam Kegiatan Studi Pengendalian Hama Terpadu Tanaman Kubis Dengan Menggunakan Agensia Hayati. Universitas Padjadjaran.

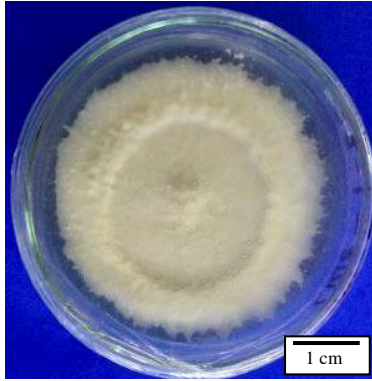
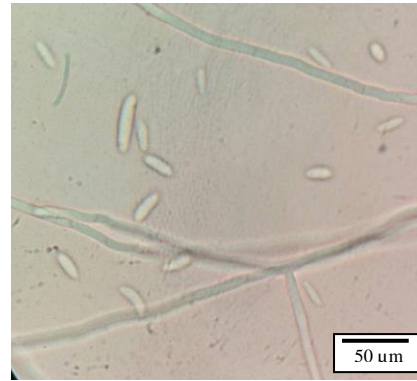
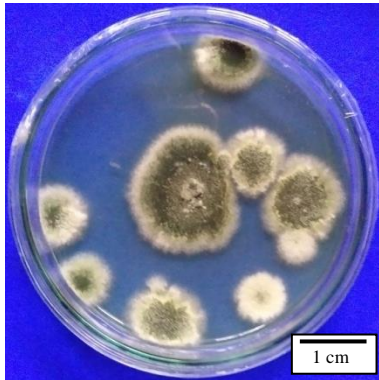
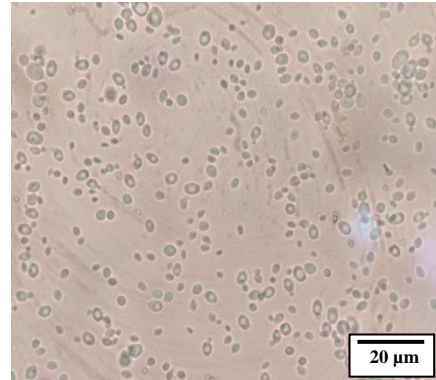
- Patricio, Marilyn G., Virginia R. O., dan Eliseo P. C. 2005. Biology and Abundance of the Striped Flea Beetle, *Phyllotreta striolata* (F.) (Coleoptera: Chrysomelidae) on Pak-Choi (*Brassica campestris* var. *chinensis* L), And Management Options against the Insect Pest. Philip Ent 19 (1): 49–77.
- Prayogo, Y. 2004. Keefektifan Lima Jenis Cendawan Entomopatogen terhadap Hama Pengisap Polong Kedelai (*Riptortus linearis*) dan Dampaknya terhadap Predator *Oxyopes javanus* Throell (Araneida : Oxyopidae). Thesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Prayogo, Y., Wedanimbi T. 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.
- . 2009. Kajian Cendawan Entomopatogen *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) (Viegas) Zare & Gams untuk Menekan Perkembangan Telur Hama Pengisap Polong Kedelai *Riptortus linearis* (F.) (Hemiptera: Alydidae). Disertasi. IPB:Bogor.
- . 2011. Biopestisida Ramah Lingkungan dari *Lecanicillium lecanii*. Sinar Tani Edisi : 22-28 Juni 2011. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang.
- Prijono D. 2005. Pengembangan dan Pemanfaatan Insektisida Botani (Bahan Pelatihan). Departemen Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Rosmayuningsih, A., Bambang T. R. dan Rina R. 2014. Patogenisitas Jamur *Metarhizium anisopliae* terhadap Hama Kepinding Tanah (*Stibaropus molginus*) (Hemiptera: Cydnidae) dari Beberapa Formulasi. Jurnal HPT 2 (2): 28–37.
- Rustama, Melanie dan Budi, 2008. Patogenitas Jamur Entomopatogen *Metharizium anisopliae* terhadap *Crocidolomia pavonana* Fab. Dalam Kegiatan Studi Pengendalian Hama Terpadu Tanaman Kubis dengan Menggunakan Agensia Hayati. Laporan Akhir Penelitian Peneliti Muda (Litmud) UNPAD. Bandung: Lembaga Penelitian Universitas

Padjadjaran.

- Shinde, S.V., K.G. Patel, M.S. Purohit, J.R. Pandya, dan A.N. Sabalpara. 2010. *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) Zare and Games An Important Biocontrol Agent for The Management of Insect Pests – A Review. *Agricultural Review* 31 (4): 235–52.
- Simamora, John K., Tris H. R., dan Indri H., 2012. Persistensi Cendawan *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) pada Tanah Gambut serta Tingkat Patogenisitasnya Terhadap Larva *Tenebrio molitor* (Linn.) di Laboratorium. *Jurnal Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura Pontianak*. 2(1)
- Soenandar, M. dan Tjachjono R.H. 2012. *Membuat Pestisida Organik*. Agromedia. Jakarta
- Soroka, J. J, Holowachuk, J. M, Gruber, M. Y dan Grenkow, L. F. 2011, Feeding by Flea Beetles (Coleoptera: Chrysomelidae; *Phyllotreta* spp.) is Decreased on Canola (*Brassica napus*) Seedlings with Increased Trichome Density. *Journal Econ. Entomol.* 104(1): 125-36
- Sultani, A. S. 2011. Assessments of Novel Transgenic Germplasm and Treatment with the Phytohormone Cytokinin for Reducing Feeding Damage by Flea Beetles, *Phyllotreta* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae) in Canola.
- Tanada, Y. dan Harry K. K. 2012. *Insect Pathology*. Academic press, California. 666 p
- Trizelia. 2005. Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Deuteromycota: Hyphomycetes), Keragaman Genetik, Karakterisasi Fisiologi, dan Virulensinya terhadap *Crocidolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Pyralidae). Tesis Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Ulya, L. N., Toto H., dan Gatot M. 2016. Uji Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Metharizium anisopliae* (Moniliales: Moniliaceae) terhadap Hama Uret *Lepidiota stigma* F. (Coleoptera : Scarabaeidae). *Jurnal HPT*, 4 (1) : 24-31
- Widiarta, I. N dan Dede K. 2007. Penggunaan Jamur Entomopatogen *Metarizhium anisopliae* dan *Beauveria bassiana* untuk Mengendalikan Populasi Wereng Hijau. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 26 (1): 46-54

Widiyanti, N. P. M dan Sanusi M. 2004. Uji Toksisitas Jamur *Metharizium anisopliae* terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. Media Litbang Kesehatan. 95(3): 25-30

LAMPIRAN

Lampiran 1. *L. lecanii* pada Media PDALampiran 2. Kenampakan Mikroskopis
L. lecaniiLampiran 3. *M. anisopliae* pada Media PDALampiran 4. Kenampakan Mikroskopis
M. anisopliaeLampiran 5. Telur *P. striolata*

Lampiran 6. Tabel Analisis Ragam Persentase Penghambatan Aktivitas Makan Imago *P. striolata*

Perlakuan	db	JK	KT	F hit	F tab 5%
P	8	100,99	12,62	7,63	2,51
G	18	29,79	1,65		
TOTAL	26				

KK = 21,81%

Keterangan: Data ditransformasi dengan akar kuadrat

Lampiran 7. Tabel Analisis Ragam Jumlah Telur yang Dihasilkan *P. striolata*

Perlakuan	db	JK	KT	F hit	F tab 5%
p	8	63,18	7,90	2,61	2,51
G	18	54,44	3,02		
TOTAL	26				

KK = 14,63 %

Keterangan: Data ditransformasi dengan akar kuadrat

Lampiran 8. Tabel Analisis Ragam Persentase Mortalitas imago *P. striolata*

Perlakuan	db	JK	KT	F hit	F tab 5%
P	8	70,36	8,80	9,51	2,51
G	18	16,65	0,92		
TOTAL	26				

KK = 21,18 %

Keterangan: Data ditransformasi dengan akar kuadrat