

**KOMPATIBILITAS JAMUR *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuil.
DENGAN EMPAT JENIS EKSTRAK TANAMAN SEBAGAI
INSEKTISIDA BOTANI UNTUK PENGENDALIAN
Spodoptera litura (F.)**

Oleh

VIVI RENNA PRATIWI



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN**

MALANG

2016

**KOMPATIBILITAS JAMUR *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuil.
DENGAN EMPAT JENIS EKSTRAK TANAMAN SEBAGAI
INSEKTISIDA BOTANI UNTUK PENGENDALIAN
Spodoptera litura (F.)**

**OLEH
VIVI RENNA PRATIWI**

125040201111059

**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**

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Kompatibilitas Jamur *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuil. dengan Empat Jenis Ekstrak Tanaman Sebagai Insektisida Botani untuk Pengendalian *Spodoptera Litura* (F.)

Nama Mahasiswa : Vivi Renna Pratiwi

NIM : 125040201111059

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping II,

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

Mochammad Syamsul Hadi, SP., MP.
NIK. 201308 860623 1 001

Diketahui,
Ketua Jurusan

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

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Dr. Ir. Toto Himawan, SU.
NIP. 19551119 198303 1 002

Penguji II

Mochammad Syamsul Hadi, SP., MP.
NIK. 201308 860623 1 001

Penguji III

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

Penguji IV

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

Tanggal Lulus :

PERNYATAAN

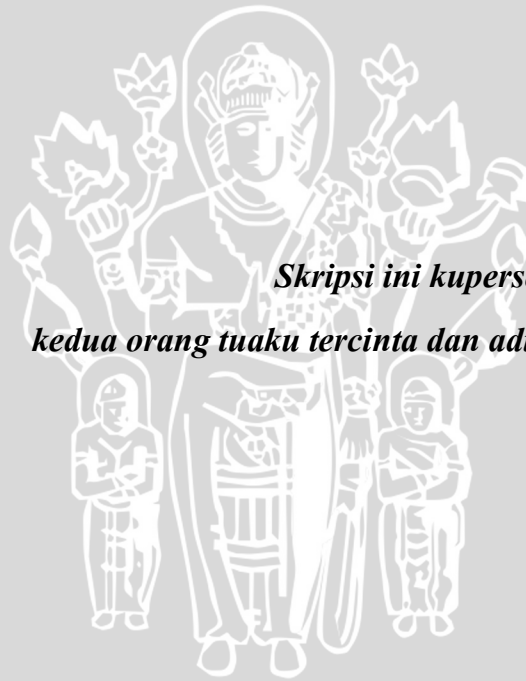
Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah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

Malang, Agustus 2016

Vivi Renna Pratiwi



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



*Skripsi ini kupersembahkan untuk
kedua orang tuaku tercinta dan adikku tersayang . .*

RINGKASAN

VIVI RENNA PRATIWI. 125040201111059. Kompatibilitas Jamur *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuil. dengan Empat Jenis Ekstrak Tanaman Sebagai Insektisida Botani untuk Pengendalian *Spodoptera litura* (F.). Di bawah bimbingan Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS. sebagai Pembimbing Utama dan Mochammad Syamsul Hadi, SP., MP sebagai Pembimbing Pendamping.

Ulat grayak *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera: Noctuidae) merupakan hama pertanian yang menyerang berbagai macam tanaman di seluruh dunia dan menyebabkan penurunan hasil mencapai 80% bahkan gagal panen. Alternatif pengendalian yang berpotensi menekan serangan ulat *S. litura* dengan memanfaatkan jamur *Beauveria bassiana*. Kendala utama dalam pengaplikasian jamur *B. bassiana* yaitu proses penginfeksi serangga yang lama sampai serangga mati. Kendala dalam pengaplikasian jamur *B. bassiana* dapat diatasi dengan penambahan insektisida botani untuk meningkatkan efektivitas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi perbedaan pertumbuhan dan sporulasi jamur *B. bassiana* pada ekstrak daun *Azadirachta indica*, daun *Melia azedarach*, daun *Lantana camara* dan daun *Tithonia diversifolia*, serta mengukur perbedaan kompatibilitas jamur *B. bassiana* dengan ekstrak daun *A. indica*, daun *M. azedarach*, daun *L. camara* dan daun *T. diversifolia* dalam mengendalikan *S. litura*.

Penelitian dilaksanakan pada bulan April sampai bulan Juli 2016 di sub Laboratorium Nematologi dan Toksikologi, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Penelitian menggunakan metode RAL dengan 3 ulangan. Penelitian ini terdiri dari dua tahap yaitu tahap pertama mengetahui pengaruh pemberian ekstrak tanaman terhadap fisiologi jamur *B. bassiana* serta tahap kedua uji efektifitas jamur *B. bassiana* dan ekstrak tanaman terhadap mortalitas *S. litura*.

Hasil dari penelitian ini diperoleh pemberian ekstrak daun *A. indica*, daun *M. azedarach*, daun *L. camara* dan daun *T. diversifolia* efektif menurunkan pertumbuhan koloni jamur *B. bassiana*. Perlakuan ekstrak daun *A. indica*, daun *M. azedarach*, daun *L. camara* dan daun *T. diversifolia* yang diekstrak dengan air tidak berpengaruh dengan daya kecambah jamur *B. bassiana*. Jumlah konidia jamur *B. bassiana* tidak dipengaruhi oleh ekstrak daun *A. indica*, daun *M. azedarach*, daun *L. camara* dan daun *T. diversifolia*. Hasil yang menunjukkan nilai kompatibel dengan nilai T tertinggi (82,10) yaitu ekstrak daun *M. azedarach* 0,25%. Pada kombinasi jamur *B. bassiana* dengan ekstrak daun *A. indica*, daun *M. azedarach*, daun *L. camara* dan daun *T. diversifolia* tingkat mortalitas *S. litura* tidak berbeda nyata dengan kontrol *B. bassiana*.

SUMMARY

VIVI RENNA PRATIWI. 125040201111059. Compatibility Fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuil. with Four Plant Extracts as Botanical Insecticide to Control *Spodoptera litura* (F.). Supervised by Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS. and Mochammad Syamsul Hadi, SP., MP.

Armyworm *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera: Noctuidae) is an agricultural pest which attacks various plants around the world and 80% of the decrease results even the crop failure. The potentially alternative control to suppress *S. litura* is by using fungus *Beauveria bassiana*. The main obstacle in the use of the fungus *B. bassiana* is a long process of infection to insect death. The main obstacle in the application of *B. bassiana* fungus can be with botanical insecticides addition to increase efficacy. The aim of this study was to evaluate differences in growth and sporulation of *B. bassiana* fungus with *Azadirachta indica* leaf extract, *Melia azedarach* leaf, *Lantana camara* leaf and *Tithonia diversifolia* leaf, as well as measuring the difference compatibility fungus *B. bassiana* with *A. indica* leaf extract, *M. azedarach* leaf, *L. camara* leaf and *T. diversifolia* leaf to control of *S. litura*.

The research was conducted from April to July 2016 in the sub Laboratory of Nematology and Toxicology, Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, University of Brawijaya. Research using RAL with 3 replications. This research consisted of two stages; first stages is determine the effect of plant extracts against *B. bassiana* fungi physiology and second stages is the effectiveness test of the fungus *B. bassiana* and plant extracts against the mortality of *S. litura*.

The results of this research were obtained extract of *A. indica* leaf extract, *M. azedarach* leaf, *L. camara* leaf and *T. diversifolia* leaf effectively decrease the growth of fungus colonies *B. bassiana*. The treatment of extract of *A. indica* leaf extract, *M. azedarach* leaf, *L. camara* leaf and *T. diversifolia* leaf extracted with water did not inhibit germination of fungus *B. bassiana*. The number of conidia fungus *B. bassiana* are not affected by extract of *A. indica* leaf extract, *M. azedarach* leaf, *L. camara* leaf and *T. diversifolia* leaf. The results than show the highest compatible value of T (82,10) is 0,25% *M. azedarach* leaf extracted. In combination of fungus *B. bassiana* with extract of *A. indica* leaf extract, *M. azedarach* leaf, *L. camara* leaf and *T. diversifolia* leaf extracted, mortality rates of *S. litura* was not significantly different from the control *B. bassiana*.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang dengan limpahan rahmat dan hidayah-Nya telah menuntun penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Kompatibilitas Jamur *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuil. dengan Empat Jenis Ekstrak Tanaman Sebagai Insektisida Botani untuk Pengendalian *Spodoptera litura* (F.)”.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS. dan Mochammad Syamsul Hadi, SP., MP., selaku dosen pembimbing atas segala kesabaran, nasihat, arahan dan bimbingannya kepada penulis. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Dr. Ir. Mintarto Martosudiro, MS. dan Dr. Ir. Toto Himawan, S.U selaku penguji atas nasihat, arahan dan bimbingan kepada penulis. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Ketua Jurusan Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. dan Dr. Ir. Sri Karindah, MS. selaku dosen pembimbing akademik atas segala nasihat dan bimbingannya kepada penulis, beserta seluruh dosen atas bimbingan dan arahan yang selama ini diberikan serta kepada karyawan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya atas fasilitas dan bantuan yang diberikan.

Penghargaan yang tulus penulis berikan kepada kedua orangtua dan adik atas doa, cinta, kasih sayang, pengertian dan dukungan yang diberikan kepada penulis. Juga kepada rekan-rekan HPT khususnya angkatan 2012 atas bantuan, dukungan dan kebersamaan selama ini.

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

Malang, Agustus 2015

Penyusun

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Pinggirsari, Kecamatan Ngantru, Kabupaten Tulungagung pada tanggal 11 Agustus 1993 sebagai putri pertama dari dua bersaudara dari Bapak Sunar Handayani dan Ibu Muji Astuti.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN Pinggirsari III Ngantru, Tulungagung pada tahun 2000 sampai tahun 2006, kemudian penulis melanjutkan ke SMPN 1 Tulungagung pada tahun 2006-2009. Pada tahun 2009 penulis studi di SMAN 1 Kauman, Tulungagung. Pada tahun 2012 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur, melalui jalur prestasi akademik. Penulis kemudian memilih minat studi Hama dan Penyakit Tumbuhan pada semester genap tahun ajaran 2014-2015.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten praktikum Mata Kuliah Hama dan Penyakit Penting Tanaman pada tahun 2014, dan Ilmu Hama Tanaman pada tahun 2016. Penulis pernah aktif dalam kepanitiaan Agrofair pada tahun 2013 dan BALARAM XXVI (Lomba Palang Merah Malang Terbuka XXVI) pada tahun 2013.

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
 PENDAHULUAN	 1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Hipotesis	3
1.5. Manfaat	3
 II. TINJAUAN PUSTAKA	 4
2.1. <i>Spodoptera litura</i> Fabricius	4
2.2. Jamur <i>Beauveria bassiana</i>	6
2.3. Prospek Pemanfaatan Insektisida Botani untuk Pengendalian <i>Spodoptera litura</i>	7
2.4. Kompatibilitas Jamur entomopatogen dan Insektisida Botani	11
 III. METODOLOGI	 14
3.1. Tempat dan Waktu	14
3.2. Alat dan Bahan	14
3.3. Metode Penelitian	14
3.3.1 Persiapan Penelitian	14
3.3.2 Pelaksanaan Penelitian	16
3.4. Analisa Data	21
 IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	 22
4.1. Kompatibilitas Jamur <i>B. bassiana</i> dengan Insektisida Botani Berdasarkan Pertumbuhan Koloni	22
4.2. Kompatibilitas Jamur <i>B. bassiana</i> dengan Insektisida Botani Berdasarkan Daya Kecambah dan Jumlah Konidia.	24
4.3. Uji Kompatibilitas Jamur <i>B. bassiana</i> dengan Ekstrak Tanaman Berdasarkan Mortalitas Larva <i>S. litura</i>	27
4.4. Pembahasan Umum	29
 V. KESIMPULAN DAN SARAN	 31
5.1. Kesimpulan	31
5.2. Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	39

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Kombinasi perlakuan jamur <i>B.bassiana</i> kerapatan 10^8 dengan beberapa konsentrasi insektisida botani	17
2.	Pertumbuhan Koloni <i>B.bassiana</i> 10^8 3, 6, 9, 12 dan 15 hari setelah aplikasi dengan ekstrak insektisida botani.....	22
3.	Persentase penurunan pertumbuhan koloni <i>B. bassiana</i> pada 6 HSA	24
4.	Daya kecambah konidia <i>B. bassiana</i> yang ditamibah ekstrak insektisida botani	25
5.	Jumlah konidia <i>B. bassiana</i> setelah 15 hari perlakuan	26
6.	Klasifikasi kompatibilitas jamur <i>B. bassiana</i> dengan ekstrak insektisida botani	26
7.	Mortalitas <i>S. litura</i> akibat perlakuan jamur <i>B. bassiana</i> kerapatan 10^8 dengan ekstrak insektisida botani selama 7 hari pengamatan	28

Nomor	Lampiran	Halaman
1.	Sidik ragam uji pengamatan diameter jamur <i>B. bassiana</i> 3 HSA.....	40
2.	Sidik ragam uji pengamatan diameter jamur <i>B. bassiana</i> 6 HSA.....	40
3.	Sidik ragam uji pengamatan diameter jamur <i>B. bassiana</i> 9 HSA.....	40
4.	Sidik ragam uji pengamatan diameter jamur <i>B. bassiana</i> 12 HSA.....	40
5.	Sidik ragam uji pengamatan diameter jamur <i>B. bassiana</i> 15 HSA.....	40
6.	Sidik ragam uji pengamatan daya kecambah konidia <i>B. bassiana</i> yang ditamibah ekstrak insektisida botani.....	41
7.	Sidik ragam uji pengamatan jumlah konidia <i>B. bassiana</i> 15 HSA.....	41
8.	Sidik ragam uji pengamatan mortalitas <i>S. litura</i> akibat perlakuan jamur <i>B. bassiana</i> kerapatan 10^8 dengan ekstrak insektisida botani	41

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Larva <i>S.litura</i> F. di atas daun	5
2.	Imago <i>S. litura</i>	5
3.	Morfologi makroskopis dan mikroskopis <i>B.bassiana</i>	6
4.	Daun mimba (<i>A. indica</i>).....	8
5.	Daun Mindi (<i>M. azedarach</i>).....	9
6.	Perbedaan larva <i>S.litura</i>	10
7.	Perbedaan diameter jamur <i>B. bassiana</i>	23
8.	Larva <i>S.litura</i>	28

Nomor	Lampiran	Halaman
1.	Pembuatan Ekstrak Tanaman.....	42
2.	Persiapan Penanaman Jamur <i>B. bassiana</i> pada media perlakuan	42
3.	Uji Kompatibilitas.....	43

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ulat grayak *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera: Noctuidae) merupakan hama pertanian yang menyerang berbagai macam tanaman di seluruh dunia dari fase vegetatif sampai fase generatif. Ulat *S. litura* dikenal sebagai hama polifag berbagai jenis tanaman dan menyebabkan gagal panen pada kedelai, kacang tanah, kubis, ubi jalar dan kentang. Ulat *S. litura* instar muda memakan epidermis daun bagian atas, sedangkan instar tua memakan daun sehingga tinggal tulang daun saja (Prayogo *et al.*, 2005). Daun tanaman yang rusak mempengaruhi proses fotosintesis sehingga produktivitas tanaman menurun. Penurunan hasil akibat serangan ulat *S. litura* mencapai 80% bahkan gagal panen jika tidak ada upaya pengendalian (Marwoto dan Suharsono, 2008). Alternatif pengendalian yang berpotensi menekan serangan ulat *S. litura* dengan memanfaatkan jamur *Beauveria bassiana*.

Jamur *B. bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Hypocreales: Cordycipitaceae) berpotensi menjadi pengendali serangga hama telah dikembangkan sebagai insektisida mikroba. Jamur *B. bassiana* efektif membunuh serangga antara lain ordo Coleoptera, Lepidoptera, Hemiptera, Homoptera, Orthoptera dan Diptera (Bernardi *et al.*, 2006). Jamur *B. bassiana* memiliki keuntungan utama membunuh serangga target dan jarang menyebabkan kematian pada serangga non target (Roberts dan Yeldol, 1971; Fuxa, 1987). Jamur *B. bassiana* tidak hanya memiliki keuntungan namun juga memiliki kendala dalam pengaplikasian. Kendala utama dalam pengaplikasian jamur *B. bassiana* yaitu proses penginfeksi serangga yang lama sampai serangga mati (Budi *et al.*, 2013). Jamur *B. bassiana* memerlukan waktu untuk menguraikan kutikula kemudian masuk ke dalam tubuh serangga dan mencapai pembuluh darah (Wiryadiputra, 1994). Wibawanti dan Herminto (2010) menunjukkan bahwa pengamatan pada 12 hari setelah aplikasi belum nampak larva *S. litura* yang mati karena infeksi jamur *B. bassiana*. Kendala dalam pengaplikasian jamur *B. bassiana* dapat disiasati dengan penambahan insektisida botani untuk meningkatkan efektivitas.

Insektisida botani diperoleh dari hasil ekstraksi bagian tanaman. Peluang pengembangan insektisida botani dinilai strategis, mengingat tanaman sebagai sumber bahan insektisida dengan berbagai kandungan kimia yang bersifat racun banyak tersedia di alam (Soehardjan, 1994). Tanaman yang digunakan sebagai insektisida botani antara lain mindi, mimba, paitan dan tembelean. Ekstrak daun mimba pada perlakuan 20 cc ekstrak/80 ml air efektif menyebabkan kematian larva *S. litura* (Rusdy, 2009). Ekstrak daun tembelean pada konsentrasi 5-40% dapat menyebabkan total mortalitas *S. litura* lebih dari 55% di laboratorium (Deshmukhe, *et al.*, 2011). Ambrosio *et al.* (2008) melaporkan bahwa ekstrak daun *T. diversifolia* efektif mengendalikan *S. litura*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan ekstrak mindi mematikan larva *S. litura* sebesar 100% setelah enam hari (Sinaga, 2009). Keefektifan insektisida botani berkaitan dengan kandungan senyawa kimia yang bersifat racun (*toxic*), menolak (*repellent*) atau mencegah makan (*deterrent*) (Isman, 2006).

Insektisida botani yang tidak kompatibel menghambat perkembangan dan reproduksi jamur *B. bassiana* (Malo, 1993). Studi mengenai kompatibilitas jamur *B. bassiana* dengan insektisida botani menunjukkan hasil yang berbeda. Hasil penelitian Islam *et al.* (2011) menunjukkan bahwa ekstrak mimba kompatibel dengan jamur *B. bassiana* dan meningkatkan persentase mortalitas *Bemisia tabaci* pada tanaman terung. Ekstrak tembelean tidak kompatibel dengan jamur *Paecilomyces lilacinus* di laboratorium (Sharf *et al.*, 2011). Trizelia *et al.* (2008) menunjukkan bahwa ekstrak daun paitan sebagai pestisida nabati tidak kompatibel dengan jamur *Metarhizium* sp.. Sausa *et al.* (2011) juga melaporkan bahwa jamur *B. bassiana* yang dikombinasikan dengan mindi bersifat kompatibel dan mampu mengendalikan *Rhipicephalus microplus*. Konsentrasi dan isolat jamur *B. bassiana* yang digunakan mempengaruhi kompatibilitas dengan insektisida botani Al-Mazraaw *et al.* (2009).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah

1. Bagaimana tingkat pertumbuhan koloni jamur *B. bassiana* pada media yang ditambah ekstrak daun mimba, mindi, paitan dan tembelean ?
2. Bagaimana tingkat sporulasi jamur *B. bassiana* pada media yang ditambah ekstrak daun mimba, mindi, paitan dan tembelean ?
3. Apakah ekstrak daun mimba, mindi, paitan, dan tembelean yang kompatibel dengan jamur *B. bassiana* mampu mengendalikan *S. litura* ?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Mengevaluasi perbedaan pertumbuhan koloni *B. bassiana* pada ekstrak daun mimba, daun mindi, daun paitan dan daun tembelean.
2. Mengevaluasi perbedaan sporulasi jamur *B. bassiana* pada ekstrak daun mimba, daun mindi, daun tembelean dan daun paitan.
3. Mengukur perbedaan kompatibilitas jamur *B. bassiana* dengan ekstrak daun mimba, daun mindi, tembelean dan paitan dalam mengendalikan *S. litura*.

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah

1. Tingkat pertumbuhan koloni jamur *B. bassiana* pada ekstrak daun mindi lebih tinggi dibandingkan ekstrak daun mimba, paitan dan tembelean.
2. Tingkat sporulasi jamur *B. bassiana* pada ekstrak daun mindi lebih tinggi dibandingkan ekstrak daun mimba, paitan dan tembelean.
3. Kombinasi jamur *B. bassiana* dan ekstrak daun mindi mampu mengendalikan *S. litura* lebih baik dibandingkan ekstrak daun mindi, paitan dan tembelean.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan tentang alternatif pengendalian *S. litura* dengan memanfaatkan jamur *B. bassiana* yang ditambahkan insektisida botani.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Spodoptera litura* Fabricius

Status Hama *S. litura*

S. litura merupakan hama kosmopolitan yang menyerang hampir semua tanaman berdaun (*herbaceous plants*). *S. litura* termasuk dalam kelas Insecta, ordo Lepidoptera dan famili Noctuidae. *S. litura* menyerang beberapa tanaman pangan maupun tanaman perkebunan di daerah tropis, yaitu kapas, kacang tanah, jagung, padi, kedelai, teh, tembakau, tanaman hortikultura (cabai, kubis, kentang, ubi jalar, mentimun), dan lain-lain. Tanaman inang lainnya meliputi tanaman hias, tanaman liar, gulma dan tanaman pohon misalnya lamtoro (EPPO, 2005).

Ulat *S. litura* tersebar secara luas, karena bersifat polifagus dengan sayuran dan tanaman sebagai inangnya. Melalui mandibula kuat, ulat bisa menghancurkan dan merusak semua fase pertumbuhan tanaman. *S. litura* memakan daun tanaman yang menyebabkan lubang tidak teratur jika tidak dikendalikan. Ulat *S. litura* dapat mengurangi hasil 50% sampai 100% (Cardona *et al*, 2007).

Morfologi dan Biologi

S. litura mengalami metamorfosis sempurna karena memiliki empat stadia hidup, yaitu telur, larva, pupa dan imago (EPPO, 2005). Stadia telur berlangsung antara 3-5 hari (Kalshoven, 1981). Larva yang baru menetas hidup berkelompok dan mulai instar tiga hidupnya memencar. Fase larva terdiri atas enam instar (Tampenawas, 1981). Larva instar pertama memiliki ciri yaitu kepala berwarna hitam, tubuh berwarna hijau. Larva instar dua yang baru ganti kulit bercirikan kepala berwarna coklat muda hijau kekuningan yang lambat laun berubah menjadi hijau kecoklatan dan terdapat garis melintang berwarna coklat di bagian protoraks. Larva instar tiga berwarna kecoklatan dengan garis-garis berwarna putih dan coklat memanjang dan terdapat bintik-bintik berwarna hitam sepanjang tubuhnya. Larva instar empat mempunyai warna hitam keabu-abuan dan pada bagian dorsal terdapat bintik-bintik berwarna kuning memanjang dan terdapat bentuk setengah lingkaran berwarna kuning hampir disetiap ruas tubuhnya. Tubuh larva instar lima

berwarna hitam, bagian ruas tubuh kedua dan ketiga terdapat bintik berwarna hitam dan kuning. Larva instar enam mempunyai bentuk dan warna yang hampir sama dengan instar lima hanya ukuran lebih besar. Stadia larva sekitar 16 hari dengan pakan daun kedelai (Tampenawas, 1981).



Gambar 1. Larva *S. litura* F. di atas daun (Purnama, 2003).

Pupa *S. litura* berukuran 15 – 20 mm dan berwarna cokelat kemerahan. Pupa berbentuk oval memanjang pada ujung abdomen dilengkapi dua tulang punggung kecil. Lama stadia pupa 9 – 14 hari dan berada di dalam tanah atau pasir (EPPO, 2005).



A

B

Gambar 2. Imago *S. litura* (A= imago jantan; B= imago betina) (Noviana, 2011).

Imago berwarna abu-abu kecoklatan dengan panjang 15 – 20 mm, lebar sayap 30 – 38 mm. Sayap depan berwarna abu-abu hingga cokelat kemerahan dengan pola bervariasi dan membujur sepanjang garis pembuluh darah (pada jantan, bercak terjadi pada sayap sisi samping dan ujung), sayap belakang berwarna putih keabu-abuan dan biasanya terdapat garis gelap pada pembuluh darah. Lama masa hidup imago adalah 5 – 9 hari (EPPO, 2005).

2.2 Jamur *Beauveria bassiana*

Morfologi Jamur *B. bassiana*

Jamur *B. bassiana* termasuk dalam filum Ascomycota ordo Hypocerales, dan famili Clavicipitaceae. Penyakit yang disebabkan oleh jamur *B. bassiana* dikenal sebagai *white muscardine* karena miselium dan konidium (konidia) yang dihasilkan berwarna putih (Soetopo dan Indrayani, 2007). Jamur *B. bassiana* berbentuk oval agak bulat sampai dengan bulat telur, berwarna hialin dengan diameter 2-3 μm . Konidiofor berbentuk zigzag merupakan ciri khas dari genus *Beauveria*. Pada konidia jamur *B. bassiana* akan tumbuh suatu tabung yang makin lama makin panjang mirip seuntai benang dan pada suatu waktu benang itu mulai bercabang. Cabang-cabang yang timbul selalu akan tumbuh menjauhi hifa utama atau hifa yang pertama. Cabang-cabang tersebut akan saling bersentuhan, pada titik sentuh akan terjadi lisis dinding sel (anastomosis) sehingga protoplasma akan mengalir ke semua sel hifa.



Gambar 3. Morfologi makroskopis dan mikroskopis *B.bassiana* (A = Koloni jamur *B. bassiana* pada media PDA; B = Bentuk konidia dan konidiofor *B. bassiana*).

Miselium yang terbentuk akan makin banyak dan membentuk suatu koloni (Gandjar, 2006). Koloni jamur *B. bassiana* pada medium PDA yang diinkubasi pada suhu 25°C dan berumur 14 hari, membentuk lapisan seperti tepung (Gambar 3A). Koloni pada bagian tepi mula-mula berwarna putih kemudian menjadi kuning pucat (Ahmad, 2008).

Potensi Jamur *B. bassiana* untuk Mengendalikan *S. litura*

Jamur *B. bassiana* dilaporkan sebagai agens hayati untuk beragam serangga ordo Coleoptera, Lepidoptera, Hemiptera, Homoptera, Orthoptera dan Diptera baik di laboratorium maupun di lapang (Bernardi *et al.* 2006). Spesies jamur dari genus *Beauveria* menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang bersifat racun bagi serangga, antara lain bassianin, bassiacridin, beauvericin, bassianolidin, beauverolides, tenellin dan oosporin (Strasser *et al.*, 2000; Vey *et al.*, 2001; Quesada-Moraga dan Vey, 2004).

Mekanisme infeksi *B. bassiana* diawali dengan kontak antara konidia cendawan dan kutikula serangga, kemudian konidia berkecambah, membentuk apresorium dan hifa menembus integumen serta menghasilkan enzim kitinase dan protease untuk melunakkan kutikula. Penetrasi berlangsung dalam waktu 12-24 jam dan kematian terjadi antara 48-72 jam kemudian (Neves *et al.* 2004). *B. bassiana* menghasilkan toksin beauverisin, beauverolit, dan isorolit yang dapat merusak jaringan dan akhirnya mengakibatkan kematian. Ketika inang sudah mati, miselium menyebar dengan cepat memenuhi rongga tubuh dan menyebabkan tubuh inang mengeras (Purnama *et al.* 2003). Dalam penelitian menunjukkan bahwa pengamatan pada 12 hari setelah perlakuan belum nampak larva *S. litura* yang mati karena infeksi jamur *B. bassiana*. Kematian larva *S. litura* terjadi setelah 17 hari setelah perlakuan yaitu sebesar 56,67% (Wibawanti dan Herminto 2010).

2.3 Prospek Pemanfaatan Insektisida Botani untuk Pengendalian *S. litura*

Insektisida botani (nabati) adalah insektisida yang bahan dasarnya berasal dari tanaman. Insektisida botani sudah digunakan tiga abad yang lalu (Ware, 1983). Insektisida berfungsi sebagai repelan, yaitu menolak kehadiran serangga dengan bau yang menyengat. Antifidan, mencegah serangga memakan tanaman yang telah disemprot. Merusak perkembangan telur, larva, dan pupa. Menghambat reproduksi serangga betina, racun syaraf, mengacaukan sistem hormon di dalam tubuh serangga. Atraktan, pemikat kehadiran serangga yang dapat dipakai pada perangkap serangga. Mengendalikan pertumbuhan jamur dan bakteri (Sinaga,

2009). Tanaman yang digunakan sebagai insektisida botani antara lain mindi, mimba, paitan dan tembelekan.

1. Tanaman Mimba (*Azadirachta indica* A. Juss)

Tanaman mimba termasuk dalam famili Meliaceae, tanaman ini merupakan tanaman asli Afrika. Pohon mimba dapat dimanfaatkan sebagai insektisida, fungisida, virusida, nematisida, bakterisida, mitisida dan rodentisida. Menurut Debashri dan Tamal (2012), daun mimba mengandung empat senyawa kimia alami yang aktif sebagai insektisida yaitu azadirachtin, salanin, meliatrilol dan nimbin. Selain empat senyawa kimia alami tersebut daun mimba juga mengandung senyawa flavonoid sebagai anti fungi yang dapat menghambat pertumbuhan jamur. Azadirachtin bekerja sebagai penolak makan (*antifeedancy*), menghambat pertumbuhan, menghambat proses ganti kulit (*moulting inhibition*), mengakibatkan abnormalitas anatomi dan dapat mematikan serangga. Salanin bekerja sebagai penghambat makan serangga dan anti fungi, nimbin bekerja sebagai anti virus, sedangkan meliantriol sebagai penolak serangga (Subiyakto, 2009).



Gambar 4. Daun mimba (*A. indica* A. Juss) (Sonyaratri, 2006)

Azadirachtin merupakan metabolit sekunder golongan triterpenoid pada tanaman mimba diketahui efektif mengendalikan lebih dari 300 spesies serangga hama. Azadirachtin juga berfungsi sebagai insektisida bagi beberapa jenis serangga hama salah satunya adalah *S. litura*. Kematian serangga hama dapat terjadi dalam beberapa hari, tergantung dari stadia dan siklus hidup serangga target. Akan tetapi, apabila termakan dalam jumlah kecil saja mengakibatkan serangga tidak bergerak dan berhenti makan.

Lee, *et al.*, (2010) melaporkan bahwa azadirachtin memiliki aktivitas *antifeedant*, ketika larva serangga menelan senyawa *azadirachtin* maka pertumbuhan dan perkembangannya terhambat karena adanya pemblokiran hormon biosintesis seperti *ecdisteroid*. Aradila (2009) bahwa azadirachtin berperan sebagai *antifeedant* dengan menghasilkan reseptor kimia (*chemoreseptor*) pada bagian mulut (*mouth part*) yang dengan reseptor kimia yang mengganggu persepsi rangsangan untuk makan.

2. Tanaman Mindi (*Melia azedarach* L.)

Tanaman mindi digunakan dalam industri sebagai bahan baku sabun. Tanaman ini dapat digunakan sebagai insektisida botani karena dapat bersifat sebagai insektisida, fungisida, dan nematisida. Tanaman mindi memiliki bahan aktif yang hampir sama dengan mimba, namun kandungan bahan aktifnya lebih rendah dibandingkan dengan mimba. Bahan aktif yang terdapat dalam kandungan bagian tanaman mindi yaitu glikosida flavoroid, azadirachtin, senyawa alkaloid, dan aglikon quereletin yang bersifat racun perut (Nandini, 1989 dalam Sastrodiharjo, 1990).



Gambar 5. Daun Mindi (*M. azedarach* L.) (Sonyaratri, 2006)

Fungsi senyawa alkaloid, triterpenoid, azadirachtin, dan glikosida flavoroid dalam daun mindi dapat menghambat daya makan larva (*antifeedant*). Cara kerja senyawa tersebut adalah bertindak sebagai racun perut bagi serangga target. Karena itu, bila senyawa ini masuk dalam tubuh larva, alat pencernaannya akan terganggu (Endah dan Heri, 2000 dalam Sinaga, 2009). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan ekstrak mindi mematikan larva *S. litura* sebesar 100% setelah enam hari (Sinaga, 2009).

3. Tanaman Tembelean (*Lantana camara* L.)

Tembelean merupakan tanaman perdu yang banyak tumbuh di daerah tropis dan subtropis (Ghisalberti, 2000) serta tergolong dalam 10 gulma yang berbahaya di dunia (Sharma *et al.*, 2005). Selain menimbulkan kerugian terhadap tanaman melalui persaingan, gulma ini juga bermanfaat sebagai insektisida.



A

B

Gambar 6. Perbedaan larva *S. litura* (A= larva *S. litura* sehat; B= larva *S. litura* mati setelah perlakuan tembelean) (Umiati, 2013).

Tembelean dilaporkan memiliki sifat insektisidal, anti-ovoposisi, penolakan makan, dan penghambatan pertumbuhan terhadap serangga hama di lapangan dan di gudang penyimpanan (Ogendo *et al.*, 2003). Hasil penelitian telah mengungkapkan bahwa keberadaan triterpenoid (lantadene A dan lantadene B), steroid, saponin, minyak atsiri dan alkaloid sebagai unsur pokok tembelean bersifat racun, sebagai senyawa penolak (*repelen*) sehingga mempengaruhi proses penyerapan makanan (Ganjelawa, 2009). Ekstrak daun tembelean pada konsentrasi 5-40% dapat menyebabkan total mortalitas *S. litura* lebih dari 55% di laboratorium, baik pada aplikasi topikal maupun aplikasi daun (Deshmukhe, *et al.*, 2011).

4. Tanaman Paitan (*Tithonia diversifolia*)

Tanaman paitan disebut juga bunga pahit (Sumatera Barat) atau bunga paitan (Jawa Timur) (Hakim dan Agustian, 2012). Tanaman ini mengandung senyawa golongan alkaloid, seskuiterpenlaktone, monoterpen bisiklik (α -pinene dan β -pinene) dan golongan flavonoid yang menyebabkan mortalitas pada serangga (Oyewole *et al.*, 2008). Di samping itu, paitan

dilaporkan mempunyai sifat toksik dan anti makan (*antifeedant*) pada serangga sehingga menghambat perkembangan dan memutus siklus hidup serangga tersebut (Rahayu, 2007; Ambrosio *et al.*, 2008). Laporan lain menyebutkan bahwa pahitan juga menunjukkan aktivitas sebagai anti bakteri, anti protozoa dan telah dicoba secara tradisional sebagai bahan insektisida botani untuk mengusir hama pertanian, belalang dan kutu dengan hasil yang cukup efektif (Sulistijowati & Gunawan, 2001; Oyedokun *et al.*, 2011). Ambrosio *et al.* (2008) melaporkan bahwa ekstrak daun *T. diversifolia* berfungsi sebagai *antifeedant* terhadap *S. litura*.

2.4 Kompatibilitas jamur entomopatogen dengan Insektisida Botani

Kompatibilitas adalah kesesuaian antara satu jenis pestisida untuk dicampur dengan jamur entomopatogen tanpa menimbulkan dampak negatif dari pencampuran tersebut. Dalam kamus besar bahasa Indonesia kompatibilitas berarti hal yang dapat dirangkap atau keadaan penyesuaian diri (Anonymous, 2016). Insektisida botani yang tidak kompatibel akan menghambat perkembangan dan reproduksi jamur entomopatogen (Malo, 1993). Percampuran senyawa dengan mikroba khususnya jamur entomopatogen menghasilkan pasangan kompatibel dan pasangan nonkompatibel. Dari studi rinci mengenai kompatibilitas jamur *B. bassiana* dengan insektisida botani akan membantu untuk memilih kombinasi yang optimal sehingga meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan hama (Islam dan Omar, 2011).

Informasi mengenai uji kompatibilitas insektisida nabati dan jamur entomopatogen sudah banyak dilaporkan. Alam *et al.* (2000) melaporkan fungisida *Bipolaris sorokiniana* menghambat pertumbuhan jamur entomopatogen. Mimba kompatibel dengan *B. bassiana* isolat B55 yang ditunjukkan dengan peningkatan pertumbuhan vegetatif isolat. Studi mengenai ekstrak lima tanaman gulma yang salah satunya adalah *L. camara* memiliki efek penghambatan pertumbuhan dan sporulasi dari *P. lilacinus* pada tingkat yang berbeda. Penghambatan ekstrak daun pada pembentukan koloni dan jumlah spora mungkin dikaitkan karena adanya beberapa bahan anti jamur (Sharf *et al.*, 2011). Sharf *et*

al. (2011) juga mengungkapkan bahwa pertumbuhan koloni dan jumlah spora jamur *P. Lilacinus* pada ekstrak daun *Eclipta prostrata* menunjukkan pertumbuhan maksimum, sehingga ekstrak daun *E. prostrata* dan jamur *P. lilacinus* bersifat kompatibel serta dapat digunakan untuk pengendalian nematoda.

Aksi semua insektisida tergantung pada sifat kimia dari senyawa dan konsentrasi jamur serta isolat yang digunakan dalam percobaan. Daya bunuh *B. bassiana* ditingkatkan oleh insektisida komersial dari ekstrak mimba seperti yang diamati oleh Al-Mazraaw *et al.* (2009). Persentase perkecambahan *B. bassiana* sedikit terpengaruh (persentase penurunan tidak lebih dari 12%) dengan berbagai konsentrasi mimba. Duran *et al.* (2004) menyebutkan bahwa benomyl, dimethomorph-mancozeb, chlorothalonil, propineb, mancozeb, dan mancozeb cymoxanil sebagai campuran fungisida secara signifikan mempengaruhi perkecambahan dan pertumbuhan *B. bassiana*. Kouassi *et al.* (2003) menemukan bahwa aplikasi simultan fungisida metalaksil, macnozeb dan oksida tembaga mengurangi efektivitas infeksi *B. bassiana* pada serangga, fungisida ini menghambat perkecambahan pada kutikula. Seyedtalebi *et al.* (2012) melaporkan bahwa ekstrak buah *Ginkgo biloba* dapat menghambat perkecambahan konidia cendawan *B. bassiana* apabila konsentrasi ekstrak mencapai 20%. Pada konsentrasi 5% dan 10% daya kecambah konidia masih tinggi yaitu 94,1 dan 92,1%.

Pertumbuhan *B. bassiana* baik diukur dari diameter koloni maupun sporulasi dipengaruhi oleh berbagai konsentrasi insektisida botani (Islam *et al.*, 2010). Kompatibilitas jamur *B. bassiana* dengan insektisida botani dipengaruhi oleh konsentrasi insektisida dan isolat jamur yang digunakan. Jayaraj (1988) melaporkan bahwa pengabungan ekstrak tumbuhan dengan mikroba dapat meningkatkan efikasi dalam pengendalian serangga hama. Kompatibilitas isolat *B. bassiana* dengan formulasi azadirachtin telah diteliti sebelumnya, namun beberapa isolat menunjukkan hasil yang berbeda. Misalnya, minyak nimba ditemukan kompatibel dengan *B. bassiana* oleh Rodriguez *et al.* (1997) tetapi Bajan *et al.* (1998) dan Depieri *et al.*, (2005) melaporkan minyak nimba tidak kompatibel. Mohan *et al.* (2007) mempelajari kompatibilitas ekstrak nimba (0,15%) dengan

30 isolat *B. bassiana* menunjukkan hasil yang berbeda, dari beberapa kombinasi diketahui 23 kombinasi yang ditemukan kompatibel. Astoni (2015) menyebutkan jamur *B. bassiana* kompatibel dengan insektisida nabati ekstrak daun putri malu dengan konsentrasi 1% dan 2%. Perlakuan *B. bassiana* 1×10^3 , 10^5 , 10^7 konidia/ml akuades dengan insektisida nabati ekstrak daun putri malu 0,4%; 1%; 2% pada uji kompatibilitas menunjukkan hasil yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan koloni, perkecambahan, dan kerapatan konidia *B. bassiana*. Jarlina (2015) menyatakan bahwa hasil uji kompatibilitas cendawan *Metarhizium anisopliae* dengan pestisida nabati ekstrak babadotan tidak kompatibel. Hasil uji menunjukkan bahwa babadotan menghambat daya kecambah konidia, pertumbuhan koloni, dan sporulasi. Tingkat penghambatan bervariasi bergantung pada jumlah penambahan ekstrak babadotan.

Insektisida botani dan jamur entomopatogen yang kompatibel dapat digunakan untuk mengendalikan serangga hama. James (2003) menyatakan mimba kompatibel dengan *Paecilomyces fumosoroseus* dan dapat mengendalikan *Bemisia argentifolii*. Islam *et al.* (2011) menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi mimba dengan *B. bassiana* (10^8 konidia/ml) bersifat kompatibel dan meningkatkan persentase mortalitas *Bemisia tabaci* pada tanaman terung. Sausa *et al.* (2011) juga melaporkan bahwa jamur *B. bassiana* yang dikombinasikan dengan *M. azedarach* bersifat kompatibel dan mampu mengendalikan *R. microplus*. Yunisman (2008) mengamati bahwa ekstrak air daun sirsak bersifat menghambat pertumbuhan koloni, jumlah konidia dan perkecambahan konidia jamur *B. bassiana*. Semakin tinggi konsentrasi semakin besar daya hambatnya. Perlakuan secara bersamaan antara ekstrak daun sirsak dan jamur *B. bassiana* tidak efektif dalam mengendalikan *Crocidolomia pavonana*.

III. METODOLOGI

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan bulan April sampai bulan Juli 2016 di Laboratorium Hama dan Penyakit, Sub Laboratorium Nematologi dan Toksikologi, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang dibutuhkan adalah timbangan digital, kompor, hemositometer, *handcounter*, *Laminar Air Flow Cabinet* (L AFC), blender, toples plastik (d= 20 cm dan t= 30 cm), autoclaf, cawan petri kaca (d= 9 cm), gelas ukur 500 ml, *erlenmeyer* 500 ml, jarum Ose, *cork borer*, mikropipet, mikroskop cahaya, mikroskop stereo, botol media, *rotary shaker*, gunting, penggaris, saringan, kain hitam, kertas saring (d= 5 mm), silinder plastik (d= 4,5 cm dan t= 5 cm), pipet ukur, L stick, pipet tetes, pinset, *erlenmeyer* 200 ml, gelas objek, gelas penutup, *handsprayer* dan bunsen.

Bahan-bahan yang dibutuhkan adalah kentang, dextrosa, agar, aquades, yeast, isolat *B. bassiana*, kloramfenikol, alkohol 70%, daun mimba, daun mindi, daun paitan, daun tembelean, larva *S. litura* instar dua, daun jarak kepyar, pepton, yeast, spirtus, plastik perekat, aluminium foil, kuas halus, kain kasa, kapas, tisu, kertas label, plastik, dan madu.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Persiapan Penelitian

Pembuatan Media Cair Ekstrak Kentang Dekstrose (EKD). Media EKD dibuat dengan cara mengupas dan mencuci bersih 250 g kentang. Kentang direbus dalam 1200 ml aquades hingga lunak kemudian disaring untuk memisahkan air dengan kentang. Air hasil saringan diukur hingga 1 liter kemudian ditambahkan 20 g dekstrose, 10 g pepton, dan 1 ml kloramfenikol, lalu direbus lagi hingga mendidih. Larutan dituangkan ke dalam botol media untuk disterilisasi dalam *autoclave* pada suhu 121⁰C dan tekanan 1 atm selama 30 menit.

Pembuatan Media Padat Sabouraud Dekstrse Agar Yeast (SDAY).

Media SDAY dibuat dengan cara mencampurkan 10 g dekstrose, 20 g agar, 2,5 g pepton, 2,5 g yeast dan 1 ml kloramfenikol ke dalam 1000 ml aquades (Samuels *et al*, 2002). Campuran bahan tersebut direbus hingga mendidih. Setelah itu larutan dituangkan ke dalam botol media untuk disterilisasi dalam *autoclave*.

Isolasi dan Perbanyakan Isolat Jamur *B. bassiana*. Isolat jamur *B. bassiana* diperoleh dari koleksi jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Universitas Brawijaya, Malang yang diremajakan dengan cara diinfeksi pada ulat *S. litura*. Kemudian isolat jamur diidentifikasi dan diperbanyak pada media cair EKD. Biakan tersebut kemudian dishaker selama 48 jam dengan kecepatan 120 rpm. Hal ini bertujuan untuk memperepat pengurai spora jamur *B. bassiana* sehingga waktu inkubasi semakin cepat. Biakan yang sudah dishaker diinkubasi selama lebih kurang enam hari. Setelah itu dilakukan perhitungan kerapatan jamur *B. bassiana*.

Perhitungan dilakukan dengan mengambil 1 ml suspensi jamur kemudian ditetaskan di atas *haemocytometer*. Konidia dihitung di bawah mikroskop dengan perbesaran 40 kali. Konidia dihitung pada kotak tengah, yang sudah ditetapkan lima petak contoh. Kosentrasi konidia dihitung dengan menggunakan rumus Hadioetomo (1993) sebagai berikut:

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

Keterangan: C = kerapatan spora per ml larutan
 t = jumlah total spora dalam sampel yang diamati
 d = faktor pengenceran
 n = jumlah kotak contoh yang diamati
 0,25 = konstanta

Kerapatan jamur dihitung hingga tercapai kerapatan 10^8 konidia/ml. Apabila kerapatan lebih dari 10^8 konidia/ml maka dilakukan pengenceran dengan aquades. Pengenceran dilakukan dengan menambahkan 9 ml aquades kedalam 1 ml suspensi jamur. Apabila kerapatan kurang dari 10^8 konidia/ml maka dilakukan penambahan nutrisi yaitu dengan penambahan pepton 10 g pada media yang

digunakan untuk perbanyak jamur *B. bassiana* agar jumlah konidia jamur *B. bassiana* bertambah menjadi 10^8 konidia/ml.

Pembuatan Ekstrak Tanaman. Ekstrak dibuat dari daun mimba, daun mindi, daun paitan dan daun tembelekan. Daun yang sudah tua ditimbang sebanyak 1000 g kemudian dicuci bersih dan dikeringkan. Kemudian daun diblender dengan menambahkan 1 liter aquades steril. Setelah itu didiamkan selama 24 jam dan disaring hingga diperoleh ekstrak yang siap digunakan. Konsentrasi yang digunakan pada penelitian ini adalah 0,25%, 0,5% dan 1%. Konsentrasi tersebut secara berurutan diperoleh dengan cara menambahkan 0,25; 0,5 dan 1 ml ekstrak ke dalam 99,75; 99,5 dan 99 ml aquades steril. Metode tersebut merupakan modifikasi dari Djunaedi (2009).

3.3.2 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari dua tahap yaitu mengetahui pengaruh pemberian ekstrak tanaman terhadap fisiologi jamur *B. bassiana* serta uji efektifitas jamur *B. bassiana* dan ekstrak tanaman terhadap mortalitas *S. litura* diuraikan sebagai berikut:

Uji kompatibilitas ekstrak tanaman dengan jamur *B. bassiana* berdasarkan daya pertumbuhan koloni, daya kecambah dan jumlah konidia. Uji kompatibilitas jamur *B. bassiana* dan ekstrak tanaman dilakukan secara in vitro dengan teknik peracunan media. Sebanyak 10 ml media SDAY ditambahkan 2 ml ekstrak tanaman untuk setiap konsentrasi (Tabel 1). Penanaman jamur *B. bassiana* dengan kertas saring ($d = 5$ mm) dicelupkan ke dalam suspensi jamur *B. bassiana*. Kertas saring yang mengandung jamur *B. bassiana* diletakkan di dalam cawan petri berisi media SDAY yang mengandung ekstrak tanaman sesuai konsentrasi perlakuan. Selembar kertas saring baru dicelupkan ke dalam suspensi jamur kemudian diletakkan di dalam cawan petri yang berisi media padat SDAY tanpa ekstrak tanaman sebagai kontrol. Semua proses tersebut dilakukan di dalam LAFC untuk menghindari kontaminasi, kemudian jamur diinkubasi pada suhu $26-29^{\circ}\text{C}$.

Tabel 1. Kombinasi perlakuan jamur *B.bassiana* kerapatan 10^8 dengan beberapa konsentrasi insektisida botani.

Kode dalam perlakuan	Keterangan
A	Kontrol
B ₁	Mimba 0,25 % + <i>B. bassiana</i> 10^8
B ₂	Mimba 0,5 % + <i>B. bassiana</i> 10^8
B ₃	Mimba 1 % + <i>B. bassiana</i> 10^8
C ₁	Mindi 0,25 % + <i>B. bassiana</i> 10^8
C ₂	Mindi 0,5 % + <i>B. bassiana</i> 10^8
C ₃	Mindi 1 % + <i>B. bassiana</i> 10^8
D ₁	Paitan 0,25 % + <i>B. bassiana</i> 10^8
D ₂	Paitan 0,5 % + <i>B. bassiana</i> 10^8
D ₃	Paitan 1 % + <i>B. bassiana</i> 10^8
E ₁	Tembelekan 0,25 % + <i>B. bassiana</i> 10^8
E ₂	Tembelekan 0,5 % + <i>B. bassiana</i> 10^8
E ₃	Tembelekan 1 % + <i>B. bassiana</i> 10^8

Variabel pengamatan uji kompatibilitas yaitu pertumbuhan koloni, daya kecambah konidia dan jumlah konidia yang diuraikan di bawah ini. Rerata diameter koloni pada 6 hari setelah aplikasi (HSA) dan jumlah konidia pada 15 HSA digunakan untuk menghitung nilai kompatibilitas.

1. Pertumbuhan koloni

Pertumbuhan koloni jamur ditentukan dengan cara mengukur diameter koloni jamur *B. bassiana* dalam cawan petri menggunakan jangka sorong. Perhitungan koloni jamur dilakukan pada 3 dan 6 HSA (Depieri *et al.*, 2005), namun pada penelitian ini diameter koloni dihitung setiap 3 hari sampai 15 HSA. Persentase penurunan pertumbuhan koloni jamur dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Nr = \frac{N1 - N2}{N1} \times 100\%$$

Keterangan: Nr = persentase penurunan pertumbuhan koloni
 N1 = pertumbuhan koloni jamur pada kontrol
 N2 = pertumbuhan koloni jamur pada media yang dicampur ekstrak tanaman.

2. Daya Kecambah Konidia

Medium SDAY yang telah dicampur ekstrak daun mimba, daun mindi, daun tembelekan dan daun paitan sesuai dengan perlakuan ditambah 10 ml aquades. Sebanyak 1 ml suspensi jamur ditetaskan ke atas kaca objek steril. Kaca objek kemudian dimasukkan ke dalam cawan petri steril yang diisi dengan tisu lembab dan diinkubasi pada suhu 24⁰C selama 48 jam. Setiap perlakuan diulang tiga kali. Perkecambahan konidia diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran 400x. Konidia dinyatakan berkecambah apabila panjang tabung kecambah telah melebihi diameter konidia. Daya kecambah konidia ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan: V = daya kecambah konidia (%)
 g = jumlah konidia yang berkecambah
 u = jumlah konidia yang tidak berkecambah

Perhitungan daya kecambah konidia dilakukan pada 6 HSA. Jika terjadi penurunan daya kecambah konidia, maka persentase penurunan daya kecambah konidia dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Mr = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \times 100\%$$

Keterangan: Mr = persentase penurunan daya kecambah
 M₁ = daya kecambah konidia pada media yang tidak dicampur dengan ekstrak tanaman
 M₂ = daya kecambah konidia pada media yang dicampur dengan ekstrak tanaman.

3. Jumlah konidia

Pada 15 HSA, konidia jamur dipanen dengan cara menambah 5 ml aquades steril pada media SDAY yang telah dicampur ekstrak tanaman dan berisi jamur *B. bassiana*. Konidia dilepaskan dari media SDAY yang telah

dicampur ekstrak tanaman dengan menggunakan kuas halus. Suspensi dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan konsentrasi konidia dihitung dengan menggunakan *haemocytometer*. Persentase penurunan sporulasi dihitung dengan rumus:

$$Sr = \frac{S_1 - S_2}{S_1} \times 100\%$$

Keterangan: Sr = persentase penurunan sporulasi

S_1 = jumlah konidia yang dihasilkan jamur pada media yang tidak dicampur ekstrak tanaman

S_2 = jumlah konidia jamur pada media yang dicampur dengan ekstrak tanaman.

4. Perhitungan nilai kompatibilitas

Data pertumbuhan koloni dan jumlah konidia dimasukkan ke dalam rumus T dari Depieri *et al.*, (2005) sebagai berikut:

$$T = \frac{20 (PK) + 80 (SP)}{100}$$

Keterangan: T = nilai kompatibilitas

PK = nilai relatif pertumbuhan koloni perlakuan dibandingkan dengan kontrol (%)

SP = nilai relatif sporulasi perlakuan dibandingkan dengan kontrol (%).

Nilai T dibagi dalam kategori sebagai berikut: 0-30 sangat toksik, 31-45 toksik, 46-60 kurang toksik, dan >60 tidak toksik atau kompatibel. Perlakuan yang menunjukkan nilai kompatibel, akan dilanjutkan untuk uji terhadap mortalitas *S. litura*.

Uji kompatibilitas jamur *B. bassiana* dengan ekstrak tanaman berdasarkan mortalitas larva *S. litura*. Uji kompatibilitas jamur *B. bassiana* dan ekstrak tanaman dilakukan dengan teknik pencampuran bahan. 10 ml suspensi *B. bassiana* ditambahkan 2 ml ekstrak tanaman untuk setiap konsentrasi.

Percobaan menggunakan metoda RAL dengan 3 ulangan. Variabel pengamatan uji kompatibilitas meliputi jumlah serangga yang mati dan indikasi kematian serangga. Urutan kegiatan penelitian dimulai dari persiapan serangga uji sampai pengujian campuran ekstrasi dengan jamur *B. bassiana* terhadap serangga uji.

1. Penyiapan serangga uji

Perbanyakan *S. litura* dilakukan dengan metode Fitriani *et al.* (2011) yang dimodifikasi. Larva *S. litura* yang akan dibiakkan diperoleh dari Balitas. Kemudian larva yang terkumpul dipelihara dalam silinder plastik, setiap silinder plastik diisi satu ekor larva. Larva diberi pakan berupa daun jarak kepyar hingga larva berubah menjadi pupa. Selanjutnya pupa dipindahkan dan dikumpulkan pada silinder plastik yang baru hingga menjadi imago. Imago *S. litura* dipindahkan ke silinder plastik yang diberi alas sebagai tempat peletakan telur. Madu disediakan di dalam silinder plastik sebagai pakan imago *S. litura*. Penyajian madu untuk pakan dilakukan dengan cara membasahi kapas ke dalam cairan madu. Kapas kemudian diikat dengan karet gelang dan digantung di bagian tutup silinder plastik. Setelah imago bertelur dan menetas, larva yang baru menetas dipindahkan pada silinder plastik sebagai tempat pembiakan. Larva diberi pakan daun jarak kepyar yang sudah dibersihkan dengan akuades steril. Larva dipelihara hingga jumlahnya mencukupi untuk digunakan sebagai serangga uji. Selanjutnya larva-larva diseleksi untuk mendapatkan larva yang homogen dari segi ukuran dan stadia yang akan dipakai sebagai serangga uji.

2. Uji Kompatibilitas jamur *B. bassiana* dengan ekstrak tanaman terhadap larva *S. litura*.

B. bassiana dengan konsentrasi 10^8 konidia/ml sebanyak 10 ml dan ekstrak air daun tanaman mimba, tembelekan, paitan dan mindi sebanyak 2 ml dengan konsentrasi masing-masing 0,1%, 0,3% dan 0,5%. Campuran antara jamur *B. bassiana*+ekstrak air daun tanaman dimasukkan kedalam handsprayer dan disemprotkan pada 20 ekor larva *S. litura* instar II. Pengamatan dilaksanakan setiap 24 jam selama 7 hari. Variabel pengamatan meliputi jumlah larva *S. litura* yang mati dan indikasi kematian larva *S. litura*.

Indikasi kematian larva *S. litura* dilakukan dengan cara mengamati larva yang mati menggunakan mikroskop. Presentase kematian serangga dihitung dengan rumus Nuryanti *et al.*, 2012 sebagai berikut:

$$P = \frac{A}{B} \times 100 \%$$

Keterangan:

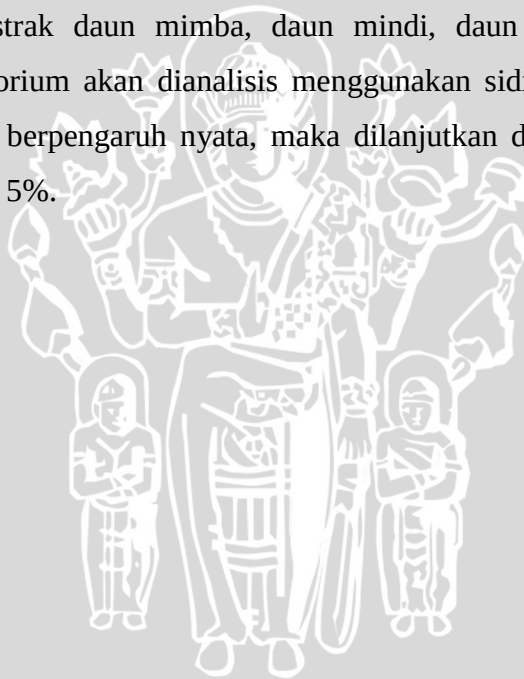
P = persentase kematian larva *S. litura*

A = jumlah larva *S. litura* yang mati

B = jumlah larva *S. litura* yang diuji.

3.4 Analisa Data

Data yang diperoleh dari pengujian kompatibilitas jamur *B. bassiana* dan insektisida botani ekstrak daun mimba, daun mindi, daun paitan dan daun tembelean di laboratorium akan dianalisis menggunakan sidik ragam. Apabila respon dari perlakuan berpengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji Duncan dengan taraf kesalahan 5%.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kompatibilitas Jamur *B. bassiana* dengan Ekstrak Tanaman Berdasarkan Pertumbuhan Koloni

Pemberian ekstrak mimba, mindi, paitan dan tembelean pada media tumbuh jamur *B. bassiana* efektif menurunkan pertumbuhan koloni jamur *B. bassiana*. Semua perlakuan yang dikombinasikan dengan ekstrak daun mimba, daun mindi daun paitan dan daun tembelean memiliki pertumbuhan koloni lebih rendah dibandingkan dengan kontrol (Tabel 2).

Tabel 2. Pertumbuhan koloni *B.bassiana* 10⁸ 3, 6, 9, 12 dan 15 hari setelah aplikasi dengan ekstrak insektisida botani

Perlakuan	Pertumbuhan koloni (cm)				
	3 HSA	6 HSA	9 HSA	12 HSA	15 HSA
A ₂ (kontrol)	1,54 b	2,22 b	3,49 c	4,28 b	4,83 c
B ₁ (mimba 0,25%)	1,04 a	1,82 a	2,56 ab	3,42 a	3,84 a
B ₂ (mimba 0,5%)	1,04 a	1,81 a	2,49 ab	3,27 a	3,79 a
B ₃ (mimba 1%)	1,00 a	1,80 a	2,37 a	3,19 a	3,64 a
C ₁ (mindi 0,25%)	1,07 a	1,87 a	2,89 b	3,93 b	4,73 c
C ₂ (mindi 0,5%)	1,00 a	1,87 a	2,78 ab	3,88 b	4,34 b
C ₃ (mindi 1%)	1,00 a	1,81 a	2,43 a	3,48 a	3,82 a
D ₁ (paitan 0,25%)	0,92 a	1,88 a	2,65 ab	3,45 a	3,87 a
D ₂ (paitan 0,5%)	0,92 a	1,87 a	2,61 ab	3,24 a	3,66 a
D ₃ (paitan 1%)	0,90 a	1,81 a	2,60 ab	3,21 a	3,62 a
E ₁ (tembelean 0,25%)	1,00 a	1,79 a	2,58 ab	3,26 a	3,66 a
E ₂ (tembelean 0,5%)	1,00 a	1,75 a	2,58 ab	3,23 a	3,66 a
E ₃ (tembelean 1%)	0,93 a	1,74 a	2,49 ab	3,22 a	3,55 a

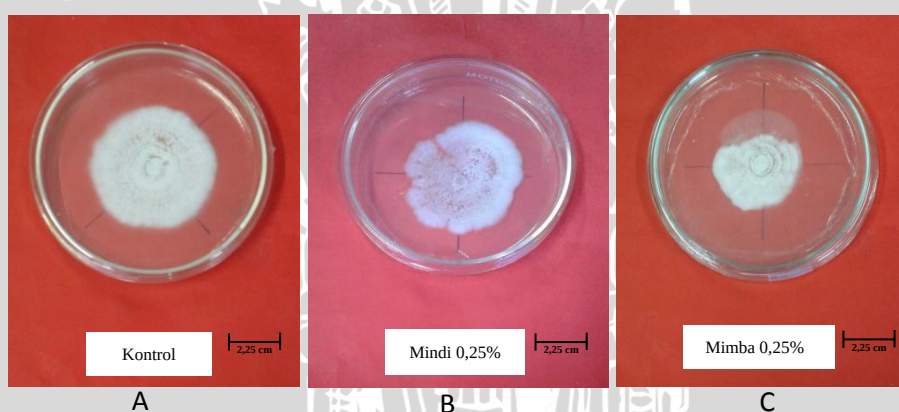
Keterangan: - Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama, berbeda nyata pada uji Duncan ($\alpha = 0,05$).

- HSA = hari setelah aplikasi

Pada pengamatan tiga, enam dan sembilan HSA didapati pertumbuhan jamur *B. bassiana* lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Pertumbuhan koloni jamur *B. bassiana* pada 12 HSA menunjukkan perlakuan mindi 0,25% dan 0,5% tidak berbeda nyata dengan kontrol. Pada perlakuan mindi 0,25% dan 0,5% tidak memberikan efek negatif pada pertumbuhan koloni jamur *B. bassiana*. Pengamatan 15 HSA didapati media yang ditambah ekstrak daun mindi 0,25% tidak berbeda nyata dengan kontrol. Pada pengamatan 15 HSA media yang ditambah ekstrak daun mindi 0,25% memiliki tingkat pertumbuhan koloni lebih

tinggi dibandingkan dengan perlakuan ekstrak daun mimba, daun paitan, dan daun tembelean.

Pertumbuhan diameter koloni terbaik pada kombinasi perlakuan jamur *B. bassiana* dan ekstrak daun mindi 0,25%. Hal tersebut disebabkan karena senyawa yang dimiliki ekstrak daun mindi dan rendahnya konsentrasi yang digunakan tidak cukup menekan pertumbuhan koloni jamur *B. bassiana*. Depieri et al. (2005) menyatakan bahwa ekstrak daun mimba yang ditambahkan pada media *potato dekstroze agar* (PDA) berpengaruh nyata terhadap diameter koloni jamur *B. bassiana* pada tiga dan enam HSA. Sharf et al. (2011) menyatakan bahwa studi mengenai ekstrak lima tanaman gulma yang salah satunya adalah *L. camara* memiliki efek penghambatan pertumbuhan terhadap *P. lilacinus* pada tingkat yang berbeda. Ekstrak daun tanaman menghambat pembentukan koloni dan jumlah spora.



Gambar 7. Perbedaan diameter jamur *B. bassiana* (A= kontrol; B= *B. bassiana* + ekstrak daun mindi 0,25%; C= *B. bassiana* + ekstrak mimba 0,25%)

Data pengamatan pertumbuhan koloni yang digunakan untuk menghitung nilai kompatibilitas adalah nilai pertumbuhan koloni pada enam HSA. Hal ini disebabkan karena pertumbuhan optimum jamur *B. bassiana* dan daya racun insektisida botani mimba, mindi, paitan dan tembelean yang diekstrak dengan air hanya bertahan sekitar satu minggu. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa persentase penurunan pertumbuhan koloni jamur *B. bassiana* sangat kecil. Hasil nilai penurunan tertinggi sebesar 0,22% pada perlakuan tembelean 1% dan nilai penurunan terendah sebesar 0,15% pada perlakuan paitan 0,25% (Tabel 3).

Penurunan pertumbuhan koloni *B. bassiana* disebabkan daya hambat yang dimiliki oleh insektisida botani meskipun hanya berpengaruh kecil. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Nana *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa ekstrak daun *Calpurnea aurea* Benth (Fabales: Fabaceae) konsentrasi 0,00; 1,20; 2,50; 5,00; dan 10,00% tidak begitu berpengaruh terhadap pertumbuhan koloni jamur *Metarhizium anisopliae* pada tiga dan enam HSA. Bandopadhyay (2002) menyatakan bahwa pestisida botani bertindak sebagai racun yang dapat menghambat pertumbuhan ataupun membunuh jamur patogen serangga.

Tabel 3. Persentase penurunan pertumbuhan koloni *B. bassiana* pada 6 HSA

Perlakuan	Pertumbuhan koloni (cm)	Penurunan (%)
A ₂ (kontrol)	2,22	-
B ₁ (mimba 0,25%)	1,82	0,18
B ₂ (mimba 0,5%)	1,81	0,18
B ₃ (mimba 1%)	1,80	0,19
C ₁ (mindi 0,25%)	1,87	0,16
C ₂ (mindi 0,5%)	1,87	0,16
C ₃ (mindi 1%)	1,81	0,18
D ₁ (paitan 0,25%)	1,88	0,15
D ₂ (paitan 0,5%)	1,87	0,16
D ₃ (paitan 1%)	1,81	0,18
E ₁ (tembelean 0,25%)	1,79	0,19
E ₂ (tembelean 0,5%)	1,75	0,21
E ₃ (tembelean 1%)	1,74	0,22

Keterangan: HSA = hari setelah aplikasi

4.2 Kompatibilitas Jamur *B. bassiana* dengan Ekstrak Tanaman Berdasarkan Daya Kecambah dan Jumlah Konidia

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa daun mimba, mindi, paitan dan tembelean yang diekstrak dengan air tidak memberikan pengaruh terhadap daya kecambah jamur *B. bassiana*, meskipun semua perlakuan memiliki daya kecambah lebih rendah dibandingkan dengan kontrol (Tabel 4).

Perlakuan ekstrak daun mimba, daun mindi, daun paitan dan daun tembelean yang diekstrak dengan air tidak menghambat daya kecambah jamur *B. bassiana*. Semua perlakuan menunjukkan daya kecambah konidia jamur *B. bassiana* lebih tinggi dari 60% (Tabel 4). Al-Mazraaw *et al.* (2009)

menyatakan bahwa persentase perkecambahan *B. bassiana* terpengaruh dengan berbagai konsentrasi mimba (persentase penurunan tidak lebih dari 12%). Seyedtalebi *et al.* (2012) juga melaporkan bahwa ekstrak buah *Ginkgo biloba* dapat menghambat perkecambahan konidia jamur *B. bassiana*.

Tabel 4. Daya kecambah konidia *B. bassiana* yang ditambah ekstrak insektisida botani

Perlakuan	Daya Kecambah	Penurunan (%)
A ₂ (kontrol)	85,51	-
B ₁ (mimba 0,25%)	75,95	0,11
B ₂ (mimba 0,5%)	74,60	0,13
B ₃ (mimba 1%)	73,05	0,15
C ₁ (mindi 0,25%)	75,63	0,12
C ₂ (mindi 0,5%)	68,65	0,20
C ₃ (mindi 1%)	63,29	0,26
D ₁ (paitan 0,25%)	77,88	0,09
D ₂ (paitan 0,5%)	75,89	0,11
D ₃ (paitan 1%)	74,17	0,02
E ₁ (tembelean 0,25%)	80,19	0,06
E ₂ (tembelean 0,5%)	78,93	0,08
E ₃ (tembelean 1%)	71,38	0,17
DMRT 5%	tn	-

Keterangan: - Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji Duncan ($\alpha = 0,05$); tn = tidak nyata

- Data ditransformasi menggunakan arcsin untuk keperluan statistik

Aplikasi ekstrak daun mimba, mindi, paitan dan tembelean tidak hanya berpengaruh terhadap daya kecambah tetapi juga berpengaruh terhadap jumlah konidia yang dihasilkan oleh jamur *B. bassiana*. Pada perlakuan media SDAY yang ditambah ekstrak daun mimba, mindi, paitan dan tembelean menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata (Tabel 5).

Jumlah konidia jamur *B. bassiana* tidak dipengaruhi oleh ekstrak daun mindi, mimba, tembelean dan paitan. Jumlah koloni terbaik pada kombinasi perlakuan jamur *B. bassiana* dan ekstrak daun mindi 0,25% (Tabel 5). Insektisida botani mimba, mindi, paitan dan tembelean menurunkan jumlah konidia yang dihasilkan dan tingkat penurunan bergantung pada konsentrasi. Sharf *et al.* (2011) mengungkapkan bahwa ekstrak daun urang-aring tidak mempengaruhi jumlah spora *P. Lilacinus*.

Tabel 5. Jumlah konidia *B. bassiana* 15 HSA

Perlakuan	Jumlah konidia/petri ($\times 10^8$)	Penurunan (%)
A ₂ (kontrol)	2,17	-
B ₁ (mimba 0,25%)	1,68	0,20
B ₂ (mimba 0,5%)	1,33	0,17
B ₃ (mimba 1%)	1,19	0,10
C ₁ (mindi 0,25%)	1,77	0,08
C ₂ (mindi 0,5%)	1,32	0,17
C ₃ (mindi 1%)	1,29	0,18
D ₁ (paitan 0,25%)	1,58	0,12
D ₂ (paitan 0,5%)	1,39	0,15
D ₃ (paitan 1%)	1,31	0,18
E ₁ (tembelean 0,25%)	1,65	0,10
E ₂ (tembelean 0,5%)	1,41	0,15
E ₃ (tembelean 1%)	1,38	0,17
DMRT 5%	tn	-

Keterangan: - Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama, berbeda nyata pada uji Duncan ($\alpha = 0,05$). tn = tidak nyata.

Pada kombinasi perlakuan jamur *B. bassiana* dengan insektisida botani mimba, mindi, paitan dan tembelean menunjukkan nilai kombinasi kategori kompatibel berdasarkan rumus Alves *et al.* (1998). Pada jenis insektisida botani yang sama, nilai T menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi yang digunakan. Nilai T yang tinggi menunjukkan suatu bahan semakin kompatibel.

Tabel 6. Klasifikasi kompatibilitas jamur *B. bassiana* dengan ekstrak insektisida botani

Perlakuan	Nilai T	Klasifikasi
B ₁ (mimba 0,25%)	78,33	Kompatibel
B ₂ (mimba 0,5%)	65,34	Kompatibel
B ₃ (mimba 1%)	60,09	Kompatibel
C ₁ (mindi 0,25%)	82,10	Kompatibel
C ₂ (mindi 0,5%)	65,51	Kompatibel
C ₃ (mindi 1%)	63,87	Kompatibel
D ₁ (paitan 0,25%)	75,18	Kompatibel
D ₂ (paitan 0,5%)	68,09	Kompatibel
D ₃ (paitan 1%)	64,60	Kompatibel
E ₁ (tembelean 0,25%)	66,18	Kompatibel
E ₂ (tembelean 0,5%)	67,75	Kompatibel
E ₃ (tembelean 1%)	66,18	Kompatibel

Keterangan: Klasifikasi menurut Alves *et al.* (1998), Depieri *et al.* (2005), 0-30 sangat toksik, 31-45 toksik, 46-60 kurang toksik, dan >60 tidak toksik atau kompatibel.

Hasil yang menunjukkan nilai kompatibel dengan nilai T tertinggi (82,10) yaitu mindi 0,25% (Tabel 6). Hasil yang menunjukkan nilai kompatibel dengan nilai T terendah (60,09) yaitu mimba 1%. Penurunan konsentrasi insektisida botani yang digunakan diduga dapat meningkatkan nilai T. Sausa *et al.* (2011) melaporkan bahwa jamur *B. bassiana* yang dikombinasikan dengan *M. azedarach* bersifat kompatibel dan mampu mengendalikan *R. microplus*. Yunisman (2008) mengamati bahwa ekstrak air daun sirsak bersifat tidak kompatibel dengan jamur *B. Bassiana* dan semakin tinggi konsentrasi semakin besar daya hambatnya.

4.3 Uji Kompatibilitas Jamur *B. bassiana* dengan Ekstrak Tanaman Berdasarkan Mortalitas Larva *S. litura*

Pengamatan pencampuran jamur *B. bassiana* dengan insektisida botani mimba, mindi, paitan dan tembelean yang diekstrak dengan air meliputi jumlah serangga yang mati dan indikasi kematian serangga. Pada kombinasi perlakuan jamur *B. bassiana* dengan insektisida botani mimba, mindi, paitan dan tembelean menunjukkan hasil berbeda nyata (Tabel 7).

Tabel 7. Mortalitas *S. litura* akibat perlakuan jamur *B. bassiana* kerapatan 10^8 dengan ekstrak insektisida botani selama 7 hari pengamatan

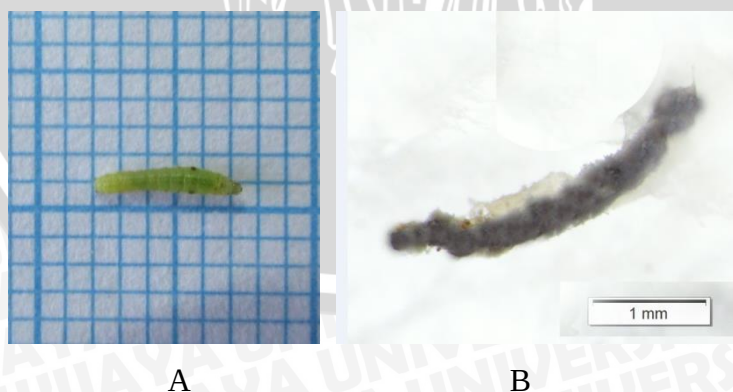
Perlakuan	Mortalitas larva <i>S. litura</i> (%)
A ₁ (kontrol <i>B. bassiana</i>)	42,10 c
B ₁ (mimba 0,25%)	35,00 abc
B ₂ (mimba 0,5%)	34,10 abc
B ₃ (mimba 1%)	31,10 abc
C ₁ (mindi 0,25%)	44,00 c
C ₂ (mindi 0,5%)	30,80 ab
C ₃ (mindi 1%)	29,90 ab
D ₁ (paitan 0,25%)	38,10 abc
D ₂ (paitan 0,5%)	36,10 abc
D ₃ (paitan 1%)	26,80 a
E ₁ (tembelean 0,25%)	39,10 abc
E ₂ (tembelean 0,5%)	34,90 abc
E ₃ (tembelean 1%)	35,00 bc

Keterangan: - Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama, berbeda nyata pada uji Duncan ($\alpha = 0,05$).

- Data ditransformasi menggunakan arcsin untuk keperluan statistik

Pada pengamatan mortalitas *S. litura* perlakuan mindi 0,25% signifikan berbeda dengan perlakuan mindi 0,5%, mindi 1% dan paitan 1%. Akan tetapi perlakuan mindi 0,25% tidak signifikan berbeda dengan kontrol, mimba 0,25%, mimba 0,5%, mimba 1%, paitan 0,25%, paitan 0,5%, tembelean 0,25%, tembelean 0,5% dan tembelean 1% terhadap tingkat mortalitas *S. litura*. Kemampuan jamur dalam membentuk konidia mempunyai arti penting karena jumlah konidia jamur *B. bassiana* akan berpengaruh pada tingkat penginfeksian terhadap serangga.

Pengamatan mortalitas *S. litura* tidak memberikan pengaruh secara nyata bila dibandingkan dengan kontrol kecuali perlakuan mindi 0,5%, mindi 1% dan paitan 1%. Penelitian James (2003) menyatakan mimba kompatibel dengan *Paecilomyces fumosoroseus* dan dapat mengendalikan *Bemisia argentifolii*. Islam *et al.* (2011) menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi mimba dengan *B. bassiana* (10^8 konidia/ml) bersifat kompatibel dan meningkatkan persentase mortalitas *Bemisia tabaci* pada tanaman terung. Sausa *et al.* (2011) juga melaporkan bahwa jamur *B. bassiana* yang dikombinasikan dengan mindi bersifat kompatibel dan mampu mengendalikan *R. microplus*. Akan tetapi Yunisman, (2008) berpendapat bahwa ekstrak daun sirsak dan jamur *B. bassiana* bersifat antagonis terhadap *C. Paponana* dan perlakuan secara terpisah lebih tinggi mortalitas dibandingkan perlakuan secara bersamaan. Hal ini terjadi karena adanya beberapa bahan anti jamur yang dikandung oleh ekstrak daun tersebut.



Gambar 8. Larva *S. litura* (A= larva *S. litura* sehat; B= larva *S. litura* mati bermiselium).

Larva *S. litura* yang terserang memiliki ciri-ciri tubuh kaku kemudian warna berubah menjadi kecoklatan. Setelah diinkubasi dalam wadah yang lembab terdapat miselium berwarna putih pada tubuh larva. Hal ini sesuai dengan Herlinda *et al.* (2005) yang menyatakan bahwa larva *Plutella xylostella* mati, tubuhnya menjadi mengkerut, keras, kaku, dan diselimuti miselia berwarna putih. Gejala seperti ini disebut penyakit *white muscardine* yang disebabkan oleh jamur patogen *B. bassiana*.

4.3 Pembahasan Umum

Pemberian insektisida botani mimba, mindi, paitan dan tembelekan pada media tumbuh jamur *B. bassiana* efektif menurunkan pertumbuhan koloni jamur *B. bassiana*. Pada pengamatan tiga, enam dan sembilan HSA didapati pertumbuhan jamur *B. bassiana* lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Nana *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa ekstrak daun *Calpurnea aurea* Benth (Fabales: Fabaceae) konsentrasi 0,00; 1,20; 2,50; 5,00; dan 10,00% tidak begitu berpengaruh terhadap pertumbuhan koloni jamur *Metarhizium anisopliae* pada tiga dan enam HSA.

Dalam pengamatan daya kecambah semua perlakuan menunjukkan daya kecambah konidia jamur *B. bassiana* lebih tinggi dari 60%. Menurut Pramesti *et al.* (2014) daya kecambah jamur *B. bassiana* dalam kondisi normal pada minggu pertama adalah 64,53%, minggu kedua 74,20%, dan 79,36% pada minggu ketiga yang dibiakkan pada suhu 28⁰C. Daya kecambah jamur *B. bassiana* kontrol dapat dikatakan baik karena lebih dari 85% yaitu 85.51%, hal ini terjadi karena perlakuan kontrol tidak mendapatkan hambatan atau penekan dari faktor insektisida botani. Daya kecambah untuk mindi 0,5% dan 1% dikatakan kurang karena daya kecambah kurang dari 70%. Ramli (2004), menyatakan bahwa daya kecambah konidia dikategorikan baik apabila perkecambahannya berkisar antara 85-100%, sedang 70-85%, dan kurang apabila perkecambahannya berkisar antara 55-70%. Seyedtalebi *et al.* (2012) melaporkan bahwa ekstrak buah *G. biloba* dapat menghambat perkecambahan konidia cendawan *B. bassiana*. Kompatibilitas antara ekstrak insektisida botani dan daya kecambah jamur saling berhubungan

karena perkecambahan jamur merupakan langkah awal dalam proses penginfeksi serangga.

Disamping daya kecambah jumlah konidia juga memiliki arti penting dalam kompatibilitas dan proses penginfeksi serangga. Apabila jumlah konidia banyak dan daya kecambahnya baik maka proses penginfeksi serangga target juga akan tinggi. Kemampuan jamur dalam membentuk konidia mempunyai arti penting karena jumlah konidia jamur *B. bassiana* akan berpengaruh pada tingkat penginfeksi serangga. Menurut Visalakshy *et al.* (2006), kemampuan jamur untuk membentuk konidia mempunyai arti yang sangat penting karena konidia merupakan propagul jamur entomopatogen yang berperan utama untuk pemencaran dan infeksi. Pada perlakuan media SDAY yang ditambah ekstrak daun mimba, mindi, paitan dan tembelekan menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata.

Berdasarkan hasil presentase pada tabel klasifikasi kompatibilitas jamur *B. bassiana* dan ekstrak tanaman, mimba 1% menunjukkan nilai kompatibilitas yang rendah dibanding ekstrak lainnya. Hal ini karena senyawa kimia yang terdapat dalam tanaman mimba memiliki sifat fungi toksik sehingga mampu menekan pertumbuhan koloni, perbanyak dan perkecambahan konidia. Sedangkan klasifikasi kompatibilitas jamur *B. bassiana* dan ekstrak insektisida botani yang menunjukkan nilai kompatibel tertinggi yaitu ekstrak daun mindi 0,25%. Tanaman mindi memiliki bahan aktif yang hampir sama dengan mimba kecuali azadirachtin, namun kandungan bahan aktifnya lebih rendah dibandingkan dengan mimba. Sausa *et al.* (2011) melaporkan bahwa jamur *B. bassiana* yang dikombinasikan dengan *M. azedarach* bersifat kompatibel dan mampu mengendalikan *R. microplus* di lapang.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pemberian ekstrak daun mimba, mindi, paitan dan tembelekan efektif menurunkan pertumbuhan koloni jamur *B. bassiana*. Tingkat penghambatan bervariasi tergantung pada konsentrasi ekstrak tanaman sebagai insektisida botani.
2. Pemberian ekstrak daun mimba, mindi, paitan dan tembelekan berpengaruh sama terhadap jumlah konidia jamur *B. bassiana*.
3. Perlakuan kombinasi jamur *B. bassiana* dan ekstrak daun mimba, mindi, paitan dan tembelekan berpengaruh sama dengan kontrol terhadap tingkat mortalitas *S. litura*, kecuali pada perlakuan kombinasi jamur *B. bassiana* dengan ekstrak daun mindi 0,5% dan 1% serta ekstrak daun paitan 1%.

5.2 Saran

Jamur *B. bassiana* yang ditambahkan ekstrak daun mindi, mimba, paitan dan tembelekan dapat digunakan sebagai alternatif pengendalian *S. litura*. Akan tetapi perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui konsentrasi ekstrak tanaman sebagai insektisida botani dan tingkat kerapatan jamur *B. bassiana* yang paling efektif dalam mengendalikan *S. litura*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, R.Z. 2008. Pemanfaatan Cendawan Untuk Meningkatkan Produktivitas dan Kesehatan Ternak, J. Litbang Pertanian, 27(3) : 84-92.
- Alam, S., N. Akhter, M. Begum, M.S. Alam. 2000. Effect of Fungicides and Plant Extracts on the Inhibition of *Bipolaris sorokiniana* Sacc. Rajshahi Univ. Stud. Part-B. J. Sci. 28: 15-23.
- Al-Mazraaw, M.S., A. Al-Abbadi, A.S. Mohamad and A. Mazen. 2009. Effect of application method on the interaction between *Beauveria bassiana* and neem tree extract when combined for *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) controle. J. Food Agric. Environ. 7: 869- 873.
- Alves, S.B., Jr.A. Moino and J.E.M. Almeida. 1998. Produtos Fitossanitarios e Entomopatogenos, p.217-238. In S.B Alves (ed.), Controle microbiano de insetos. Piracicaba, FEALQ, 1163p.
- Ambrosio, S.R., Y. Oki, V.C. Heleno, J.S. Chaves, P.G. Nascimento, J.E. Lichston, M.G. Constantino, E.M. Varanda, F.B. Da Costa. 2008. Constituents of Glandular Trichomes of *Tithonia diversifolia*: Relationships to Herbivory and Antifeedant Activity. Phytochemistry. 69: 2052-2060.
- Anonymous. 2016. KBBI. Web. Id/kompatibilitas. [Online]. Available at <http://kbbi.web.id/kompatibilitas> (verified 30 Mar. 2016)
- Aradilla, A.S. 2009. Uji Efektifitas Larvasida Ekstrak Ethanol Daun Mimba (*Azadirachta indica*) Terhadap Larva *Aedes aegypti*. Laporan Akhir Penelitian Universitas Diponegoro.
- Astoni, A.M., R.D Puspitarini dan H. Tarno. 2015. Uji Kompatibilitas Jamur Patogen Serangga *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Hypocreales: Cordycipitaceae) dengan Insektisida Nabati Ekstrak Daun Putri Malu. J. HPT. 3(3): 79-86.
- Bajan, C.K., Kmitowa and E.N. Popowska. 1998. Reaction of Various Ecotypes of Entomopathogenic Fungus *Beauveria bassiana* to the Botanical Preparation Neem TM and Pyrethroid Fastak. Arch. Phytopath. Pl. Protec. 31: 369-375.
- Bandopadhyay, A.K. 2002. A Current Approach To the Management of Root Disease in Bast Fibre Plants with Conservation of Natural and Microbial Agents. J. Mycopath 40: 57-62.
- Bernardi, E., D.M. Pinto, J.S. do Nascimento, P.B. Ribeiro, C.I. da Silva. 2006. Effect of The Entomopathogenic Fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* on The Development of *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) in The Laboratory. Arq. Inst. Biol. 73(1):127-129.

- Bernardi, E., D.M. Pinto, J.S. do Nascimento, P.B. Ribeiro, C.I. da Silva. 2006. Effect of The Entomopathogenic Fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* on The Development of *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) in The Laboratory. Arq. Inst. Biol. 73(1):127-129.
- Budi, A.S., A. Afandhi dan R.D. Puspitarini. 2013. Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Balsamo (Deuteromycetes: Moniliales) pada Larva *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). J. HPT. 1(1): 57-65.
- Cardona, E. V., C. S. Ligat dan M. P. Subang. 2007. Life History Of Common Cutworm, *Spodoptera litura* Fabricius (Noctuidae ; Lepidoptera) In Bengkulu. Progress Report. BSU Research In- House Review.
- Debashri, M. and M. Tamal. 2012. A Review on efficacy of *Azadirachta indica* A. Juss based biopesticides: An Indian perspective. Research J. of Recent Sciences. 1(3): 94-99.
- Depieri, R. A., S. S. Martinez and Jr. A. O. Menezes. 2005. Compatibility of the Fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Deuteromycetes) with Extracts of Neem Seeds and Leaves and the Emulsible Oil. Neotropical Ent. 34(4): 601-606.
- Deshmukhe, P.V., A.A. Hooli, and S. N. Holihosur. 2011. Effect of *Lantana camara* (L.) on growth, development and survival of tobacco caterpillar (*Spodoptera litura* Fabricius). *Karnataka J. Agric. Sci.* 24(2): 137-139.
- Djunaedi, A. 2009. Biopestisida sebagai Pengendali Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang Ramah Lingkungan. (Online). Embryo 6(1): 88-95.
- Duran J.,M. Carballo and Y.E. Hidalgo. 2004. Efecto de Fungicidas Sobre la Germinación y el Crecimiento de *Beauveria bassiana*. Manejo Integrado de Plagasy Agroecología Kosta Rika 71: 73-77.
- EPPO. 2005. Data Sheet on Quarantine Pest: *Spodoptera littoralis* and *S. litura*. 1-7.
- Fitriani, U., Melina dan A. Gassa. 2011. Kemampuan Memangsa *Euborellia annulata* (Dermaptera: Anisolabididae) dan Preferensi pada Berbagai Instar Larva *Spodoptera litura*. Universitas Hasanuddin. Makasara 7 (3): 182-185.
- Fuxa, J.R. 1987 Ecological Conciderations for Use of Entomopathogens in IPM. Ann. Rev. Entomol. 32: 225-251.
- Gandjar, I., 2006. Mikologi Dasar dan Terapan. Ed.I-Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Ganjelawa, D. 2009. Biochemical Composition and Antibacterial Activities of *Lantana camara* Plants With Yellow, Lavender, Red and White Flower.

School of Biotechnology Chemical Engineering. Vellore Institute of Technology University. India.

Ghisalberti, E.L., 2000, "*Lantana camara* L". (Verbenaceae). J. Fitoterapia 71: 467-486.

Hadioetomo, R.S. 1993. Mikrobiologi Dasar dalam Praktek : Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Hakim, N. dan Agustian. 2012. *Tithonia* untuk Pertanian Berkelanjutan. Andalas University Press. Sumatera Barat.

Herlinda, S., E.M. Sari, Y. Pujiastuti, Suwandi, E. Nurnawati dan A. Riyanta. 2005. Variasi Virulensi Strain-strain *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Terhadap Larva *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *Agritrop* 24(2)52-57.

Islam, M.T., D. Omar, M.A. Latif and M.M. Morshed. 2011. The Integrated Use of Entomopathogenic Fungus, *Beauveria bassiana* with Botanical Insecticide, Neem Against *Bemisia tabaci* on Eggplant. African J. Microb. Res. 5(21): 3409-3413. DOI: 10.5897/AJMR11.478.

Isman, M.B., 2006. Botanical Insecticides, Deterrents, and Repellents in Modern Agriculture and an Increasingly Regulated World. Annu. Rev. Entomol. 51:45-66.

James, R.R., 2003. Combining Azadirachtin and *Paecilomyces fumosoroseus* (Deuteromycotina: Hypomycetes) to Control *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). J.Econ.Entomol. 96(1):25-30.

Jarlina, S. 2015. Kompatibilitas Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* dan Pestisida Nabati Ekstrak Daun Babadotan (*Ageratum conyzoides*) untuk Mengendalikan Hama Kepik Hijau (*Nezara viridula*) di Laboratorium. [Skripsi]. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung.

Jayaraj, S. 1988. The Past, Present and Future of Botanical Pest Control in India. Final Workshop of IRRIADB- EWC project on botanical pest in ricebased cropping system, IRRI, Filipina, Desember, 12-16.

Kalshoven, L. G. E., 1981. The Pest of Crops in Indonesia. Revised and Tranlated By P.A. Van der laan. P.T. Ichtiar Baru-Van Hoeve. Jakarta.

Kouassi, M., D. Coderre and I. Todorova. 2003. Effects of the Timing of Applications on the Incompatibility of Three Fungicides and One Isolate of the Entomopathogenic Fugus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Deuteromycotina), J. Appl Entomol. 127: 421- 426.

Lee, Kyeong-Yeoll., O.M. Lynn, W.G. Song, J.K. Shim, and J.E. Kim. 2010. Effects of Azadirachtin and Neem-based Formulations for the Control of Sweetpotato Whitefly and Root-knot Nematode. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem. 53(5), 598-604.

- Malo, A.R. 1993. Estudio Sobre la Compatibilidad del Hongo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuil. con Formulasiones Comerciales de Funguicidas e Insecticidas. Entomol Kolombia 19: 151-158.
- Malo, A.R. 1993. Estudio Sobre la Compatibilidad del Hongo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuil. con Formulasiones Comerciales de Funguicidas e Insecticidas. Entomol Kolombia 19: 151-158.
- Marwoto dan Suharsono. 2008. Strategi dan Komponen Teknologi Pengendalian Ulat Grayak (*Spodoptera litura* Fabricius) pada Tanaman Kedelai. J. Litbang Pertanian 27(4): 131–136.
- Mohan, M.C., P. Narasimha, N.P. Reddy, D. Inggris, R. Kongara and H.C. Sharma. 2007. Growth and Insect Assays of *Beauveria bassiana* with Neem to Test Their Compatibility and Synergism. Biocontr. Sci.Tech., 17:1059-1069.
- Nana, P., N.K Maniania, R.O. Maranga, H.I. Boga, H.L. Kutima, and J.N. Ellof. 2011. Compatibility between *Calpurnea aurea* Leaf Extract, Attraction Aggregation, and Attachment Pheromone and Entomopathogenic Fungus *Metarhizium anisopliae* on Viability, Growth, and Virulenc of the Pathogen. J. Veterinary.
- Neves, M.O.J. Pedro, B. Alves, and Sergio.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):051- 056.
- Noviana, E. 2011. Uji Potensi Ekstrak Daun Suren (*Toona sureni* Blume) sebagai Insektisida Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) pada Tanaman Kedelai (*Glicine max* L.). [Skripsi]. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Nuryanti, N.S.P., W. Lestari, dan Azis. 2012. Penambahan Beberapa Jenis Bahan Nutrisi pada Media Perbanayakan untuk Meningkatkan Virulensi *Beauveria bassiana* terhadap Hama Walang Sangit. J. HPT Tropika 12(1): 64-70.
- Ogendo, J.O., S.R. Belmain, A.L. Deng, and D.J. Walker. 2003. Comparison of toxic and repellent effects of *Lantana camara* L. with Tephrosia vogelii hook anda synthetic pesticide against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) in stored maize grain.Insect Sci. Applic.23(2): 127–135.
- Oyedokun, A.V., J.C. Anikwe, F.A. Okelana, I.U. Mokuwunye, O.M. Azeez. 2011. Pesticidal Efficacy of Three Tropical Herbal Plants Leaf Extracts Against *Macrotermes bellicosus*, an Emerging Pest of Cocoa, *Theobroma cacao* L. J Biopesticides. 4: 131-137.
- Oyewole, I.O., C.A. Ibidapo, D.O. Moronkola, A.O. Odulola, G.O. Adeoye, G.N. Anyasor, J.A. Obansa. 2008. Anti-malarial and Repellent Activities of

Tithonia diversifolia (Hemsl.) Leaf Extracts. J Medic Plants Res. 2: 171-175.

Pramesti, N.R., T. Himawan, R. Rachmawati. 2014. Pengaruh Pengkayaan Media dan Suhu Penyimpanan terhadap Kerapatan dan Viabilitas Konidia Jamur Patogen Serangga *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Hypocreales: Cordycipitaceae). J. Hama Penyakit Tumb. 3(2): 45-48.

Prayogo, Y., W. Tengkan, dan Marwoto, 2005. Prospek Cendawan Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* Untuk Mengendalikan Ulat Grayak *Spodoptera litura* Pada Kedelai. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian: Malang.

Purnama, H. A. 2003. Hama dan Penyakit Tembakau Deli. BPTD PTPP Nusantara II, Medan.

Quesada-Moraga, E. and A. Vey. 2004. Bassiacridin, a protein toxic for locusts secreted by the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. Mycological Research 108: 441-452.

Rahayu. 2007. Pengaruh Ekstrak Daun Paitan (*Tithonia diversifolia*) terhadap Mortalitas Larva *Aedes aegypti* Instar III (Skripsi). Universitas Islam Negeri. Malang.

Ramli, N. 2004. Petunjuk Teknis pada Berbagai Kegiatan Laboratorium, Laboratorium Lapangan. Balai Pengembangan Proteksi Tanaman Perkebunan Sumatra Utara.

Roberts, D.W. and W.G. Yeldol. 1971. Use of Fungi for Microbial Control of Insects. In: Microbial Control of Insects and Mites (edited by Burges. H.D. and N.W. Hussey). Academic Press, pp. 125-149.

Rodrigues-Lagunes, D.A., A.L. Tejedo, D.R. Diaz, C.R. Maciel, J.V. Mendoza, E.B. Roman, S.R. Colorado, and E.P. Velasco. 1997. Compatibilidad de *Beauveria bassiana* Extractos Acuicos de Nim (*Azadirachta indica*) Cara el control de la Broca del Cafeto (*Hypothenemus hampei*). Manage. Integr. Plagas. Agroecol. 44: 14-19.

Rusdy, A. 2009. Efektivitas Ekstrak Daun Mimba dalam Pengendalian Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) Pada Tanaman Selada. J. Floratek 4: 41-54.

Samuels R.I, Coracini D.L.A, dos Santos C.A.M, Gava C.A.T. 2002. Infection of *Blissus antillus* (Hemiptera: Lygaeidae) Eggs by Entomopathogenic Fungi *M. anisopliae* and *B. bassiana*. Biol.Contr. (23): 269-273.

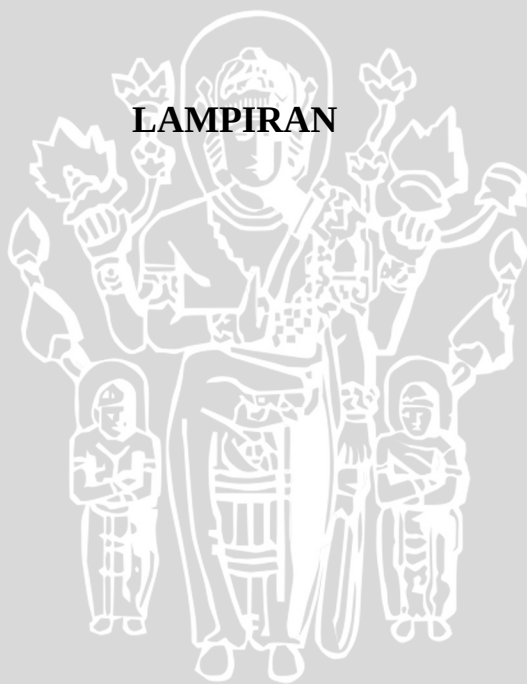
Sastrodihardjo, S. dan T. Aditya. 1990. Bioactive Substances From Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) With Pesticidal Properties. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati. PAU-Ilmu Hayati. ITB, pp: 22.

- Sausa, L.A.D., H.B.P. junior, S.F. Soares, P.H. Ferri, P. Ribas, M.E. Lima, J. Furiong, V.R.E.P Bittencourt, W.M.S. Perinotto, and L.M.F. Borges. 2011. Potential Synergistic Effect of *Melia azedarach* Fruit Extract and *Beauveria bassiana* in the Control of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) in Cattle Infestations. J. Veterinary Parasitologi. 175: 320-324.
- Seyedtalebi, F.S., P. Tork, M.R. Dilmaghani, and H.R. Talaei. 2012. Potential Synergism Between *Beauveria bassiana* and Ether-Extract of *Ginkgo biloba* for Control of the Two-Spider Mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). J. Crop. Prot. 1(1): 49-55.
- Sharf, R., Hisamuddin, I.R. Merajul, Abbasi and A. Ambreen. 2011. Study of Efficacy of Some Plants on Germination and Sporulation of Fungi *Paecilomyces lilacinus*. J. Nat. Prod. Plant. Resour., 2011,1 (4): 86-89.
- Sharma, G.P., A.S. Raghubanshi, dan J.S. Singh. 2005. Lantana invasion: Anoverview. Weed Biol.Manage.5: 157–165.
- Sinaga, R. 2009. Uji Efektifitas Pestisida Nabati Terhadap Hama *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) pada Tanaman Tembakau (*Nicotina tabaccum* L.). Skripsi. Universitas Sumatra Utara.
- Sinaga, R. 2009. Uji Efektifitas Pestisida Nabati Terhadap Hama *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). Pada Tanaman Tembakau (*Nicotina tabaccum* L.). Skripsi. Universitas Sumatra Utara.
- Sinaga, R. 2009. Uji Efektifitas Pestisida Nabati Terhadap Hama *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). Pada Tanaman Tembakau (*Nicotina tabaccum* L.). Skripsi. Universitas Sumatra Utara.
- Soehardjan. 1994. Konsepsi dan Strategi Penelitian dan Pengembangan Pestisida Nabati. Presiding Seminar Hasil Penelitian dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat : Bogor. hlm. 11-18.
- Soetopo, D. dan I.G.A.A. Indrayani. 2007. Status Teknologi dan Prospek *Beauveria bassiana* untuk Pengendalian Serangga Hama Tanaman Perkebunan yang Ramah Lingkungan. J. Perspektif. vol. 6 No.1, Juni 2007: 29-46.
- Sonyaratri, D. 2006. Kajian Daya Insektisida Ekstrak Daun Mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) dan Ekstrak Daun Mindi (*Melia azedarach* L.) Terhadap Perkembangan Serangga Hama Gudang *Sitophilus zeamais* Motsch. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Strasser, H., A. Vey and T. Butt. 2000. Are there any Risks in Using Entomopathogenic Fungi for Pest Control, with Particular Reference to the Bioactive Metabolites of *Metarhizium*, *Tolepocladium* and *Beauveria* species. J. Biocontrol Science and Technology 10: 717-735.

- Subiyakto, 2009. Ekstrak Biji Mimba Sebagai Pestisida Nabati: Potensi, Kendala, dan Strategi Pengembangannya. *Perspektif* 8 (2): 108-116.
- Sulistijowati, A.S. dan D. Gunawan. 2001. Efek Ekstrak Daun Kembang Bulan (*Tithonia diversifolia* A. Gray) Terhadap *Candida albicans* serta Profil Kromatogarfinya. *Cermin Dunia Kedokteran*. 30: 31-35.
- Tampenawas, S.A. 1981. Biologi *Spodoptera (Prodenia) litura* Fabr. (Lepidoptera: Noctuidae) pada dua varietas kedelai. Laporan Masalah Khusus. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Trizelia, I. Manti, F. Nurdin dan Dachryanus. 2008. Kompatibilitas Cendawan Entomopatogen dan Ekstrak Tumbuhan Paitan (*Tithonia diversifolia*) untuk Pengelolaan Hama *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) pada Tanaman Bawang Merah. [Laporan Penelitian KKP3T Litbang Pertanian]. Padang : Lembaga Penelitian Universitas Andalas.
- Umiati. 2013. Efektivitas Ekstrak Daun Tembelekan (*Lantana Camara*) dan Paitan (*Eupatorium Inulifoklium*) Sebagai Pengendalian Hama *Spodoptera Litura*. Halaman 2 Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP). Surabaya.
- Vey, A., R.E. Hoagland and T.M. Butt. 2000. Toxic Metabolites of Fungal Biocontrol Agents. *Fungi as Biocontrol Agents. Progress, Problems and Potential* (But TM, Jackson C & Magan N, eds), pp. 311-346. CABI Publishing Oxford, UK.
- Visalakshy, P.N., A. Krishnamoorthy, and A. Manoj-Kumar. 2006. Effect of Plant Oils and Adhesive Stickers on the Mycelia Growth and Condition of *Verticillium lecanii*, a Potential Entomopathogen. *Phytopar* 33(4):367-369.
- Ware, G.W. 1983. *Pesticides, Theory and Application*. W.H. Freeman and Company, New York. 455p.
- Wibawanti, R., dan Herminto. 2010. Potensi Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Vuil. untuk Mengendalikan Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.). *Pembangunan Pedesaan* 10(1): 39-46.
- Wiryadiputra, S.1994. Prospek dan Kendala Pengembangan Jamur Entomopatogenik, *Beauveria bassiana* untuk Pengendalian Hayati Hama Penggerek Buah Kopi, *Hypothenemus hampei*. *Pelita Perkebunan* 9 (1): 92-99.
- Yunisman. 2008. Uji Kompatibilitas Jamur *Beuveria bassiana* dengan Ekstrak Air Daun Sirsak (*Annona muricata*; Annonaceae) untuk Pengendalian Hama *Crocidolomia pavonana* F. (Lepidoptera: Pyralidae) .

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LAMPIRAN



Tabel lampiran 1. Sidik ragam diameter jamur *B. bassiana* 3 HSA

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	12	0.955676923	0.07964	3.063974	2.147926
Galat	26	0.6758	0.025992		
Total	38	1.631476923			

Keterangan: SK: Sumber Keragaman; JK: Jumlah Kuadrat; db: Derajat Bebas; KT: Kuadrat Tengah.

Tabel lampiran 2. Sidik ragam diameter jamur *B. bassiana* 6 HSA

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	12	0.827374359	0.068948	2.182426	2.147926
Galat	26	0.8214	0.031592		
Total	38	1.648774359			

Keterangan: SK: Sumber Keragaman; JK: Jumlah Kuadrat; db: Derajat Bebas; KT: Kuadrat Tengah.

Tabel lampiran 3. Sidik ragam diameter jamur *B. bassiana* 9 HSA

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	12	2.941825641	0.245152	5.250952	2.147926
Galat	26	1.213866667	0.046687		
Total	38	4.155692308			

Keterangan: SK: Sumber Keragaman; JK: Jumlah Kuadrat; db: Derajat Bebas; KT: Kuadrat Tengah.

Tabel lampiran 4. Sidik ragam diameter jamur *B. bassiana* 12 HSA

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	12	4.318364103	0.359864	9.04938	2.147926
Galat	26	1.033933333	0.039767		
Total	38	5.352297436			

Keterangan: SK: Sumber Keragaman; JK: Jumlah Kuadrat; db: Derajat Bebas; KT: Kuadrat Tengah.

Tabel lampiran 5. Sidik ragam diameter jamur *B. bassiana* 15 HSA

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	12	6.593641	0.54947	10.37991	2.147926
Galat	26	1.376333	0.052936		
Total	38	7.969974			

Keterangan: SK: Sumber Keragaman; JK: Jumlah Kuadrat; db: Derajat Bebas; KT: Kuadrat Tengah.

Tabel lampiran 6. Sidik ragam daya kecambah konidia *B. bassiana* yang ditambah ekstrak insektisida botani.

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	12	1075.106	89.59213	1.579368	2.147926
Galat	26	1474.891	56.72658		
Total	38	2549.997			

Keterangan: SK: Sumber Keragaman; JK: Jumlah Kuadrat; db: Derajat Bebas; KT: Kuadrat Tengah. Data ditransformasi menggunakan arcsin.

Tabel lampiran 7. Sidik ragam jumlah konidia *B. bassiana* setelah 15 HSA

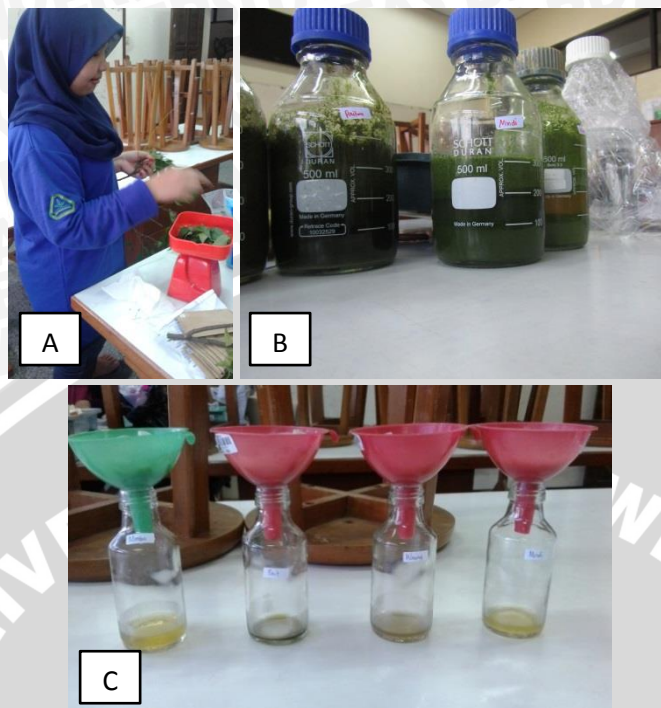
SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	12	2.685177	0.0223765	1.068773	2.147926
Galat	26	5.443517	0.209366		
Total	38	8.128694			

Keterangan: SK: Sumber Keragaman; JK: Jumlah Kuadrat; db: Derajat Bebas; KT: Kuadrat Tengah.

Tabel lampiran 8. Sidik ragam mortalitas *S. litura* akibat perlakuan jamur *B. bassiana* kerapatan 10^8 dengan ekstrak insektisida botani

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	12	15.23257	1.269381	2.472932	2.147926
Galat	26	13.34606	0.51331		
Total	38	28.57864			

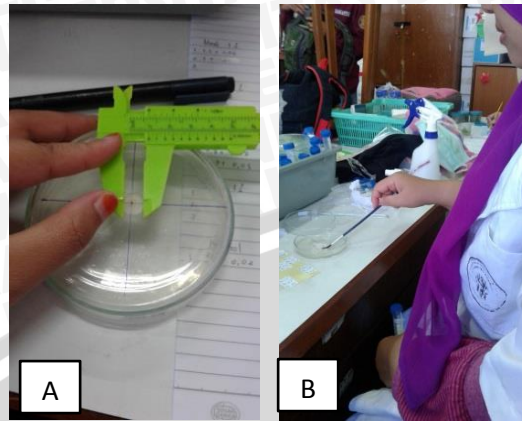
Keterangan: SK: Sumber Keragaman; JK: Jumlah Kuadrat; db: Derajat Bebas; KT: Kuadrat Tengah. Data ditransformasi menggunakan arcsin.



Gambar Lampiran 1. Pembuatan Ekstrak Tanaman (A= penimbangan daun; B= daun yang sudah diblender; C= penyaringan ekstrak tanaman yang sudah diblender)



Gambar Lampiran 2. Persiapan Penanaman Jamur *B. bassiana* pada media perlakuan (A= Sterilisasi jarum ose dengan bunsen; B= Perendaman kertas saring pada suspensi jamur *B. bassiana*)



Gambar Lampiran 3. Uji Kompatibilitas (A= pengukuran diameter jamur *B. bassiana* dengan jangka sorong; B= pelepasan konidia dengan menggunakan kuas halus)

