

**PATOGENISITAS AGENS HAYATI *Beauveria bassiana*
(Balsamo) Vuillemin DAN *Metarhizium anisopliae* (Metsch)
Sorokin TERHADAP KUMBANG AMBROSIA *Euplatypus*
parallelus (Fabricius) (Coleoptera: Platypodidae)**

Oleh:
MUHAMMAD HARIS



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2016**

PATOGENISITAS AGENS HAYATI *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin DAN *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin TERHADAP KUMBANG AMBROSIA *Euplatypus parallelus* (Fabricius) (Coleoptera: Platypodidae)

Oleh

MUHAMMAD HARIS

125040201111298

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

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
2016**

PERNYATAAN

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

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Malang, Agustus 2016

Muhammad Haris



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : PATOGENISITAS AGENS HAYATI *Beauveria bassiana*(Balsamo) Vuillemin DAN *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin TERHADAP KUMBANG AMBROSIA *Euplatypus parallelus* (Fabricius) (Coleoptera: Platypodidae)

Nama Mahasiswa : Muhammad Haris

NIM : 125040201111298

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama,

Hagus Tarno, SP. MP. Ph.D
NIP. 19770810 200212 1 003

Pembimbing Pendamping,

Tita Widjayanti, SP., M.Si.
NIP.201304 870819 2 001

Diketahui,
Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan

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

Tanggal Persetujuan:

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Dr. Anton Muhibbudin, SP., MP.
NIP. 19771130 200501 1 002

Penguji II

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

Penguji III

Tita Widjayanti, SP., M.Si.
NIP. 201304 870819 2 001

Penguji IV

Hagus Tarno, SP.,MP., Ph.D
NIP. 19770810 200212 1 003

Tanggal Lulus :



**Skripsi ini kupersembahkan untuk
Kedua orang tuaku tersayang Warjono dan Tonah
Serta kakak-kakakku tercinta Sumiani,
Nur Kholifah, Nur Qomaroh dan Nur Laili Alfiyah.**

RINGKASAN

MUHAMMAD HARIS. 12504020111298. PATOGENISITAS AGENS HAYATI *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin DAN *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin TERHADAP KUMBANG AMBROSIA *Euplatypus parallelus* (Fabricius) (Coleoptera: Platypodidae). Dibawah bimbingan Hagus Tarno, SP. MP. Ph.D dan Tita Widjayanti, SP. M.Si.

Kumbang ambrosia *Euplatypus parallelus* (Fabricius) adalah serangga yang berasal dari Amerika Selatan dan Amerika Tengah. Serangga ini dapat menyerang tanaman hidup, biasanya serangan hanya terjadi ketika tanaman mengalami stress. Selain itu dapat bereperan menjadi vektor jamur layu fusarium. Serangga ini tidak menjadi vektor utama, jika terjadi serangan berat terutama dikombinasikan serangan jamur dapat mematikan tanaman karena terjadi kerusakan pada jaringan tanaman tersebut. Salah satu inang dari kumbang ambrosia adalah tanaman Sonokembang. Karakteristik tanaman Sonokembang yang terserang adalah sebagian daun rontok, terdapat lubang dan serbuk bekas gerakan pada batang kemudian batang tanaman mengering. Pengendalian hama pada umumnya menggunakan pestisida sintetik, meskipun efektif akan tetapi hal tersebut menjadi perhatian dunia akibat dampak negatifnya. Penggunaan agens hayati merupakan salah teknik pengendalian yang efektif dan ramah lingkungan. Jamur entomopatogen *B. bassiana* dan *M. anisopliae* merupakan agens pengendali hayati yang efektif dalam mengendalikan serangga hama. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari patogenisitas jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae* terhadap kumbang ambrosia *E. parallelus*.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hama Tumbuhan Sub Laboratorium Pengembangan Agens Hayati Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas pertanian Universitas Brawijaya Malang. Waktu penelitian Maret sampai Juni 2016. Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat ulangan. Metode aplikasi yang digunakan yaitu kontak langsung. Kerapatan konidia *B. bassiana* dan *M. anisopliae* yang digunakan yaitu 0 (sebagai kontrol), 10^6 , 10^7 dan 10^8 . Setiap perlakuan menggunakan 15 ekor imago *E. parallelus*. Pengamatan yang dilakukan meliputi jumlah kematian *E. parallelus* dan Gejala yang ditimbulkan *E. parallelus* setelah terinfeksi *B. bassiana* dan *M. anisopliae*.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa infeksi jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae* berpengaruh terhadap mortalitas *E. parallelus*. Konsentrasi efektif (LC_{50}) jamur *B. bassiana* dapat menyebabkan kematian *E. parallelus* adalah $0,08 \times 10^6$ konidia/ml dengan waktu mematikan (LT_{50}) *E. parallelus* mencapai 50% pada 5,9 hari. Sedangkan konsentrasi efektif (LC_{50}) jamur *M. anisopliae* dapat menyebabkan kematian *E. parallelus* adalah $0,09 \times 10^6$ konidia/ml dengan waktu mematikan (LT_{50}) *E. parallelus* mencapai 50% pada 6,1 hari.

SUMMARY

MUHAMMAD HARIS. 12504020111298. Pathogenicity of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin and *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin as Biological Agens on *Euplatypus parallelus* (Fabricius) (Coleoptera: Platypodidae). Supervised by Hagus Tarno, SP. MP. Ph.D and Tita Widjayanti, SP. M.Si.

Ambrosia Beetle *Euplatypus parallelus* (Fabricius) is an insectorigin from South America and Central America. These insect usually attack when plant in stressed condition. Ambrosia beetle can be a vector of Fusarium wilt disease. Combination of Fusarium wilt disease and ambrosia beetle attack can made plant be dead. Sonokembang is one of the host of Ambrosia beetle. Symtoms caused by ambrosia beetle are leaf loss, hole and powder frass on the stem, and dried out stem. Controlling Ambrosia beetle may used synthetic pesticide and biological agents. Biological agents is effective control techniques and enviromental friendly. Entomopathogenic fungus *B. bassiana* and *M. anisopliae* are some of biological control agents used to controlling insect pest. The research aims to study pathogenicity of *B. bassiana* and *M. anisopliae* fungus against Ambrosia beetles *E. parallelus*.

This research conducted in the Sub Laboratory of Biological Agents Development, Plant Pest and Disease Department, Agriculture Faculty, University Brawijaya from March until June 2016. Completed Randomise Design (RAL) used in this research with four repetition. Direct contact used as application method for *B. bassiana* and *M. anisopliae* on Ambrosia beetle. Conidia density of *B. bassiana* and *M. anisopliae* used are 0 (control), 10^6 , 10^7 , and 10^8 conidia/ml. Stadia adult of *E. parallelus* used in treatment with 15 individuals. Observation parameters are the number of dead *E. parallelus* and infected symptoms caused by *B. bassiana* and *M. anisopliae* on *E. parallelus*.

Result of this research is infection of *B. bassiana* and *M. anisopliae* influence mortality *E. parallelus*. The effective concentration (LC_{50}) of *B. bassiana* can make *E. parallelus* be dead with conidia density $0,08 \times 10^6$ conidia/ml with lethal time (LT_{50}) *E. parallelus* reach 50% on 5,9 day. The effective concentration (LC_{50}) of *M. anisopliae* can make *E. parallelus* be dead with conidia density $0,09 \times 10^6$ conidia/ml with lethal time (LT_{50}) *E. parallelus* reached 50% on 6,1 day.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat, taufiq, hidayah, serta inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Patogenisitas Agens Hayati *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin dan *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin terhadap Kumbang *AmbrosiaEuplatypus parallelus* (Fabricius)(Coleoptera: Platypodidae)” sebagai salah satu syarat mahasiswa S-1 Program Studi Agroekoteknologi Universitas Brawijaya dalam rangka menyelesaikan tugas akhir pendidikan program sarjana (S-1).

Penulis dalam menyelesaikan skripsi ini telah banyak menerima bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada 1) kedua orang tua dan kakakatas kasih sayang, doa dan dukungan yang selalu diberikan; 2)Hagus Tarno, SP. MP. Ph.D selaku pembimbing utama yang telah memberikan saran dan bimbingan kepada penulis selama penyusunan skripsi; 3) Tita Widjayanti, SP., M.Si.selaku pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan kepada penulis selama penyusunan skripsi; 4) seluruh dosen Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya atas bimbingan dan arahan yang telah diberikan; 5) Seluruh teman-teman HPT 2012 dan seluruh pengurus HIMAPTA periode 2015 yang telah memberikan bantuan, saran dan dukungan dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis berharap semoga penelitian ini nantinya akan bermanfaat bagi banyak pihak, serta dapat memberikan sumbangan pengetahuan dalam kemajuan ilmu pengetahuan.

Malang, Agustus 2016

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Lamongan pada tanggal 02 September 1993 sebagai putra kelima dari Bapak Warjono dan Ibu Tonah. Penulis merupakan anak kelima dari empat bersaudara.

Penulis menempuh pendidikan dasar di MI Ma'arif Kebalandon, Babat, Lamongan pada tahun 2000 sampai 2006, kemudian penulis melanjutkan pendidikannya di SMPN 2 Babat pada tahun 2006 sampai 2009. Pada tahun 2009 sampai 2012 penulis melanjutkan pendidikannya di MAN 1 Babat, Lamongan. Pada tahun 2012 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata 1 Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur, melalui jalur SNMPTN.

Selama menempuh pendidikan di perguruan tinggi, penulis aktif dalam organisasi Forum Studi Islam Insan Kamil (FORSIKA) FP UB sebagai ketua divisi pembinaan dan aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Perlindungan Tanaman (HIMAPTA) sebagai staff Departemen Administrasi dan Kesekretariatan. Penulis pernah menjadi asisten praktikum Dasar Perlindungan Tanaman dan Ilmu Hama Tanaman. Serta aktif dalam kepanitiaan Forsika Agriculture Camp (FAIC) pada tahun 2014, Eksplorasi Potensi dan Kreatifitas (EKSPEDISI) pada tahun 2015 dan Pendidikan Dasar dan Orientasi Terpadu Keprofesian (PROTEKSI). Penulis juga pernah melakukan kegiatan magang kerja di PT. Perkebunan Nusantara IX Semarang pada tahun 2015.

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
I. PENDAHULUAN	
Latar Belakang	1
Tujuan	2
Hipotesis	2
Manfaat	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	
Kumbang ambrosia <i>E. parallelus</i>	3
Klasifikasi Kumbang ambrosia <i>E. parallelus</i>	3
Bioekologi Kumbang ambrosia <i>E. parallelus</i>	3
Gejala serangan Kumbang ambrosia <i>E. parallelus</i>	4
<i>Beauveria bassiana</i>	6
Klasifikasi <i>B. bassiana</i>	6
Bioekologi <i>B. bassiana</i>	6
Faktor-faktor yang mempengaruhi patogenisitas <i>B. bassiana</i>	7
Mekanisme infeksi <i>B. bassiana</i>	8
<i>Metarhizium anisopliae</i>	9
Klasifikasi <i>M. anisopliae</i>	9
Bioekologi <i>M. anisopliae</i>	9
Faktor-faktor yang mempengaruhi patogenisitas <i>M. anisopliae</i>	10
Mekanisme infeksi <i>M. anisopliae</i>	11
III. METODE PENELITIAN	
Waktu dan tempat	12
Alat dan Bahan	12
Metode Penelitian	12
Persiapan Penelitian	13
Pelaksanaan Penelitian	15
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
Morfologi <i>B. bassiana</i> dan <i>M. anisopliae</i>	18
Persentase kematian <i>E. parallelus</i> akibat infeksi <i>B. bassiana</i> dan <i>M. anisopliae</i> pada perlakuan kerapatan konidia yang berbeda	19
Perubahan morfologi <i>E. parallelus</i> setelah terjadinya infeksi <i>B. bassiana</i> dan <i>M. anisopliae</i>	22
Pengaruh kerapatan konidia <i>B. bassiana</i> dan <i>M. anisopliae</i> terhadap konsentrasi Mematikan LC ₅₀ dan waktu mematikan LT ₅₀	24

V. PENUTUP

Kesimpulan	29
Saran.....	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN	36



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Rerata persentase kematian <i>E. parallelus</i> akibat infeksi <i>B. bassiana</i> dan <i>M. anisopliae</i> pada perlakuan kerapatan konidia yang berbeda.	20
2.	Patogenisitas <i>B. bassiana</i> dan <i>M. anisopliae</i> terhadap <i>E. parallelus</i>	24

Lampiran

1.	Analisis ragam mortalitas <i>E. parallelus</i> akibat infeksi jamur <i>B. bassiana</i> dan <i>M. anisopliae</i> pada 1 HSA.....	37
2.	Analisis ragam mortalitas <i>E. parallelus</i> akibat infeksi jamur <i>B. bassiana</i> dan <i>M. anisopliae</i> pada 2 HSA.....	37
3.	Analisis ragam mortalitas <i>E. parallelus</i> akibat infeksi jamur <i>B. bassiana</i> dan <i>M. anisopliae</i> pada 3 HSA.....	37
4.	Analisis ragam mortalitas <i>E. parallelus</i> akibat infeksi jamur <i>B. bassiana</i> dan <i>M. anisopliae</i> pada 4 HSA.....	37
5.	Analisis ragam mortalitas <i>E. parallelus</i> akibat infeksi jamur <i>B. bassiana</i> dan <i>M. anisopliae</i> pada 5 HSA.....	38
6.	Analisis ragam mortalitas <i>E. parallelus</i> akibat infeksi jamur <i>B. bassiana</i> dan <i>M. anisopliae</i> pada 6 HSA.....	38
7.	Analisis ragam mortalitas <i>E. parallelus</i> akibat infeksi jamur <i>B. bassiana</i> dan <i>M. anisopliae</i> pada 7 HSA.....	38
8.	Nilai Lethal Time (LT ₅₀) infeksi <i>B. bassiana</i> terhadap <i>E. parallelus</i>	39
9.	Nilai Lethal Time (LT ₅₀) infeksi <i>M. anisopliae</i> terhadap <i>E. parallelus</i>	39

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Perbedaan stadia <i>E. parallelus</i>	3
2.	Imago kumbang ambrosia <i>E. parallelus</i>	4
3.	Gejala serangan <i>E. parallelus</i> pada tanaman karet	5
4.	Gejala serangan <i>E. parallelus</i> pada tanaman Sonokembang	6
5.	Morfologi <i>B. bassiana</i> mikroskopis	7
6.	Konidia jamur <i>M. anisopliae</i>	10
7.	Pengamatan mikroskopis <i>B. bassiana</i> a.) hifa b.) konidia	18
8.	Pengamatan mikroskopis <i>M. anisopliae</i> a.) hifa b.) konidia	19
9.	Imago <i>E. paralelelus</i> terinfeksi jamur <i>B. bassiana</i>	22
10.	Imago <i>E. paralelelus</i> terinfeksi jamur <i>M. anisopliae</i>	23
11.	Pengaruh konsentrasi mematikan (LC ₅₀) terhadap kematian <i>E. parallelus</i> perlakuan jamur <i>B. bassiana</i>	25
12.	Pengaruh konsentrasi mematikan (LC ₅₀) terhadap kematian <i>E. parallelus</i> perlakuan jamur <i>M. anisopliae</i>	25
13.	Pengaruh waktu mematikan (LT ₅₀) terhadap kematian <i>E. parallelus</i> perlakuan jamur <i>B. bassiana</i>	26
14.	Pengaruh waktu mematikan (LT ₅₀) terhadap kematian <i>E. parallelus</i> perlakuan jamur <i>M. anisopliae</i>	27

GAMBAR LAMPIRAN

1.	Perbanyak jamur <i>B. bassiana</i> dan <i>M. anisopliae</i> pada media cair	40
2.	Hasil perbanyak jamur a.) <i>B. bassiana</i> dan b.) <i>M. anisopliae</i> pada media cair	40
3.	Penyemprotan suspensi pada <i>E. parallelus</i>	40
4.	Peletakan hasil perlakuan uji patogenisitas	40
5.	Miselium menembus kutikula pada hari ke 4 setelah inokulasi <i>M. anisopliae</i> dan <i>B. bassiana</i>	41
6.	Imago <i>E. parallelus</i> yang terinfeksi jamur <i>B. bassiana</i> setelah di inkubasi selama 7 hari	41
7.	Imago <i>E. parallelus</i> yang terinfeksi jamur <i>M. anisopliae</i> setelah di inkubasi selama 7 hari	41
8.	Inokulasi <i>E. parallelus</i> yang terinfeksi jamur a.) <i>B. bassiana</i> b.) <i>M. anisopliae</i>	41

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kumbang ambrosia *Euplatypus parallelus* (Fabricus) merupakan serangga yang berasal dari Amerika Selatan dan Amerika Tengah. Serangga ini hampir menyebar diseluruh dunia, terbawa pada kayu yang belum mengering pada saat diimpor ke berbagai wilayah setelah terjadinya perang dunia kedua. Serangga ini menyebar di Srilanka dari tahun 1970-an dan menyebar di Malaysia, Indonesia dan Thailand dari tahun 1980-an. Kumbang ambrosia dapat menyerang tanaman hidup, biasanya serangan hanya terjadi ketika tanaman mengalami stress (lingkungan yang tidak sesuai). Selain itu serangga ini dapat menjadi vektor jamur layu fusarium, meskipun tidak menjadi vektor utama, jika terjadi serangan berat terutama dikombinasikan serangan jamur dapat mematikan tanaman karena terjadi kerusakan pada jaringan tanaman tersebut (Beaver, 2013).

Kumbang ambrosia *Platypus koryoensis* (Murayama) di Korea Selatan menyebabkan kerusakan pada tanaman-tanaman hutan khususnya tanaman oak dan juga sebagai vektor jamur *Raffaella quercivora* (Moon *et al.* 2008). *Platypus quercivorus* (Murayama) yang ada di Jepang juga menyerang tanaman oak dalam jumlah besar dan menyebabkan kematian (Ueda dan Kobayashi, 2004). *P. quercivorus* dikenal sebagai vektor jamur patogen yang menyebabkan daun berguguran (Esaki *etal.*2004). Serangga penyebab kerusakan tanaman Sonokembang di Indonesia khususnya di kota Malang teridentifikasi akibat serangan kumbang ambrosia *E. parallelus* (F.). Karakteristik tanaman Sonokembang yang terserang serangga penggerek batang adalah sebagian daun rontok, terdapat lubang dan serbuk bekas gerakan pada batang kemudian batang tanaman mengering (Tarno *et al.* 2014).

Pengendalian hama pada umumnya menggunakan pestisida sintetik, meskipun efektif akan tetapi hal tersebut menjadi perhatian dunia akibat dampak negatifnya. Penggunaan agens hayati merupakan salah teknik pengendalian yang efektif dan ramah lingkungan. Jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* merupakan salah satu agens pengendali hayati yang efektif dalam mengendalikan

serangga hama. Jamur *B. bassiana* terdapat diseluruh dunia dan merupakan Jamur entomopatogen yang memiliki jenis inang terbanyak diantara jamur entomopatogen yang lain. Inangnya terutama ordo Lepidoptera, Coleoptera, Hemiptera, Diptera dan Hymenoptera (Tanada dan Kaya 1993). *Metarhizium anisopliae* merupakan salah jamur entomopatogen yang telah banyak digunakan untuk pengendalian uret perusak akar tebu dibeberapa negara. Di Indonesia jamur tersebut lebih berkembang untuk pengendalian kumbang perusak pucuk kelapa *Oryctes rhinoceros*. Hasil penelitian Harjaka (2006) menyebutkan bahwa jamur tersebut mampu mengendalikan uret perusak akar padi.

Kajian mengenai perbedaan konsentrasi *B. bassiana* dan *M. anisopliae* terhadap persentase kematian serangga uji berupa kumbang ambrosia *E. parallelus* perlu dilakukan. Oleh sebab itu dilakukan uji tingkat patogenisitas jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae* terhadap *E. parallelus* dengan tingkat konsentrasi yang berbeda. Sehingga dengan adanya penelitian ini dapat diketahui tingkat konsentrasi efektif *B. bassiana* dan *M. anisopliae* yang mampu mengendalikan kumbang ambrosia *E. parallelus*.

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari patogenisitas jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae* terhadap kumbang ambrosia *E. parallelus* pada konsentrasi tertentu.

Hipotesis

Semakin tinggi konsentrasi jamur entomopatogen *B. bassiana* dan *M. anisopliae* memberikan pengaruh untuk menginfeksi kumbang ambrosia *E. parallelus*.

Manfaat

Sebagai studi awal untuk mendapatkan cara pengendalian kumbang ambrosia *E. parallelus* dengan menggunakan jamur entomopatogen *B. bassiana* dan *M. anisopliae*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

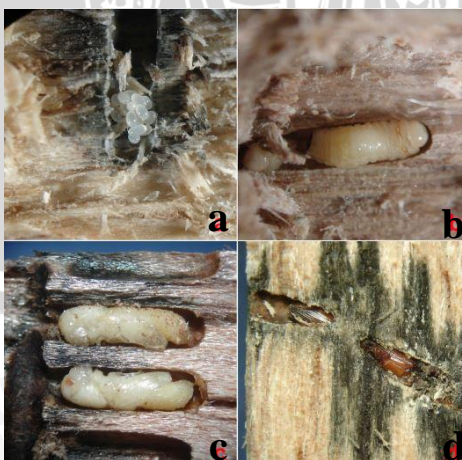
Kumbang Ambrosia *E. parallelus*

Klasifikasi Kumbang Ambrosia *E. parallelus*

Platypodinae adalah subfamili kumbang Curculionidae (Alonso dan Lyal2009).Kumbang ambrosia dapat menyerang tanaman di daerah tropis dan subtropis,dimana beberapa spesies mampu menjadi hama penting di hutan dan diperkebunan (Browne,1968). Kumbang ambrosia termasuk dalam Kerajaan Animalia, Filum Arthropoda, Anak Filum Hexapoda, Kelas Insecta, Bangsa Coleoptera, Anak Bangsa Polyphaga, Super Suku Curculionoidae, Suku Curculionidae, Anak Suku Platypodinae, dan Marga Euplatypus (Wood, 1993).

Bioekologi Kumbang Ambrosia *E. parallelus*

Kumbang ambrosia mengalami metamorfosis sempurna, seperti bangsa Coleoptera pada umumnya. Telur berwarna putih krem, berbentuk oval dan dalam satu kelompok terdapat 22-74 telur. Larva muda berbentuk huruf “C” sementara pada instar terakhir berbentuk lebih lurus. pronotum lebih besar daripada kepala, stadia larva pada tahap lebih dewasa sisi punggung berwarna kecoklatan. Pupa berwarna kuning kotor, berukuran panjang 0,60-3,41 mm dan termasuk tipe exarata. Pada ruas pertama sampai ketiga toraks masing-masing terdapat satu pasang bakal tungkai dan bagian depan kepalanya pipih (Silva *et al.*2013).



Gambar 1. Perbedaan stadia *E. parallelus* (Curculionidae, Platypodinae): a. Telur b. larva c. Pupa d. Imago dewasa jantan (Silva *et al.* 2013).

Imago kumbang ambrosia yang termasuk dalam anak suku Platypodinae berbentuk silindris dan berwarna coklat sampai hitam. Imago *E. parallelus* memiliki sepasang antena gada dan mata hitam yang berbentuk bulat cembung atau menonjol (Tarno *et al.* 2014). Semakin tua umurnya, warna tubuh imago menjadi lebih gelap (coklat kehitaman). Warna kepala, toraks, dan pangkal sayap depan relatif lebih terang dibandingkan dengan abdomen dan ujung sayap. Imago betina lebih besar daripada imago jantan, terutama panjang tubuhnya. Imago betina berukuran panjang 0,19-5,53 mm dengan diameter 0,32-1,60 mm. Imago jantan berukuran panjang 0,25-5,39 mm dengan diameter 0,21-1,80 mm (Nandika, 1991). Kumbang ambrosia jenis *P. trepanatus* (Chapman) berukuran panjang 0,21-0,80 mm dan lebar 0,23-0,51 mm. Lama stadia telur pada suhu udara 23-26°C mencapai 24-35 hari, stadia larva 16-19 hari, stadia pupa 6-15 hari dan masa praovoposisi imago 6-9 hari (Nandika, 1991).



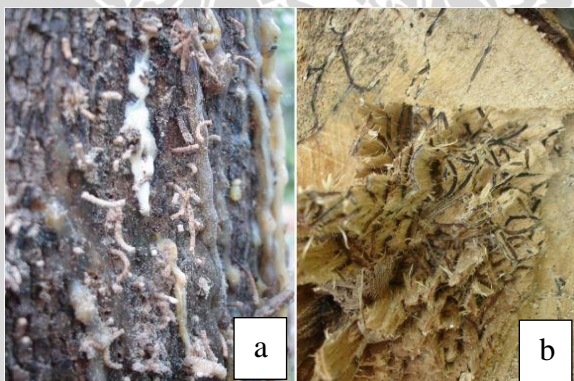
Gambar 2. Imago kumbang ambrosia *E. parallelus*, a) jantan, b) betina, c) antena gada, d) mata (Tarno *et al.* 2014).

Gejala Serangan Kumbang Ambrosia *E. parallelus*

Beberapa spesies kumbang ambrosia menyerang tanaman hidup, kondisi tertekan (lingkungan yang tidak sesuai) dan terserang penyakit. Kerusakan yang disebabkan kumbang dewasa yaitu membuat lubang galeri yang memanjang dalam kayu, jamur ambrosia yang disebarkan ke galeri dapat digunakan sebagai pakan bagi serangga dewasa dan larva (Schedl, 1965). Lubang galeri kecil yang ditinggalkan dikayu dikelilingi oleh area menghitam yang disebabkan oleh jamur ambrosia. Kerusakan ini dapat mengurangi nilai ekonomis kayu, terutama jika dimaksudkan untuk tujuan khusus seperti produk kayu (Furniss *et al.* 1977).

Spesies ini tanpa preferensi tanaman tertentu, cenderung menyerang tanaman besar atau batang tanaman yang baru saja mati atau sekarat. Kumbang ambrosia dapat berkembangbiak dibatang kecil dengan diameter sekitar 10 cm. Sistem galeri dimulai oleh serangga jantan kemudian dilanjutkan oleh serangga betina setelah bergabung dan terjadi perkawinan. Telur yang diletakkan dalam kelompok dicabang-cabang utama, dan pakan larva pada jamur ambrosia yang tumbuh pada dinding lubang (Schedl, 1965).

Sistem galeri (lubang bekas gerekan) dalam banyak kasus serangan, dimulai pada wilayah panel dengan ketinggian 1,5 m diatas permukaan tanah, kemudian meluas keatas dan kebawah sebagai peningkatan serangan. Tanda-tanda eksternal serangan adanya lubang kecil, yang biasanya disebut dengan *frass* (bekas gerekan yang memanjang) yang dikeluarkan dari lubang masuk. Ketika tidak ada curah hujan dan kecepatan angin rendah panjang *frass* mencapai 2,5 cm (Silva *et al.* 2013).



Gambar 3. Gejala serangan *E. parallellus* pada tanaman karet a. *Frass* b. Sistem galeri (Silva *et al.* 2013).

Serangan awal hingga tanaman mati membutuhkan waktu 1-2 minggu. Tanaman Sonokembang yang baru terserang terlihat daun menguning sampai kering kecoklatan, namun jumlah daun yang mengering tidak banyak. Bagian batang terdapat eksudat merah, terdapat lubang gerekan, dan serbuk gerekan (*frass*). Tanaman Sonokembang dengan serangan berat akan terlihat daun rontok semua, banyak lubang, dan serbuk gerekan (Tarno *et al.* 2014).



Gambar 4. Gejala serangan *E. parallelus* a) Serbuk gerekan, b) lubang gerekan, c) daun tanaman rontok semua (Tarno *et al.* 2014).

***Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin**

Klasifikasi *B. bassiana*

Beauveria bassiana merupakan jamur entomopatogen, sesuai taxonomi dan morfologi termasuk dalam Divisi Ascomycota, Kelas Hyphomycetes, Ordo Hypocreales, Famili Cordycipitaceae, Genus *Beauveria*, Spesies *Beauveria bassiana* (Tsefaye dan Seyoum, 2010).

Bioekologi *B. bassiana*

Jamur *B. bassiana* juga dikenal sebagai penyakit *white muscardine* karena miselium dan konidium (spora) yang dihasilkan berwarna putih, bentuknya oval, dan tumbuh secara zig-zag pada konidiofornya (Soetopo dan Indrayani, 2007). Struktur mikroskopis jamur *B. bassiana* meliputi: konidia, konidiofor (tangkai konidia) dan sel konidiogenus. Sel-sel konidiogenus tersusun dalam satu tandan dan bersifat acropetal sehingga rangkaian pertumbuhan konidia termuda terletak diujung (Ludwig dan Oetting, 2002).

Konidia dihasilkan dalam bentuk simpodial dari sel-sel induk yang terhenti pada ujungnya. Pertumbuhan konidia diinisiasi oleh sekumpulan konidia. Setelah itu, spora tumbuh dengan ukuran yang lebih panjang karena akan berfungsi sebagai titik tumbuh. Pertumbuhan selanjutnya dimulai di bawah konidia berikutnya, setiap saat konidia dihasilkan pada ujung hifa dan dipakai terus, selanjutnya ujungnya akan terus tumbuh. Dengan cara seperti ini, rangkaian konidia dihasilkan oleh konidia-konidia muda (rangkain akropetal), dengan kepala konidia menjadi lebih panjang. Ketika seluruh konidia dihasilkan, ujung

konidia penghubung dari sel-sel konidiogenus mempunyai pertumbuhan zig-zag dan mengikuti pertumbuhan asal (Brady 1979 ; Barron 2005).



Gambar 5. Morfologi mikroskopis *B. bassiana* (Ladja, 2009)

Miselium *B. bassiana* bersekat dan berwarna putih, konidiofor bercabang-cabang dengan pola zig-zag atau simpodial, konidia berbentuk bulat berwarna putih (hialin), bersel satu (tanpa sekat), konidia muncul dari setiap ujung percabangan konidiofor (Samson, 1981). Konidia *B. bassiana* merupakan sel tunggal, haploid dan tidak menyukai air, ukuran konidia *B. bassiana* adalah 2,5-3,5 μm . Sel konidiogenus *B. bassiana* berbentuk bulat seperti botol labu. Ukuran sel konidiogenus *B. bassiana* adalah 2-3 x 2-4 μm , jamur *B. bassiana* memiliki konidia yang menempel pada ujung dan pada sisi konidiofor atau cabang-cabangnya. Jamur ini berkembang biak dengan cara membentuk konidia yang bertipe blastospora yaitu konidia yang dibentuk melalui pertunasan sel somatik dari hifa atau konidiofor (Utomo, 1988).

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Patogenisitas *B. bassiana*

Faktor yang mempengaruhi patogenisitas *B. bassiana* meliputi sinar matahari, suhu dan kelembapan. Sinar matahari langsung dapat menekan perkembangan konidia jamur *B. bassiana*. Akan tetapi, konidia yang terlindung oleh kutikuladapat bertahan dari paparan sinar matahari. Hal tersebut dikarenakan konidia terlindungi oleh kutikulasehingga daya kecambahnya masih tinggi meskipun disimpan lebih dari 3 minggu. Jamur *B. bassiana* dapat tumbuh pada media dengan pH 3,3-8,5 sedangkan pH optimum untuk jamur sebesar 6,7 dengan RH 80-91 %. Ciri khas serangga hama mati terinfeksi jamur *B. bassiana* tampak hifa atau spora berwarna putih yang tumbuh dipermukaan kulit atau kutikula (Ferron, 1981).

Efektivitas *B.bassiana* juga dipengaruhi oleh konsentrasi konidia dari *B.bassiana* yang akan digunakan. Semakin tinggi konsentrasi konidia *B.bassiana* yang digunakan maka mortalitas serangga sasaran juga akan meningkat, semakin rendah konsentrasi konidia *B.bassiana* yang digunakan maka mortalitas serangga sasaran akan menurun. Pada kondisi lingkungan yang lembab, konidia *B. bassiana* yang terlepas dari konidiofornya akan berkecambah dalam waktu 24-48 jam (Steinhaus, 1949).

Perbedaan kemampuan untuk berkecambah pada masing-masing isolat dapat disebabkan perbedaan kemampuan dalam memanfaatkan nutrisi yang terdapat dalam media, hal tersebut dapat juga terjadi karena perbedaan karakteristik isolat yang kurang mampu memanfaatkan nutrisi pada saat awal perkecambahan pada masing-masing isolat. Daya kecambah dan proses perkecambahan yang cepat berperan dalam menentukan tingkat virulensi karena daya berkecambah merupakan titik awal dari stadia pertumbuhan jamur untuk dapat melakukan penetrasi ke integumen serangga (Purnomo, 2009).

Mekanisme Infeksi *B. bassiana*

Mekanisme infeksi dimulai ketika hifa atau spora *B. bassiana* menempel pada kulit luar serangga. Pertumbuhan hifa akan mengeluarkan enzim seperti protease, lipolitik, amilase, dan kitinase. Enzim-enzim tersebut mampu menghidrolisis kompleks protein didalam integument yang menyerang dan menghancurkan kutikula, sehingga hifa tersebut mampu menembus dan masuk serta berkembang didalam tubuh serangga. Mekanisme infeksi secara mekanik adalah infeksi melalui tekanan yang disebabkan oleh konidia *B. bassiana* yang tumbuh. Secara mekanik infeksi jamur *B. bassiana* berawal dari penetrasi miselium pada kutikula lalu berkecambah dan membentuk apresorium, kemudian menyerang epidermis dan hipodermis. Hifa kemudian menyerang jaringan dan hifa berkembang biak didalam *haemolymph* (Brady, 1979).

Pada perkembangannya didalam tubuh serangga *B. bassiana* akan mengeluarkan racun yang disebut *beauvericin* yang menyebabkan terjadinya paralisis pada anggota tubuh serangga. 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 syaraf, dan system pernafasan (Wahyudi, 2008). Serangga kemudian mati dan jamur *B. bassiana* akan terus melanjutkan pertumbuhan siklusnya dalam fase saprofitik. Setelah serangga inang mati, *B. bassiana* akan mengeluarkan antibiotik, yaitu *Oosporein* yang menekan populasi bakteri dalam perut serangga inang. Dengan demikian, pada akhirnya seluruh tubuh serangga inang akan penuh oleh propagul *B. bassiana*. Pada bagian lunak dari tubuh serangga inang, jamur ini akan menembus keluar dan menampakkan pertumbuhan hifa di bagian luar tubuh serangga inang yang biasa disebut “white bloom”. (Wahyudi, 2008).

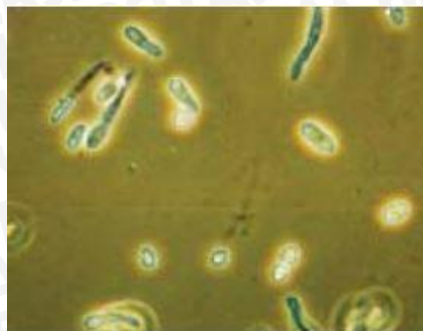
***Metarhizium anisopliae*(Metsch) Sorokin**

Klasifikasi *M. anisopliae*

Jamur *M. anisopliae* biasanya disebut *Green Muscardine Fungus* dan tersebar diseluruh dunia. 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 (Tanada dan Kaya, 1993). *M. anisopliae* adalah jamur entomopatogen yang termasuk dalam Kingdom: Fungi, Divisi: Eumycota, Kelas: Deuteromycetes, Ordo: Moniliales, Famili: Moniliaceae, Genus: *Metarhizium*, Spesies: *Metarhizium anisopliae* (Alexopoulos *et al.* 1996).

Bioekologi *M. anisopliae*

Pertumbuhan koloni jamur pada awalnya menunjukkan warna putih, kemudian berubah menjadi hijau gelap dengan bertambahnya umur koloni. Miselium berdiameter 1,98-2,97 μm , tersusun dengan tegak, berlapis dan bercorak yang dipenuhi dengan konidia bersel satu berwarna hialin, berbentuk bulat silinder dengan ukuran 9 μm (Prayogo, 2005). Konidiofor tersusun rapat dalam struktur seperti spodikium, pada ujungnya dibentuk konidia dalam rantai konidia, berdinding halus, tidak bewarna dan berbentuk silindris “oval” (Rayati, 2000).



Gambar 6. Konidia jamur *M. anisopliae* (Prayogo, 2004).

Miselium bersekat, diameter 1,98-2,97 μm , konidiofor tersusun tegak, berlapis, dan bercabang yang dipenuhi dengan konidia. Konidia bersel satu berwarna hialin, berbentuk bulat silinder dengan ukuran 9,94 x 3,96 μm . Jamur ini bersifat parasit pada beberapa jenis serangga dan bersifat saprofit didalam tanah dengan bertahan pada sisa-sisa tanaman (Barnett dan Hunter 1972; Alexopoulos dan Mims 1979).

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Patogenisitas *M. anisopliae*

Temperatur optimum untuk pertumbuhan *M. anisopliae* berkisar 22-27°C konidia akan membentuk kecambah pada kelembapan diatas 90% (Roddam dan Rath, 1997). Konidia akan berkecambah dengan baik dan patogenisitasnya meningkat bila kelembapan udara sangat tinggi hingga 100%, patogenisitas jamur *M. anisopliae* akan menurun apabila kelembapan udara di bawah 86% (Milner *et al.* 1997)

Daya kecambah (viabilitas) jamur entomopatogen merupakan awal dari stadia pertumbuhan jamur sebelum melakukan penetrasi keintegumen serangga. Oleh karena itu, persentase daya kecambah sangat menentukan keberhasilan jamur dalam pertumbuhan selanjutnya. Faktor lingkungan (sinar matahari, kelembapan, dan temperatur) sangat menentukan keberhasilan proses infeksi di samping faktor ganti kulit (*moulting*) dari serangga (Luz *et al.* 1998). Virulensi yang tinggi umumnya disebabkan oleh toksin yang terkandung dalam jamur (Widayat dan Rayati 1993). Toksin menyebabkan terjadinya lisis pada integumen serangga yang tersusun dari protein dan khitin (Samsonet *al.* 1988). Mortalitas serangga sangat ditentukan oleh kerapatan konidia jamur entomopatogen yang

diaplikasikan semakin tinggi kerapatan konidia *M. anisopliae* semakin tinggi pula mortalitas *Spodoptera litura* (Prayogo dan Tengkanu 2004).

Kerapatan konidia yang optimal untuk mengendalikan hama bergantung pada jenis serangga yang akan dikendalikan. Wang dan Powell (2001) hanya memerlukan kerapatan konidia 10^5 – 10^6 konidia/ml untuk mengendalikan *Triatomainfestans*. Viabilitas konidia jamur entomopatogen dipengaruhi oleh suhu, kelembapan, pH, radiasi sinar matahari, dan kandungan nutrisi bahan pembawa.

Prayogo dan Tengkanu (2002) menyatakan bahwa ruang kamar dengan temperatur 20-26°C cukup baik untuk menyimpan biakan jamur. Suhu dan kelembapan yang sesuai bagi jamur akan mengurangi dehidrasi jamur saat disimpan. Dehidrasi yang berlebihan akan mengakibatkan kerusakan pada struktur jamur khususnya konidia, sehingga banyak konidia yang infeksi sebelum melakukan proses infeksi pada serangga inang.

Mekanisme Infeksi *M. anisopliae*

Jamur *M. anisopliae* ini bersifat parasit pada serangga dan bersifat saprofit pada tanah atau bahan organik. Jamur ini mengadakan penetrasi kedalam tubuh serangga melalui kontak dengan kulit diantara ruas-ruas tubuh. Mekanisme penetrasinya dimulai dengan menempelkan konidia pada kutikula atau mulut serangga. Konidia ini selanjutnya berkecambah dengan membentuk tubuh kecambah. Apresorium mula-mula dibentuk dengan menembus epitelium, selanjutnya menembus jaringan yang lebih dalam (Situmorang, 1990). Jamur ini bersifat parasit pada beberapa jenis serangga dan bersifat saprofit didalam tanah dengan bertahan pada sisa-sisa tanaman (Alexopoulos dan Mims, 1996).

III. METODOLOGI

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hama Tumbuhan Sub Laboratorium Pengembangan Agens Hayati Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas pertanian Universitas Brawijaya Malang. Waktu penelitian Maret sampai Juni 2016.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan petri, hand counter, kompor listrik, pisau, panci, autoklaf, timbangan digital, erlenmeyer, gelas ukur, spatula, kaca penutup, kaca preparat, pinset, botol media, pembakar spiritus, mikroskop, sangkar kumbang ambrosia, hand sprayer, Laminar Air Flow Carbinet (LAFC), pipet tetes, mikropipet, kamera digital dan orbital shaker.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alkohol 70%, akuades, spiritus, kapas, media Ekstrak Kentang Gula (EKG), imago kumbang ambrosia *E. Parallelus*, sabut kayu tanaman Sonokembang, kertas label, kertas saring, aluminium foil, plastik wrapping, dan kapas. Biakan murni jamur yang digunakan dalam penelitian ini adalah *B. bassiana* isolat dari *Nilaparvarta lugens* dan *M. anisopliae* isolat dari tanah organik dari koleksi Laboratorium Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

Metode Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan untuk uji patogenisitas ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Metode aplikasi yang digunakan yaitu kontak langsung menggunakan perlakuan jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae* dengan konsentrasi yang berbeda. Setiap perlakuan dari masing-masing diulang sebanyak 4 (empat) kali, jumlah keseluruhan dari plot percobaan adalah 28 plot percobaan. Setiap perlakuan menggunakan 15 ekor imago kumbang ambrosia. Jumlah keseluruhan serangga uji adalah 420 ekor. Faktor perlakuan yang diujikan yaitu sebagai berikut:

1. Kontrol (akuades)
2. *B. bassiana* 10⁶ konidia/ml
3. *B. bassiana* 10⁷ konidia/ml
4. *B. bassiana* 10⁸ konidia/ml
5. *M. anisopliae* 10⁶ konidia/ml
6. *M. anisopliae* 10⁷ konidia/ml
7. *M. anisopliae* 10⁸ konidia/ml

Persiapan Penelitian

Penyediaan Serangga Uji *E. parallelus*

Imago *E. parallelus* yang digunakan diperoleh dari proses perburuan atau “*hunting*” pada tanaman Sonokembang yang terserang kumbang ambrosia, selain itu juga proses pencarian serangga dalam jumlah banyak yaitu bekerja sama dengan Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Malang yang melakukan pemotongan pada tanaman Sonokembang yang mati akibat terserang kumbang ambrosia.

Pembuatan Media Potato Dextrose Agar (PDA)

Kentang dicuci bersih kemudian diiris dan ditimbang seberat 250 gr, direbus hingga kentang menjadi lunak kemudian disaring. Air rebusan kentang dituangkan kedalam gelas ukur kemudian ditambahkan akuades hingga volumenya menjadi 1000 ml. Ekstrak kentang yang diperoleh kemudian dididihkan kembali dan ditambahkan agar-agar 20 gr dan dextrose 20 gr sambil diaduk hingga merata, larutan tersebut disaring kembali kemudian dimasukkan kedalam botol scott. Kemudian disterilisasikan dalam autoclave pada suhu 121 °C selama 30 menit.

Pembutan Media Ekstrak Kentang Gula (EKG)

Kentang dicuci bersih kemudian dipotong dengan ukuran (1×1×1 cm) dan direbus dalam akuades 1000 ml samapai lunak selama 20 menit. Kentang disaring dan diambil ekstraknya. Air hasil saringan dimasukkan kedalam gelas ukur dan

ditambahkan akuades hingga 1000 ml dan dextrose sebanyak 20 gr kemudian dididihkan kembali hingga merata. Setelah itu ekstrak kentang yang sudah homogen dimasukkan kedalam erlenmeyer kemudian disumbat dengan kapas dan ditutup dengan aluminium foil untuk disterilkan dalam autoclave pada temperatur 121 °C selama 30 menit dengan tekanan 1 atmosfer (atm).

Perbanyakkan Jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae* pada Media EKG

Perbanyakkan isolat jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae* dilakukan dengan cara memindahkan biakan murni menggunakan jarum ose, setelah miselium memenuhi permukaan cawan petri. Media EKG yang sudah disterilisasi dimasukkan kedalam tabung erlenmeyer 250ml, kemudian dilakukan penanaman isolat kedalam media EKG. Penanaman dilakukan dengan memasukkan miselium jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae* masing-masing sebanyak 2 lubang *cork borer* untuk 200ml. Media EKG yang sudah terisi isolat kemudian di-shaker selama 4 (hari) dengan kecepatan 120 rpm kemudian diinkubasi selama 7-14 hari.

Identifikasi

Identifikasi bertujuan untuk memastikan spesies jamur entomopatogen yang dibiakkan adalah *B. bassiana* dan *M. anisopliae*. Identifikasi dilakukan dengan cara mengambil 1 (satu) tetes suspensi *B. bassiana* dan *M. anisopliae* kemudian diletakkan diatas gelas objek dan tutup *cover glass* kemudian diinkubasi selama 2 (dua) hari pada kondisi lembab. Identifikasi dilakukan berdasarkan pada morfologi konidia, hifa, konidiofor dan warna koloni menggunakan mikroskop.

Kerapatan Spora *B. bassiana* dan *M. anisopliae*

Suspensi jamur yang telah dipanen dihitung kerapatannya dengan menggunakan haemocytometer. Suspensi jamur diambil sebanyak 0,01 ml menggunakan mikropipet kemudian diteteskan diatas haemocytometer dan ditutup dengan *cover glass*. Kerapatan konidia diamati dibawah mikroskop binokuler perbesaran 40x. Perhitungan kerapatan menggunakan rumus Gabriel dan Riyanto (1989) sebagai berikut:

$$C = t/(n.x) \times 10^6$$

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

Viabilitas spora ditentukan dengan cara meneteskan suspensi spora pada kaca preparat dan diinkubasi selama 24 jam. Satu tetes suspensi tersebut diteteskan pada kaca preparat dan ditutup dengan gelas penutup, kemudihan dihitung jumlah spora yang berkecambah dan tidak berkecambah pada bidang pandang di bawah mikroskop dengan perbesaran 400x. Penghitungan viabilitas spora dilakukan setelah inkubasi selama 24 jam. Viabilitas spora dihitung dengan menggunakan rumus Gabriel & Riyatno (1989).

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

V adalah perkecambahan konidia (Viabilitas), **g** adalah jumlah konidia yang berkecambah, **U** adalah jumlah konidia yang tidak berkecambah.

Jumlah kerapatan spora yang digunakan dalam penelitian ini adalah 10^8 , 10^7 dan 10^6 sehingga jumlah kerapatan minimal adalah 10^8 . Konidia yang dihitung kemudian distandarisasi agar memiliki konsentrasi 1×10^8 konidia/ml. Jika kerapatan konidia mencapai 10^8 atau lebih, maka selanjutnya adalah membuat suspensi kerapatan 10^7 dan 10^6 dengan pengenceran berseri.

Pelaksanaan Penelitian

Pengujian Patogenisitas *B. bassiana* dan *M. anisopliae* pada *E. parallelus*

Tujuan dari uji patogenisitas adalah untuk mengetahui kerapatan *B. bassiana* dan *M. anisopliae* yang dapat mengakibatkan mortalitas paling efektif terhadap *E. parallelus*. Kerapatan yang diujikan adalah konsentrasi perlakuan 10^6 , 10^7 dan 10^8 konidia/ml dan akuades sebagai kontrol. Perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 4 (empat kali) masing-masing perlakuan menggunakan menggunakan 15 ekor imago *E. parallelus* yang ditempatkan pada cawan petri. Jumlah serangga uji keseluruhan yang digunakan sebanyak 420 ekor.

Aplikasi jamur *B. bassiana* pada serangga uji menggunakan metode kontak langsung dengan menggunakan hand sprayer (Kassa *et al.* 2004) dengan

kecepatan aliran 1,3 ml sekali semprot. Kemudian suspensi jamur disemprotkan merata pada serangga uji yang telah diletakkan didalam cawan petri sebanyak 4 kali semprot (1 ml) untuk setiap serangga. Aplikasi diawali dengan perlakuan akuades (kontrol) kemudian perlakuan lainnya dimulai dari konsentrasi rendah ke konsentrasi tinggi. Selanjutnya serangga yang telah disemprot dipindahkan kedalam cawan petri dan diberi sabut kayu tanaman Sonokembang, setelah itu serangga uji diletakkan dalam ruangan pada kondisi gelap dengan suhu ruang yaitu 26⁰C. Pengamatan kematian serangga dimulai dari 24 jam setelah aplikasi dan dilanjutkan sampai 7 hari. Mortalitas serangga uji dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Persentase kematian imago} = \frac{\text{Jumlah imago mati}}{\text{Jumlah seluruh imago}} \times 100\%$$

M adalah persentase mortalitas serangga, **N** adalah jumlah serangga yang mati, dan **n** adalah jumlah serangga uji. Persentase kematian yang diperoleh apabila kurang dari 20%, kemudian dikoreksi menggunakan rumus (Abbot's dalam Busvine,1971), yaitu:

$$P_t = \frac{P_o - P_c}{100 - P_c} \times 100\%$$

P_t adalah persentase kematian yang telah terkoreksi, **P_o** adalah persentase kematian pada perlakuan dan **P_c** persentase kematian pada kontrol.

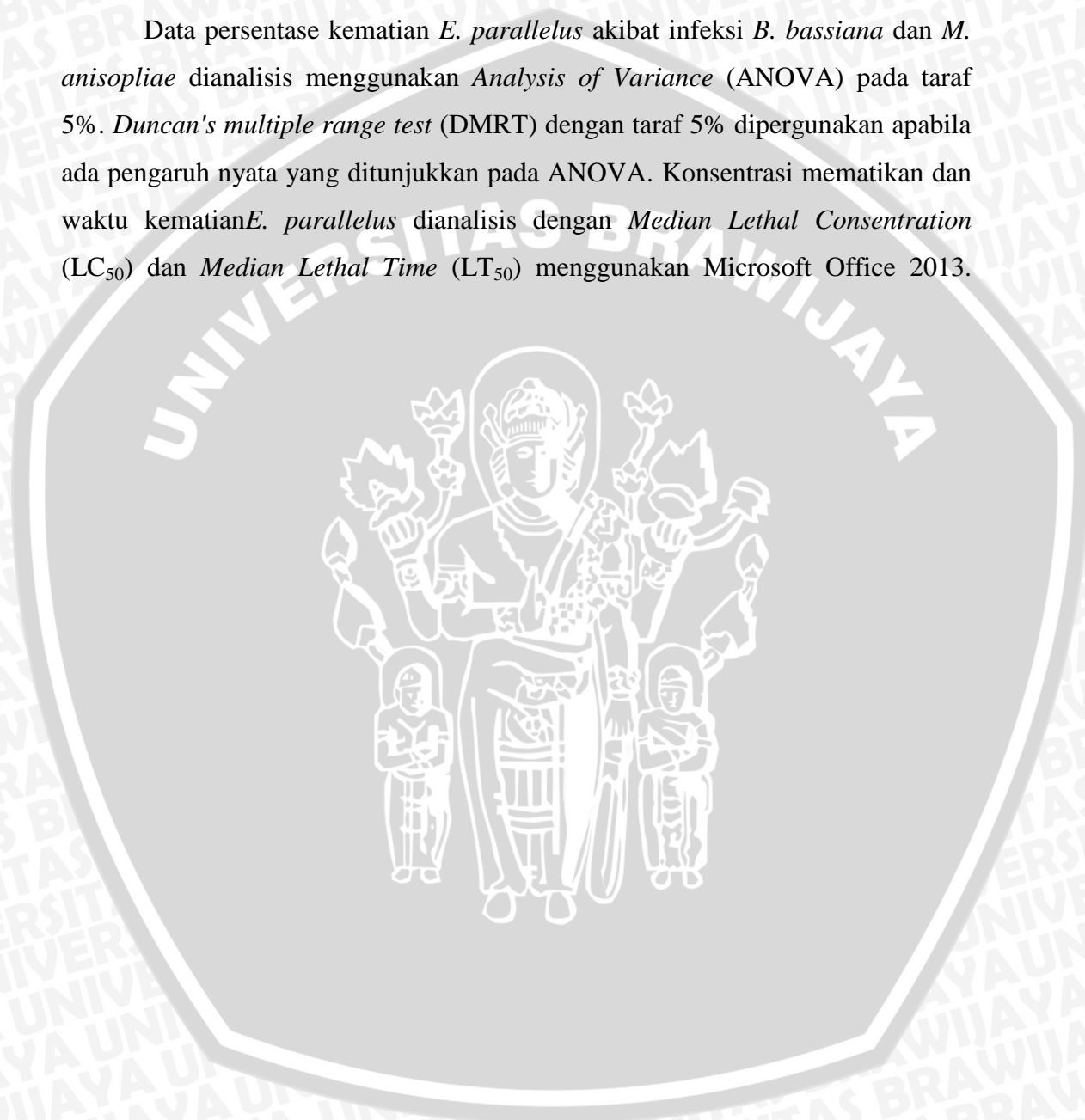
Isolasi Jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae* dari *E. parallelus* yang terinfeksi.

Tujuan dari isolasi untuk mendapatkan jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae* yang telah menyebabkan kematian pada *E. parallelus*. isolasi dilakukan didalam LAFC. Imago *E. parallelus* yang terinfeksi jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae* dikeluarkan dari tempatnya dan disterilisasi dengan NaOCl 1%, alkohol 70% kemudian dibilas dengan akuades steril sebanyak dua kali. Imago *E. parallelus* tersebut kemudian diletakkan dalam cawan petri yang berisi tisu lembab steril dan diinkubasi selama 4-7 hari pada suhu 27⁰C untuk merangsang pertumbuhan miselia pada permukaan serangga tujuannya untuk mengkonfirmasi infeksi jamur dari serangga yang mati. Jamur yang tumbuh dari tubuh

imago *E. parallelus* kemudian dibiakkan pada media PDA dan diinkubasi selama 7 hari. Biakan murni hasil isolasi jamur ini kemudian diidentifikasi.

Analisis Data

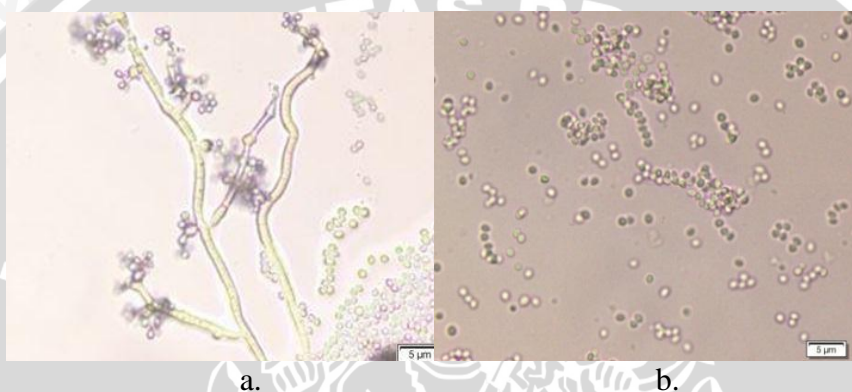
Data persentase kematian *E. parallelus* akibat infeksi *B. bassiana* dan *M. anisopliae* dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) pada taraf 5%. *Duncan's multiple range test* (DMRT) dengan taraf 5% dipergunakan apabila ada pengaruh nyata yang ditunjukkan pada ANOVA. Konsentrasi mematikan dan waktu kematian *E. parallelus* dianalisis dengan *Median Lethal Concentration* (LC₅₀) dan *Median Lethal Time* (LT₅₀) menggunakan Microsoft Office 2013.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Morfologi *B. bassiana* dan *M. anisopliae*

Hasil pengamatan mikroskopis jamur *B. bassiana* menunjukkan hifa bersekat, berwarna hialin, konidiofor tumbuh berselang seling berbentuk zig-zag diatas hifa yang tumbuh memanjang, konidia berwarna hialin dan bergerombol (Gambar 7 a). Konidia dari jamur *B. bassiana* berbentuk agak bulat sampai bulat telur, memiliki diameter 2,33 μm hingga 2,93 μm (Gambar 7 b).



Gambar 7. Morfologi Mikroskopis jamur *B. bassiana* (perbesaran 400x) a.) Hifa
b.) Konidia

Menurut Samson *et al.* (1988) jamur *B. bassiana* memiliki hifa pendek, hialin lurus, dan tebal. Kelompok hifa muncul dari tengah dengan ukuran panjang 3-4 μm dan lebar 1-2 μm , bentuk koloni berwarna putih, konidia bulat dengan ukuran (2-3) x (2-2,4) μm , berwarna hialin, bersel satu, terbentuk secara soliter pada ujung konidiofor, dan pola pertumbuhan berselang seling, pertumbuhan konidioforanya zig-zag.

Hasil pengamatan mikroskopis jamur *M. anisopliae* menunjukkan hifa bersekat, berwarna hialin, konidiofor bercabang (Gambar 8a), konidia bersel satu, berbentuk bulat silinder, konidia berukuran panjang 4,21 μm dan lebar 1,99 μm membentuk rantai dan berwarna hialin (Gambar 8 b).



Gambar 8. Morfologi mikroskopis jamur *M. anisopliae* (perbesaran 400x) a.) Hifa b.) Konidia

Menurut Samson *et al.* (1988) jamur *Metarhizium* mempunyai miselium yang bersekat, konidiofor tersusun tegak dengan ukuran bervariasi antara (4-13,4) x (1,4-2,5) μm , berlapis dan bercabang yang dipenuhi dengan konidia, konidia bersel satu berwarna hialin, dan berbentuk bulat silinder. Konidia berukuran panjang 4-7 μm dan lebar 1,43 x 3,2 μm . Mempunyai fialid dengan ukuran bervariasi antara (6,1-12,9) x (1,7-3,5) μm . Koloni jamur berwarna putih, kemudian berubah menjadi hijau gelap dengan bertambahnya umur.

Persentase Kematian Imago *E. parallelus* Akibat Infeksi Jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae* pada Perlakuan Kerapatan Konidia yang Berbeda.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae* mampu menginfeksi dan menyebabkan mortalitas terhadap imago *E. parallelus*. Pengamatan persentase mortalitas imago *E. parallelus* dilakukan setiap 24 jam selama 7 hari setelah aplikasi (HSA). Tingkat kematian imago *E. parallelus* merupakan parameter pengukuran terhadap jumlah imago serangga uji yang mati akibat infeksi jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae*.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa infeksi jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae* dengan konsentrasi 10^6 , 10^7 dan 10^8 konidia/ml berpengaruh terhadap mortalitas imago *E. parallelus*. Pada pengamatan hari ke 1 sampai dengan hari ke 5 HSA belum menunjukkan perbedaan yang nyata antara mortalitas imago *E. parallelus* kontrol (normal) maupun perlakuan (diinfeksi), kemudian pada hari ke 6 dan 7 HSA telah menunjukkan perbedaan yang nyata antara perlakuan imago *E. parallelus* kontrol (normal) dan perlakuan (diinfeksi).

Rerata mortalitas *E. parallelus* akibat infeksi *B. bassiana* dan *M. anisopliae* pada perlakuan kerapatan konidia yang berbeda disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Rerata persentase kematian imago *E. parallelus* akibat infeksi *B. bassiana* dan *M. anisopliae* pada perlakuan kerapatan konidia yang berbeda.

Perlakuan (konidia/ml)	Pengamatan pada HSA (%)						
	1	2	3	4	5	6	7
Kontrol (Akuades)	0,00	0,00	0,00	1,67	6,66	10,00 ^a	18,33 ^a
<i>B. bassiana</i> 10 ⁶	0,00	1,67	1,67	8,47	23,21	44,44 ^b	69,38 ^b
<i>B. bassiana</i> 10 ⁷	0,00	1,67	1,67	5,07	25,35	50,00 ^b	77,54 ^b
<i>B. bassiana</i> 10 ⁸	1,67	1,67	3,33	6,77	39,28	75,92 ^b	91,83 ^b
<i>M. anisopliae</i> 10 ⁶	1,67	1,67	1,67	1,68	14,29	44,44 ^b	63,26 ^b
<i>M. anisopliae</i> 10 ⁷	1,67	1,67	1,67	3,38	16,07	37,03 ^{ab}	67,34 ^b
<i>M. anisopliae</i> 10 ⁸	1,67	3,33	5,00	8,47	32,14	64,81 ^b	81,63 ^b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Duncan ($\alpha=5\%$).

Hasil analisis ragam pada Tabel 1 menunjukkan bahwa infeksi konidia jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae* dapat menyebabkan mortalitas imago *E. parallelus*. Mortalitas imago *E. parallelus* meningkat seiring dengan meningkatnya kerapatan konidia. Dapat diketahui bahwa semakin tinggi jumlah konidia, maka peluang kontak konidia dengan tubuh imago *E. parallelus* semakin besar. Kondisi ini menjelaskan bahwa semakin tinggi kerapatan berbanding lurus dengan jumlah konidia yang berkecambah pada permukaan imago dan berpenetrasi pada integumen, serta menyebabkan kerusakan fisiologis imago *E. parallelus*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Rustama *et al.* (2008) yang menyatakan semakin banyak konidia yang melekat pada kutikula serangga, maka semakin banyak pula konidia yang melakukan penetrasi terhadap kutikula.

Dari Tabel 1 dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan yang nyata pada persentase mortalitas imago. Dimana pada perlakuan kontrol, mortalitas imago kumbang ambrosia menunjukkan nilai terendah yaitu sebesar 18,33% dibandingkan dengan perlakuan uji. Persentase kematian imago *E. parallelus* pada konsentrasi 10⁶ hingga 10⁸ oleh jamur *B. bassiana* memiliki kemampuan yang sama untuk menginfeksi kumbang ambrosia. Akan tetapi pada konsentrasi 10⁸ konidia/ml menunjukkan tingkat mortalitas dengan nilai tertinggi yaitu sebesar

91,83%. Hal ini didukung oleh pernyataan Noya (2009) bahwa aplikasi *B. bassiana* pada konsentrasi spora 10^8 konidia/ml mampu menyebabkan mortalitas imago *Cylas formicarius* lebih dari 50%, mortalitas tertinggi dari isolat *Nezara viridula* yaitu 90%. Hasil penelitian Tarno *et al.* (2011) juga menunjukkan hal serupa yaitu aplikasi *B. bassiana* pada *P. quercivorus* dengan kerapatan 10^7 konidia/ml akuades dapat menyebabkan kematian pada larva *P. quercivorus* hingga 100%. Dapat diketahui bahwa untuk mendapatkan kematian pada stadia larva membutuhkan konsentrasi *B. bassiana* yang lebih rendah, sedangkan untuk mendapatkan kematian yang lebih tinggi pada Imago *E. parallelus* membutuhkan konsentrasi yang lebih tinggi, karena dipengaruhi oleh tingkat kekerasan dari kutikula serangga tersebut.

Sama halnya dengan perlakuan *B. bassiana*, pada konsentrasi 10^6 hingga 10^8 konidia/ml menunjukkan bahwa *M. anisopliae* mampu menyebabkan mortalitas pada kumbang ambrosia. Akan tetapi pada konsentrasi 10^8 konidia/ml menunjukkan tingkat mortalitas dengan nilai tertinggi yaitu sebesar 81,63%. Hal ini didukung oleh pernyataan Prayogo *et al.* (2005) bahwa aplikasi *M. anisopliae* terhadap *S. litura* dengan konsentrasi spora jamur yang digunakan 10^8 spora/ml menyebabkan mortalitas larva pada hari kedelapan setelah aplikasi adalah sebesar 70,67%. Hasil penelitian Mulyanto (2007) juga menunjukkan hal serupa yaitu pada kerapatan spora pada jamur *M. anisopliae* hasil eksplorasi (baru) $5,08 \times 10^8$ dapat menyebabkan kematian larva *Oryctes rhinoceros* sebesar 81,61 %.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terjadi kenaikan mortalitas imago yang diinfeksi spora jamur seiring dengan semakin tinggi tingkat konsentrasi spora. Semakin tinggi kerapatan konidia, maka jumlah konidia yang menempel pada permukaan serangga semakin banyak, sehingga kemungkinan terjadinya kontak antara jamur dengan inang semakin besar dan dapat mempercepat proses kematian pada serangga. Sudarmadji dan Gunawan (1994) menyatakan bahwa semakin banyak spora yang menempel pada tubuh serangga, semakin besar pula peluang jamur untuk tumbuh dan berkembang pada tubuh serangga, selanjutnya mematikan serangga.

Kerapatan *B. bassiana* sebesar 10^8 konidia/ml menyebabkan tingkat kematian tertinggi yaitu sebesar 91,83% dan *M. anisopliae* kerapatan 10^8 menyebabkan kematian sebesar 81,63%. Tingkat kematian imago *E. parallelus* tersebut Menurut thungrabeab *et al.* (2006) tergolong dalam patogenisitas tinggi. Thungrabeab *et al.* (2006) mengklasifikasikan tingkat patogenisitas menjadi tiga yaitu: Patogenisitas tinggi dengan persentase kematian lebih dari 64,49%, patogenisitas sedang dengan persentase kematian 64,49% hingga 30,99%, dan patogenisitas rendah dengan persentase kematian kurang dari 30,99%.

Perubahan Morfologi Imago *E. parallelus* Setelah Terjadinya Infeksi *B. bassiana* dan *M. anisopliae*.

Perubahan morfologi imago *E. parallelus* setelah terinfeksi *B. bassiana* disajikan pada (Gambar 9). Imago *E. parallelus* pada kondisi normal atau sebelum terinfeksi jamur *B. bassiana* memiliki tubuh berwarna coklat cerah, tampak segar dan masih aktif bergerak. Setelah terinfeksi jamur, tubuh serangga mengalami perubahan warna menjadi agak memudar, mengeras, dan tumbuh miselium berwarna putih pada permukaan kutikula serangga. Miselium mulai muncul pada permukaan kutikula serangga uji pada hari ke 4 (empat) setelah terjadinya inokulasi. Miselium menutup permukaan tubuh serangga secara keseluruhan setelah dilakukan inkubasi selama 7 (tujuh) hari pada suhu 26 °C. Menurut Utami *et al.* (2014) pada permukaan tubuh *Tenebrio molitor* yang terinfeksi jamur entomopatogen *B. bassiana* menunjukkan adanya miselium berwarna putih kapur seperti kapas.



Gambar 9. Imago *E. parallelus* a) Imago normal b) konidia berkecambah dan mulai menembus kutikula c) miselium berwarna putih menutup permukaan tubuh *E. parallelus*

Mekanisme infeksi oleh jamur entomopatogen diawali dengan menempelnya propagul jamur pada tubuh serangga, lalu propagul berkecambah pada integumen, selanjutnya tabung kecambah melakukan penetrasi masuk ke tubuh serangga (Kanga *et al.* 2013) mekanisme penetrasi dimulai dengan pertumbuhan spora pada kutikula dan selanjutnya hifa mengeluarkan enzim kitinase, lipase, dan protease untuk menguraikan kutikula serangga (suntoro, 1991). Setelah melakukan penetrasi, hifa berkembang memasuki pembuluh darah dan menghasilkan toksin beauvericin, beauverolit, isolarit dan asam aksalat yang dapat menaikkan pH dan penggumpalan darah. Jamur *B. bassiana* juga merusak haemocoel secara mekanis, seperti saluran pencernaan, otot sistem saraf, dan sistem pernafasan. Semua proses tersebut menyebabkan mandul, lumpuh dan kematian serangga yang terinfeksi (Robert dan Yendol, 1982).

Perubahan morfologi imago *E. parallelus* setelah terinfeksi *M. anisopliae* disajikan pada (Gambar 10). Gejala infeksi *M. anisopliae* pada *E. parallelus* yaitu aktivitas pergerakannya menjadi lambat, perubahan warna tubuh dari coklat cerah kemudian menjadi kusam, akhirnya serangga mengalami kematian dengan tubuh mengkerut dan mengeras (mumifikasi) yang diselimuti oleh miselium berwarna hijau. Miselium mulai muncul pada kutikula serangga uji pada hari ke 5 (lima) setelah terjadinya inokulasi.



Gambar 10. *E. parallelus*) Imago normal b) konidia mulai berkecambah dan menembus kutikula c) Miselium mulai menutupi tubuh *E. parallelus*

Menurut Thalib *et al.* (2012) menyatakan bahwa hama yang terinfeksi *M. anisopliae* akan mengalami perubahan warna menjadi coklat kehitaman, mengkerut, dan ditumbuhi hifa jamur berwarna hijau. Selanjutnya Rustama *et al.* (2008) menyatakan destruksi pada titik penetrasi dan terbentuknya blastospora

yang kemudian beredar kedalam hemolimfa dan membentuk hifa sekunder untuk menyerang jaringan lainnya. Enam senyawa enzim dikeluarkan oleh *M. anisopliae*, yaitu lipase, khitinase, amilase, proteinase, pospatase, dan esterase. Pada waktu serangga mati, fase perkembangan saprofit jamur dimulai dengan penyerangan jaringan dan berakhir dengan pembentukan organ reproduksi. Pada umumnya semua jaringan dan cairan tubuh serangga habis digunakan oleh jamur, sehingga serangga mati dengan tubuh yang mengeras seperti mumi. Faktor lain yang mempengaruhi pengujian patogenisitas yaitu isolat, suhu dan kelembapan. Suhu laboratorium yang digunakan pengujian yaitu 26 °C dan kelembapannya yaitu 64%.

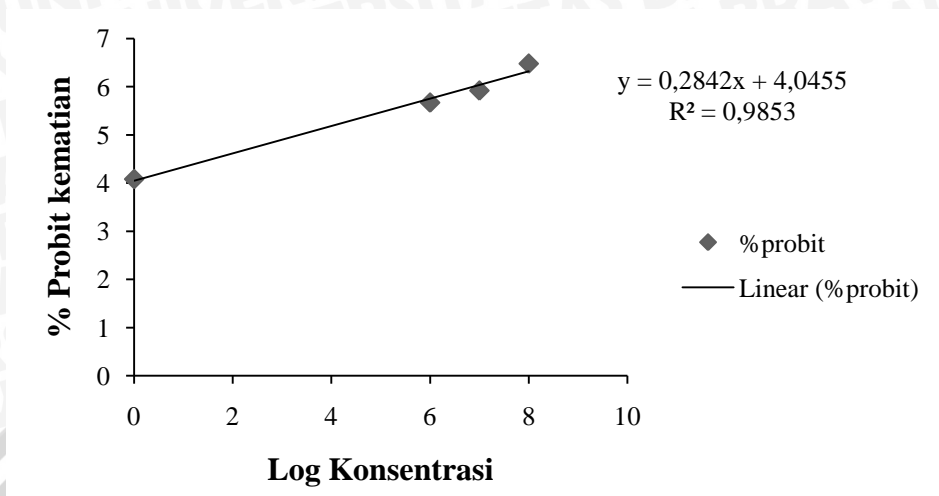
Pengaruh Kerapatan Konidia *B. bassiana* dan *M. anisopliae* Terhadap Konsentrasi Mematikan (LC₅₀) dan Waktu Mematikan (LT₅₀) *E. parallelus*.

Keefektifan jamur entomopatogen untuk mengendalikan *E. parallelus* diketahui dari nilai *Lethal Concentration* atau LC₅₀ dan *Lethal Time* atau LT₅₀. Faktor konsentrasi efektif dan waktu efektif tercapai, berkaitan dengan efektifitas pengendalian untuk mengetahui mortalitas dari serangga yang di uji.

Tabel 2. Patogenisitas *B.bassiana* dan *M. anisopliae* terhadap *E. parallelus*.

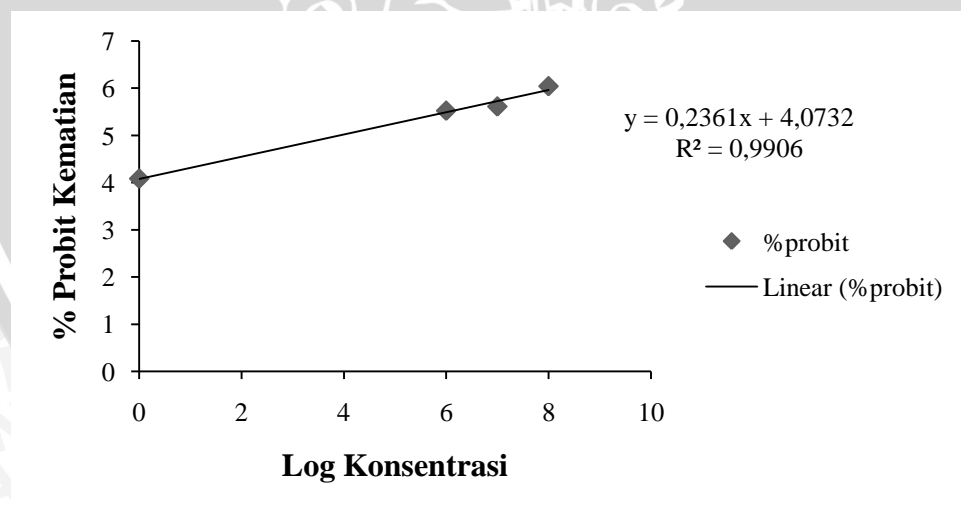
Perlakuan	LC ₅₀ (konidia/ml)	Persamaan LC ₅₀	LT ₅₀ (Hari)	Persamaan LT ₅₀
<i>B. bassiana</i>	0,08 x 10 ⁶	y = 0,2842x + 4,0455	5,9	y = 6,1588x + 0,3011
<i>M. anisopliae</i>	0,09 x 10 ⁶	y = 0,2361x + 4,0732	6,1	y = 2,9317x + 2,2701

Berdasarkan (Tabel 2) menunjukkan nilai LC₅₀ kerapatan konidia jamur *B. bassiana* dapat menyebabkan mortalitas 50%, LT₅₀ yaitu tercapai pada konsentrasi 0,08 x 10⁶ konidia/ml membutuhkan waktu 5,9 hari (123 jam 36 menit). Pada jamur *M. anisopliae* dapat menyebabkan mortalitas 50%, LT₅₀ tercapai pada konsentrasi 0,09 x 10⁶ membutuhkan waktu 6,1 hari (144 jam 24 menit).



Gambar 11. Pengaruh konsentrasi mematikan (LC₅₀) terhadap kematian imago *E. parallelus* akibat infeksi *B. bassiana*.

Berdasarkan grafik (Gambar 11) menunjukkan bahwa setiap penambahan konsentrasi jamur *B. bassiana* konidia/ml maka kematian yang terjadi akan meningkat.(y) dengan tingkat kematian sebesar 0,284. Koefesien regresi variabel konsentrasi (x) sebesar 0,284%.dapat diartikan bahwa setiap peningkatan konsentrasi kerapatan sebesar 10¹ konidia/ml akan menyebabkan kematian *E. parallelus* sebesar 0,284%

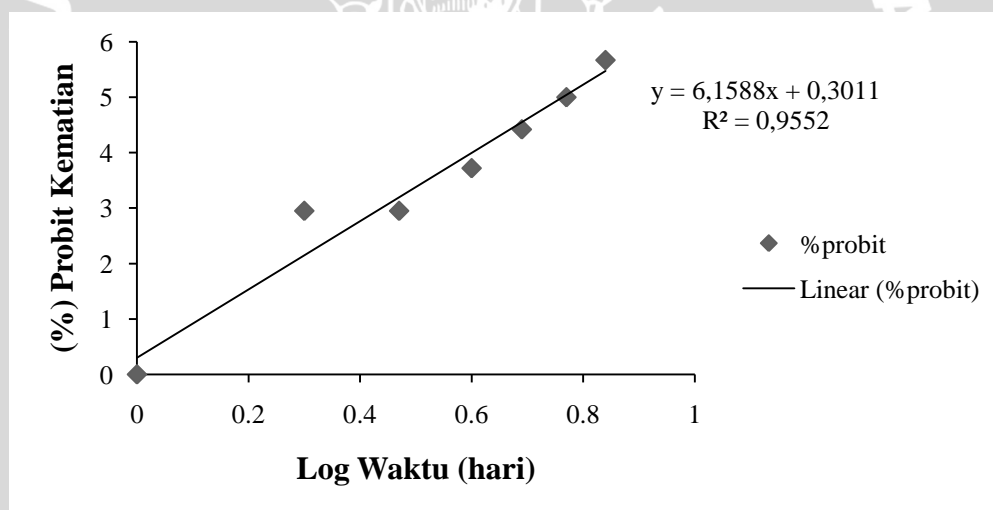


Gambar 12. Pengaruh konsentrasi mematikan (LC₅₀) terhadap kematian imago *E. parallelus* akibat infeksi *M. anisopliae*.

Berdasarkan grafik (Gambar 12) konsentrasi jamur *M. anisopliae* konidia/ml menyebabkan kematian *E. parallelus*. (y) dengan tingkat kematian

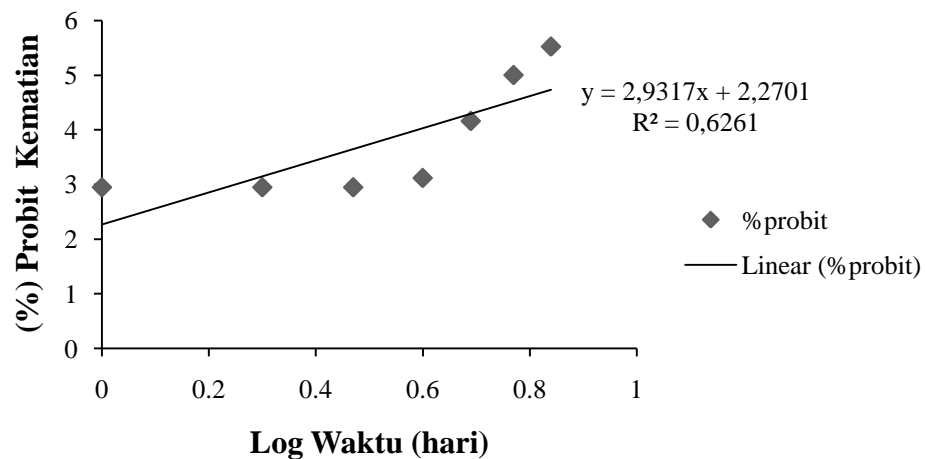
sebesar 0,236. Koefesien regresi variabel konsentrasi (x) sebesar 0,236%. dapat diartikan bahwa setiap peningkatan konsentrasi kerapatan sebesar 10^1 konidia/ml akan menyebabkan kematian *E. parallelus* sebesar 0,236%.

Hasil penelitian Ardiyanti *et al.* (2015) Pada metode umpan pakan, jamur *B. bassiana* patogenik terhadap *Gryllus* sp. Konsentrasi efektif (LC_{50}) jamur *B. bassiana* yang dapat menyebabkan kematian 50% *Gryllus* sp. adalah $7,1 \times 10^6$ konidia/ml dengan waktu mematikan (LT_{50}) *Gryllus* sp. mencapai 50% pada 3,1 hari. Menurut Harjaka *et al.* (2011) menunjukkan bahwa *M. anisopliae* mampu menginfeksi larva *Lepidiota stigma* instar ketiga dan menyebabkan mortalitas mencapai 90%. Kemampuan jamur *M. anisopliae* menyebabkan mortalitas 50% serangga uji (nilai LC_{50}) melalui uji kontaminasi media tercapai pada kerapatan $1,27 \times 10^6$ konidia/gram tanah.



Gambar 13. Pengaruh waktu mematikan (LT_{50}) terhadap kematian imago *E. parallelus* akibat infeksi *B. bassiana*.

Pada grafik (Gambar 13) dapat diketahui nilai koefesien regresi variabel rentang waktu setelah inokulasi (x) sebesar 6,158 artinya jika ada penambahan rentang waktu 1 hari setelah *B. bassiana* diinokulasikan maka mortalitas imago *E. parallelus* (y) akan mengalami peningkatan sebesar 6,158%. Semakin banyak rentang waktu setelah inokulasi maka semakin meningkatkan mortalitas imago *E. parallelus*.

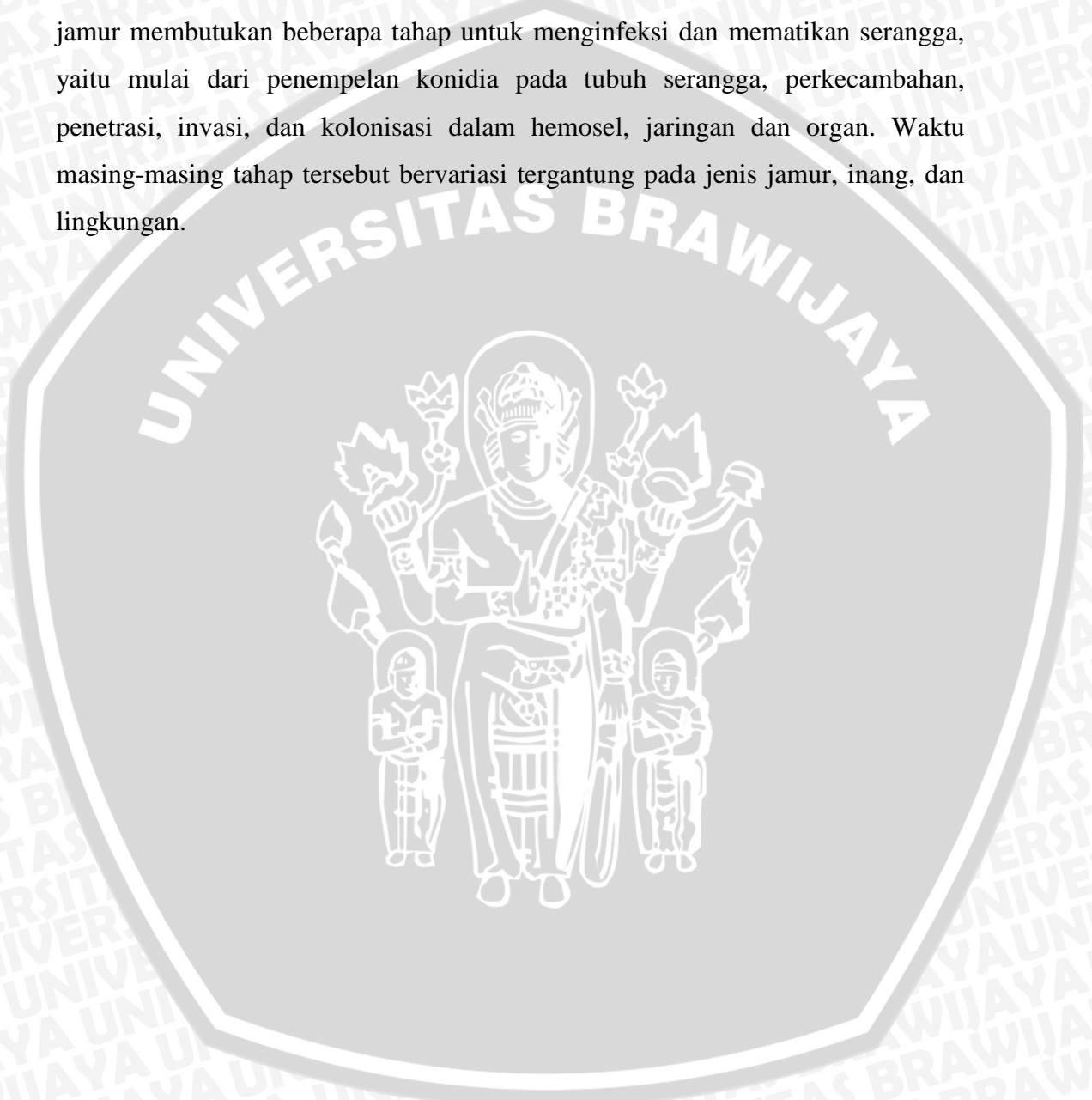


Gambar 14. Pengaruh waktu mematikan (LT_{50}) terhadap kematian imago *E. parallelus* akibat infeksi *M. anisopliae*.

Pada grafik (Gambar 14) dapat diketahui nilai koefisien regresi variabel rentang waktu setelah inokulasi (x) sebesar 2,931 artinya jika ada penambahan rentang waktu 1 hari setelah *M. anisopliae* diinokulasikan maka mortalitas imago *E. parallelus* (y) akan mengalami peningkatan sebesar 2,931%. Semakin banyak rentang waktu setelah inokulasi maka semakin meningkatkan mortalitas imago *E. parallelus*.

Pada (Tabel 2) dapat diketahui bahwa LT_{50} pada perlakuan *B. bassiana* dengan menyebabkan mortalitas 50% yaitu 5,9 hari. sedangkan LT_{50} pada perlakuan *M. anisopliae* menyebabkan mortalitas 50% yaitu 6,1 hari. Menurut Nunilahwati *et al.*(2012) pengujian terhadap *Plutella xylostella*, LT_{50} terendah ditemukan pada isolat *B. bassiana* inang *P. xylostella* asal Suak yaitu 2,09 hari, kerapatan spora tertinggi yaitu $3,64 \times 10^7$ konidia/ml dan nilai LT_{50} tertinggi pada isolat *N. lugens* yaitu 4,33 hari. Sedangkan pada isolat *M. anisopliae* menunjukkan LT_{50} terendah ditemukan inang *Aphis gossypii* yaitu 2,26 hari, kerapatan spora tertinggi yaitu $3,63 \times 10^7$ konidia/ml, dan LT_{50} tertinggi pada isolat *A. gossypii* asal indralaya yaitu 3,86 hari. Menurut Herlinda *et al.* (2006) LT_{50} merupakan waktu yang dibutuhkan isolat dari sejak infeksi hingga serangga mati. Semakin rendah nilai LT_{50} semakin virulen isolat karena itu nilai LT_{50} dapat menentukan potensi isolat tersebut.

Perbedaan nilai LT ini juga berkaitan dengan virulensi isolat dan tingkat kerentanan inang. Neves dan Alves (2004) mengemukakan bahwa waktu kematian serangga dipengaruhi oleh dosis aplikasi dan virulensi dari isolat. Lamanya waktu kematian *E. parallelus* akibat infeksi jamur disebabkan karena jamur membutuhkan beberapa tahap untuk menginfeksi dan mematikan serangga, yaitu mulai dari penempelan konidia pada tubuh serangga, perkecambahan, penetrasi, invasi, dan kolonisasi dalam hemosel, jaringan dan organ. Waktu masing-masing tahap tersebut bervariasi tergantung pada jenis jamur, inang, dan lingkungan.



V. PENUTUP

Kesimpulan

Infeksi jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae* berpengaruh terhadap mortalitas *E. parallelus*. Konsentrasi efektif (LC_{50}) jamur *B. bassiana* dapat menyebabkan kematian *E. parallelus* adalah $0,08 \times 10^6$ konidia/ml dengan waktu mematikan (LT_{50}) *E. parallelus* mencapai 50% pada 5,9 hari. Sedangkan konsentrasi efektif (LC_{50}) jamur *M. anisopliae* dapat menyebabkan kematian *E. parallelus* adalah $0,09 \times 10^6$ konidia/ml dengan waktu mematikan (LT_{50}) *E. parallelus* mencapai 50% pada 6,1 hari.

Saran

Berdasarkan penelitian ini, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pengujian pada stadia larva, selain itu perlu dilakukan penelitian lanjutan aplikasi jamur entomopatogen *B. bassiana* dan *M. anisopliae* terhadap imago *E. parallelus* dilapang. Pada penelitian lanjutan perlu diperhatikan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi infeksi jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae* pada inang seperti suhu, kelembapan, waktu aplikasi dan viabilitas jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae*

DAFTAR PUSTAKA

- Alexopoulos, C. J., C.W. Mims., dan M. Blackwell. 1996. *Introductory Mycology* Fourth Edition. John Wiley and Sons Inc, New York.
- Alonso, Z.M.A., dan Lyal, C.H.C., 2009, A catalogue of family and genus group names in Scolytinae and Platypodinae with nomenclatural remarks (Coleoptera: Curculionidae), *Zootaxa*, 2258: Hal. 1–134.
- Ardiyati, A.T., G. Mudjiono, dan T. Himawan. (2015). Uji Patogenesis Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin pada Jangkrik (*Gryllus* sp.) (Orthoptera: Gryllidae) *J.H.P.T.* 3(3): Hal. 43-51.
- Beaver, R.A. 2013 The Invasive Neotropical Ambrosia Beetle *Euplatypus Parallelus* (Fabricius, 1801) In The Oriental Region And Its Pest Status (Coleoptera: Curculionidae, Platypodinae). *Entomologist's Monthly Magazine*. Vol. 149: Hal. 143-154.
- Brady, B.L.K. 1979. *Pathogenic Fungi and Bacteria*. Commonwealth Agricultural Bureaux, England.
- Browne, F.G., 1986, *Pests and diseases of forest plantation trees*, Oxford: Clarendon Press.
- Bumrungsri, S.,R. Beaver, S. Phongpaichit, and W. Sittichaya. 2008. The infestation by an exotic ambrosia beetle, *Euplatypus parallelus* (F.) (Coleoptera:Curculionidae:Platypodinae) of Angsana trees (*Pterocarpus indicus* Willd.) in southern Thailand. *Journal. Sci. Technol.* 30 (5): Hal. 579-582.
- Burnett, H.L., dan B.B. Hunter. 1972. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Burgess Publishing Company. Minneapoli. Hal. 241.
- Busvine, J.R. 1971. *Techniques for Testing Insecticides*. The Commonwealth Institute of Entomology 56 Queens. Gate, London S.W. Hal. 334.
- Clarkson, J.M., and A.K. Charnley.1996. *New Insights Into The Mechanisms of Fungal Pathogenesis in Insects*. *Trends Microbiol.* 4: Hal.197-203.
- Desyanti. 2007. *Kajian Pengendalian Rayap Tanah Coptotermesspp. (Isoptera:Rhinotermitidae) dengan menggunakan Cendawan Entomopatogen Isolat Lokal (disertasi)*. Bogor: Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

- Esaki, K., K. Kato, dan N.Kamata. 2004. Stand level distribution and movement of *Platypus quercivorus* adult and patterns of incidence of new infestation agricultural and forest entomology.
- Furniss, R.L., dan V.M. Carolin. 1977. Western forest insects. Misc. Publ. 1339. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Hal. 654.
- Ferron, P. 1981. Pest Control by the Fungi *Beauveria* and *Metarrhizium*. In: H.D. Burges and N.W. Hussey. Microbial Control of Insect and Plant Diseases. Academic Press London. Hal. 265-482.
- Gabriel, B.P., dan Riyanto. 1989. *Metarrhizium anisopliae* metsch. Sor. Taksonomi, Patologi dan Aplikasinya. Proyek Pengembangan Perlindungan Tanaman Perkebunan, Departemen Pertanian. Jakarta. Hal. 25.
- Harjaka, T. 2006. Isolasi Jamur *Metarrhizium anisopliae* pada Hama Uret Perusak Akar Padi Gogo. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Pertanian. Fakultas Pertanian UGM Hal. 200-205.
- Harjaka, T., A.Wibowo, F.X. Wagiman, dan M.W. Hidayat. 2011. Patogenisitas *Metarrhizium Anisopliae* Terhadap Larva *Lepidiotia stigma*. Prosiding Semnas Pesnab IV, Jakarta. Hal. 83-90.
- Herlinda, S., M.D. Utama, Y. Pujiastuti, dan Suwandi. 2006. Kerapatan dan viabilitas spora *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. akibat subkultur dan pengayaan media, serta virulensinya terhadap larva *Plutella xylostella* (Linn.). J. HPT Tropika 6(1): Hal. 70-78.
- Kassa, A., D. Stephan, S. Vidal, dan G. Zimmerman. 2004. Laboratory and field evaluation of different formulation of *Metarrhizium anisopliae* var. Acridum submerged spores and aerial conidia for the control of locusts and grasshopper. BioControl 49: Hal. 63-81.
- Kanga, L.H.B., W.A. Jones, dan R.R. James. 2003. Field trials using fungal pathogen, *Metarrhizium anisopliae* (Deuteromycetes:Hyphomycetes) to control the ectoparasitic mite, *Varroa destructor* (Acari:Varroidae) in honey bee, *Apis mellifera* (Hymenoptera:Apidae) colonies. J. Entomol. (96): Hal. 1091-1099.
- Ladja, F.T. 2009. Pengaruh Cendawan Entomopatogen *Verticillium lecanii* dan *Beauveria bassiana* terhadap Kemampuan *Nephotettix virescens* Distant (Hemiptera: Cicadellidae) dalam Menularkan Virus Tungro. Tesis. IPB, Bogor.

- Luz, C., M.S. Tigano, I.G. Silva, C.M.T. Cordeiro, and S.M. Aljanabi. 1998. Selection of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* isolates to control *Triatoma infestans*.
- Ludwig, S.W., dan R.D. Oeting. 2002. Efficacy of *Beauveria bassiana* Plus Insect Attractants for Enhanced Control of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera:Thripidae). J. Florida Entomol. 85(1): Hal. 1-5.
- Matsumura, F. 1975. Toxicology of Insecticides. EdisiKe 2. Plenum Press. New York. Hal. 446.
- Milner, R.J., J.A. Staples, dan G.G. Lutton. 1997. The effect of humidity on germination and infection of termites by the hyphomycete, *Metarhizium anisopliae*. J. Invertebrate Pathology. 69: Hal. 64–69.
- Mohammadbeigi, A., dan G. Port. 2013. Efficay of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* against *Uvarovistia zebra* (Orthoptera:tettigoniidae) via contact and ingestion. International journal of agriculture and crop sciences 5(2): Hal. 138-146.
- Moon, M.J., J.G. Park, E. Oh, dan K.H. Kim. 2008. External microstructure of the Ambrosia Beetle *Platypus koryoensis* (Coleoptera: Curculionidae: Platypodinae). Entomological Research 38: Hal. 202–210.
- Mulyanto. 2007. Kajian Patogenesis Cendawan *Metarhizium anisopliae* Terhadap Hama *Oryctes rhinoceros* L. Tanaman Kelapa Pada Berbagai Teknik Aplikasi. Tesis. Program Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Nandika, D. 1991. Bionomi Kumbang Ambrosia *Platypus trepanatus* (Chapman) (Coleoptera: Platypodidae) pada Dolok Ramin (*Gonystylus bancanus* Kurz). Fakultas Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Neves, P.O.M.J., danS.B.Alves. 2004. External events related to the infection process of *Cornitermes cumulans* (Kollar) (Isoptera: Termitidae) by the Entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. Neotropical Entomol 33 (1): Hal. 51-56.
- Noya, S.H. 2009. Patogenesis Beberapa Isolat *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill pada *Cylas formicarius* F. (Coleoptera: Curculionidae). J. Budidaya Pertanian. 5(2) Hal. 81-83.
- Nunilahwati, H., S. Herlinda, C. Irsan, dan Y. Pujiastuti. 2012. Eksplorasi, Isolasi, dan Seleksi Jamur Entomopatogen *Plutella xylostella* (Lepidoptera:Yponomeutidae) pada Tanaman Caisin (*Brassica chinensis*) di Sumatera Selatan. J. HPT Tropika 12(1): Hal.1-11.

- Prayogo, Y., W. Tengkan, dan Marwoto. 2005. Prospek Cendawan Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* untuk Mengendalikan Ulat Grayak *Spodoptera litura* pada Kedelai. J. Litbang Pertanian, 24(1): Hal. 19-26.
- Prayogo, Y. 2004. Keefektivan Lima Jenis Cendawan Entomopatogen untuk Mengendalikan Hama Polong Kedelai. *Riptortus linerails* L. (Hemiptera: Alydidae) dan Dampaknya terhadap Predator *Oxyopes javanus* (Araneidae: Oxyopidae). Tesis. Institut Pertanian Bogor.
- Prayogo, Y. dan W. Tengkan. 2002. Pengaruh Media Tumbuh Terhadap Daya Kecambah, Sporulasi dan Virulensi *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin Isolat Kendalpayak pada larva *Spodoptera litura*. Sainteks. Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Pertanian. (9)4: Hal. 233-242.
- Purnomo, H. 2009. Pengantar Pengendalian Hayati. CV. andi press:Yogyakarta.
- Rayati, D.J. 2000. Jamur Agensi Pengendalian Biologi Hama pada Tanaman Teh. Pusat Penelitian Teh dan Kina, Bandung. Hal. 67.
- Robert, D.W., dan W.G. Yendol. 1982. Toxins of Entomoptogenic Fungi. In HD. Burgers (Ed). Microbial Control of Pest and Plant Disease. Academic Press. London.
- Roddam, L.F. dan A.D. Rath. 1997. Isolation and Characterisation of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* from Subantarctic Macquarie Island. J. Invertebr. Pathol. (69): Hal.285-288.
- Rustama, M.M., Melanie, dan B. Irawan. 2008. Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* terhadap *Crocidolomia pavonana* fab. dalam Kegiatan Studi Pengendalian Hama Terpadu Tanaman Kubis dengan Menggunakan Agensia Hayati. Laporan Akhir Penelitian Peneliti Muda UNPAD Sumber Dana DIPA UNPAD. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Padjadjaran.
- Samson, R.A. 1981. Identification: Entomopathogenic Deuteromycetes, In H.D. Burgs (Ed). Microbial Control of Pest and Plant Diseases, Academic Press. New York.
- Samson, R.A., H.C. Evans, dan J.P. Latge. 1988. Atlas of Entomopatogenic Fungi. Tokyo. Prinjesverlag Berlin Heifelberg, New York, London. Hal. 188.
- Schedl, K.E. 1965. Scolytidae and Platypodidae Afrikas, Band 3, Platypodidae, Revista de Entomologia de Mocambique, 5: Hal. 595-1352.

- Silva, J.C.P.D., P. Putz, E.D.C. Silveira, dan C.A.H. Flechtmann. 2013. Biological Aspect of *Euplatypus parallelus* (F.) (Coleoptera: Curculionidae: Platypodinae) Attacking *Hevea brasiliensis* (Willd. Ex A. Juss) in Sao Paulo Northwest, Brazil.
- Situmorang, J.1990. Petunjuk Praktikum Pathologi Serangga. PAV. Bioteknologi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Soetopo, D., dan I. Indrayani. 2007. Status Teknologi dan Prospek *Beauveria bassiana* untuk Pengendalian Serangga Hama Tanaman Perkebunan yang Ramah Lingkungan. Jurnal Perspektif, 6 (1): Hal. 29-46.
- Steinhaus, E.A. 1949. Principles of Insect Pathology. New York: McGraw Hill Book Co.
- Suwahyono, U., dan P. Wahyudi. 2008. Produksi dan Formulasi Bioinsektisida dari Propagula Aktif Jamur *Beauveria bassiana*. J. Tek. Ling. 9(1): Hal. 85-91.
- Sudarmadji, D., dan S. Gunawan. 1994. Patogenisitas Fungi Entomopatogen *Beauveria bassiana* terhadap *Helopeltis antoni*. Balai Penelitian Kopi dan Kakao, Jember. Menara Perkebunan 62(1): Hal. 11.
- Suntoro. 1991. Uji Efikasi *Beauveria bassiana* (Balls) Vuill terhadap *Hypothenemus hampei* (Ferr). Tesis. Fakultas Pascasarjana Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Tarno, H., H. Suprpto, dan T. Himawan. 2014. First Record of Ambrosia Beetle (*Euplatypus paralellus* Fabricius) Infestation on Sonokembang (*Pterocarpus indicus* Willd.) from Malang Indonesia. J. Agrivita. 36(2): Hal. 189-200.
- Tarno, H., K. Futai., Y. Takeuchi., R. Endoh., J. Wang., dan H. Qi. 2011. Pathogenicity of Microorganisms Isolated from the Oak Platypodidae, *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera: Platypodidae). Appl. Entomol. Zool. 46: Hal. 201-210.
- Tanada, Y, dan H.K.Kaya. 1993. Insect Pathology. San Diego Academic Press, Inc. Harcourt Brace Jovanovich, Publisher. New York.
- Tesfeya, D., dan Seyoum. 2010. Studies on the Pathogenicity of Native Entomopathogenic Fungal Isolates on the Cotton Aphid, *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) Glove Under Different Temperature Regimes: Hal. 1-10.

- Thalib, R., E.H. Salamah, Khodijah, D. Meidalima, T. Thamrin, C. Irsan dan S. Herlinda. 2012. Lama Penyimpanan dan Keefektifan Bioinsektisida dari Jamur Entomopatogen terhadap Larva Penggerek Batang Padi Kuning (*Scirpophaga incertulas*). Prosiding InSINas. Hal. 281-286.
- Thungrabeab, M., P. Blaesr, dan C. Sengonca. 2006. Effect of Temperature and Host Plant on the Efficacy of Different Entomopathogenic Fungi from Thailand against *Frankliniella occidentalis* (Pergande) and *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera:Thripidae) in the Laboratory. Journal of Plant Diseases and Protection 113 (4): Hal.181-187.
- Ueda, A., dan M. Kobayashi. 2004. Long-term Attractiveness of Autoclaved Oak Logs Bored by Male *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera:Platypopidae) to Male and Female Beetles. Buletin of FFPRI 3(2): Hal. 99-107.
- Utami, R.S., Isnawati, dan R. Ambarwati. 2014. Eksplorasi dan Karakterisasi Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* dari Kabupaten Malang dan Magetan. J. LenteraBio. 3(1). Hal. 59–66.
- Utomo, C.D., D. Pardede, dan A. Salam. 1998. *Beauveria* sp. Parasit pada Larva Penggerek Batang Kakao *Zeuzera Coffeae* Nient. Buletin Perkebunan. 19: Hal. 137-142
- Wang, C. dan J.E. Powell. 2002. Isolation and Evaluation of *Metarhizium anisopliae* for Control of *Coptotermes formosanus* and *Reticulitermes flavipes*. An Entomol Odyssey of ESA.
- Widayat, W., dan D.J. Rayati. 1993. Hasil Penelitian Jamur Entomopatogenik Lokal dan Prospek Penggunaannya sebagai Insektisida Hayati. Hal. 61–74. Dalam E. Martono, E. Mahrub, N.S. Putra, dan Y. Trisetyawati (Ed.). Simposium Patologi Serangga I. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 12– 13 Oktober 1993.
- Wood, S.L. 1993. Revision of the Genera of Platypodidae (Coleoptera).Great Basin Naturalist 53 (3): Hal. 259-281.
- Wulandari V.W. 2010. Karakterisasi Morfologi dan Fisiologi Isolat Cendawan *Metarhizium* spp. Skripsi. Universitas Andalas, Padang.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LAMPIRAN

Tabel lampiran 1. Analisis ragam mortalitas *E. parallelus* akibat infeksi jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae* pada 1 HSA.

S	JK	Db	KT	F hitung	ProbF
Perlakuan	19,04761905	6	3,174603	0,5	0,801217
Galat	133,3333333	21	6,349206		
Total	152,3809524	27	5,643739		

Tabel lampiran 2. Analisis ragam mortalitas *E. parallelus* akibat infeksi jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae* pada 2 HSA.

S	JK	Db	KT	F hitung	ProbF
Perlakuan	22,22222222	6	3,703704	0,368421	0,890727
Galat	211,1111111	21	10,05291		
Total	233,3333333	27	8,641975		

Tabel lampiran 3. Analisis ragam mortalitas *E. parallelus* akibat infeksi jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae* pada 3 HSA.

S	JK	Db	KT	F hitung	ProbF
Perlakuan	60,31746032	6	10,05291	0,703704	0,649978
Galat	300	21	14,28571		
Total	360,3174603	27	13,34509		

Tabel lampiran 4. Analisis ragam mortalitas *E. parallelus* akibat infeksi jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae* pada 4 HSA.

S	JK	Db	KT	F hitung	ProbF
Perlakuan	253,968254	6	42,32804	0,792079	0,58633
Galat	1122,222222	21	53,43915		
Total	1376,190476	27	50,97002		

Tabel lampiran 5. Analisis ragam mortalitas *E. parallelus* akibat infeksi jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae* pada 5 HSA.

S	JK	Db	KT	F hitung	ProbF
Perlakuan	3444,444444	6	574,0741	2,016729	0,108612
Galat	5977,777778	21	284,6561		
Total	9422,222222	27	348,9712		

Tabel lampiran 6. Analisis ragam mortalitas *E. parallelus* akibat infeksi jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae* pada 6 HSA.

S	JK	Db	KT	F hitung	ProbF
Perlakuan	11219,04762	6	1869,841	3,587817	0,013198 *
Galat	10944,44444	21	521,164		
Total	22163,49206	27	820,8701		

Tabel lampiran 7. Analisis ragam mortalitas *E. parallelus* akibat infeksi jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae* pada 7 HSA.

S	JK	Db	KT	F hitung	ProbF
Perlakuan	14419,04762	6	2403,175	5,069196	0,00234 **
Residual	9955,555556	21	474,0741		
Total	24374,60317	27	902,7631		

Tabel lampiran 8. Tabel nilai Lethal Time (LT₅₀) pada infeksi *B. bassiana* terhadap *E. parallelus*.

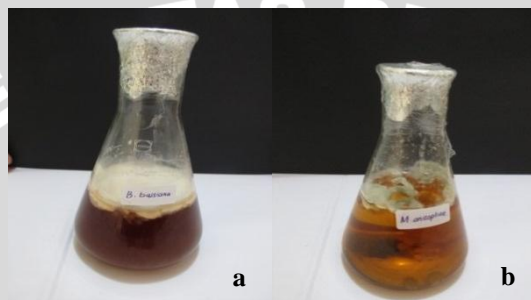
Time	Log (T)	N	R	M	M'	Probit	Expected Probit	95% fiducial limits of probits	
								Lower	Upper
1		60	0	0	0				
2	0,301029	60	1	1,67	1,67	2,8715	1,8527	-0,3227	4,0281
3	0,477121	60	1	1,67	1,67	2,8715	3,0315	1,6873	4,3757
4	0,602059	60	6	10	10	3,7183	3,8679	3,0561	4,6797
5	0,698970	60	17	28,33	28,33	4,4274	4,5167	3,9699	5,0635
6	0,778151	60	30	50	50	5	5,0467	4,4562	5,6373
7	0,845098	60	45	75	75	5,6742	5,4049	4,6998	6,29
LT ₅₀ = 5,9 hari									
y = 6,1588x + 0,3011									

Tabel lampiran 9. Tabel nilai Lethal Time (LT₅₀) pada infeksi *M. anisopliae* Terhadap imago *E. parallelus*.

Time	Log (T)	n	R	M	M'	Probit	Expected Probit	95% fiducial limits of probits	
								Lower	Upper
1		60	1	1,6666	0				
2	0,602059	60	2	3,33	1,69	2,8783	3,1311	2,4084	3,8537
3	0,698970	60	12	20		4,109	4,0933	3,6981	4,4885
4	0,778151	60	30	50	49,15	4,9788	4,8795	4,5989	5,16
5	0,845098	60	41	68,33	67,8	5,4616	5,5442	5,1333	5,955
LT ₅₀ = 6,1 hari									
y = 2,9317x + 2,2701									



Gambar lampiran 1. Perbanyak jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae* pada media cair menggunakan shaker



Gambar lampiran 2. Hasil perbanyak jamur a.) *B. bassiana* dan b.) *M. anisopliae* pada media cair



Gambar lampiran 3. Penyemprotan suspensi pada *E. parallelus*



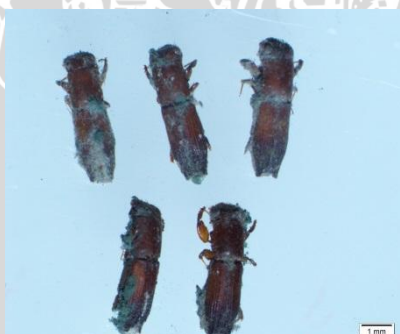
Gambar lampiran 4. Peletakan hasil perlakuan uji patogenesis



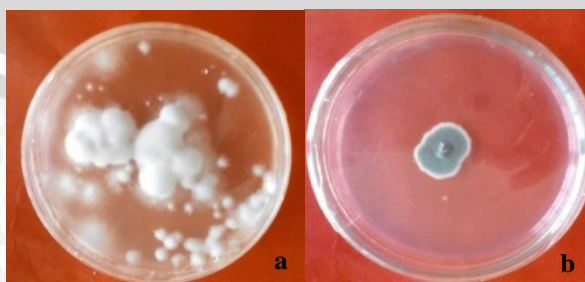
Gambar lampiran 5. Miselium menembus kutikula pada hari ke4 setelah inokulasi jamur a) *M. anisopliae* b) *B. bassiana*



Gambar lampiran 6. Imago *E. parallelus* yang terinfeksi jamur *B. bassiana* setelah diinkubasi selama 7 hari.



Gambar lampiran 7. Imago *E. parallelus* yang terinfeksi jamur *M. anisopliae* setelah diinkubasi selama 7 hari.



Gambar lampiran 8. Inokulasi *E. parallelus* yang terinfeksi jamur a) *B. bassiana* b.) *M. anisopliae* pada media PDA