

**UJI KOMPATIBILITAS JAMUR ENTOMO-ACARIPATOGEN  
*Beauveria bassiana* DENGAN INSEKTISIDA NABATI PUTRI  
MALU DAN TOKSISITASNYA PADA TUNGAU PERAK  
JERUK *Polyphagotarsonemus latus***

**Oleh**

**MUHAMMAD IHSAN**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
MALANG  
2019**

## 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, Januari 2019

Muhammad Ihsan



**LEMBAR PERSETUJUAN**

Judul Penelitian : Uji Kompatibilitas Jamur Entomo-acaripatogen *Beauveria bassiana* dengan Insektisida Nabati Putri Malu dan Toksisitasnya pada Tungau Perak Jeruk *Polyphagotarsonemus latus*

Nama Mahasiswa : Muhammad Ihsan

NIM : 145040201111003

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program studi : Agroekoteknologi

Disetujui oleh;

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Dr. Ir. Retho Dyah Puspitarini, MS.  
NIP. 19580112 198203 2 002

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

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

Penguji II



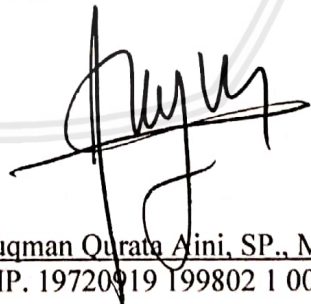
Tita Widjayanti, SP., M.Si.  
NIK. 201304 870819 2 001

Penguji III



Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS.  
NIP. 19580112 198203 2 002

Penguji IV



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

Tanggal Lulus : 03 JAN 2019



## RINGKASAN

**Muhammad Ihsan. 145040201111003. Uji Kompatibilitas Jamur Entomocaripatogen *Beauveria bassiana* dengan Insektisida Nabati Putri Malu dan Toksisitasnya pada Tungau Perak Jeruk *Polyphagotarsonemus latus*. Dibawah bimbingan Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS. Sebagai Pembimbing Utama dan Tita Widjanti, SP., M.Si. Sebagai Pembimbing Pendamping**

Hama penting yang menyerang bibit tanaman jeruk diantaranya adalah tungau perak jeruk (TPJ) *Polyphagotarsonemus latus*. Berbagai cara pengendalian TPJ sudah dilakukan baik secara biologi, kimiawi maupun dengan menggunakan varietas tahan. Penerapan pengendalian secara kimia secara terus menerus dapat berdampak negatif terhadap serangga musuh alami dan serangga non target. Sehingga dibutuhkan pengendalian yang ramah lingkungan salah satunya dengan memanfaatkan agens hayati dan pestisida nabati. Salah satu jamur entomocaripatogen yang efektif mengendalikan tungau adalah jamur *Beauveria bassiana*. Pemanfaatan pestisida nabati dalam mengendalikan hama juga memberikan dampak yang positif dalam menjaga keanekaragaman hayati dan pengaplikasian yang mudah. Salah satu tumbuhan yang berpotensi sebagai insektisida nabati adalah tumbuhan putri malu *Mimosa pudica*.

Penelitian terdiri dari dua percobaan, pertama adalah menguji kompatibilitas antara tumbuhan putri malu (EPM) dengan jamur *B. bassiana*. Insektisida nabati EPM dengan konsentrasi 2, 3 dan 4% diuji tingkat kompatibel terhadap jamur *B. bassiana* dengan kerapatan  $10^4$ ,  $10^6$  dan  $10^8$  konidia/ml aquades. Variabel yang diamati dalam uji kompatibilitas meliputi pertumbuhan diameter koloni, persentase viabilitas dan kerapatan jamur *B. bassiana* setelah dilakukan aplikasi dengan EPM. Data uji kompatibilitas dianalisis menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dan untuk mengetahui terdapatnya hubungan atau tidaknya akan diuji dengan regresi linear sederhana. Pengujian kedua adalah menguji tingkat toksisitas hasil kombinasi jamur *B. bassiana* dengan EPM yang kompatibel maupun tidak terhadap berbagai stadia TPJ. Variabel yang diamati dalam uji toksisitas meliputi jumlah telur, jumlah larva serta mortalitas imago TPJ setelah aplikasi. Data uji toksisitas dianalisis menggunakan rancangan acak kelompok (RAK).

Hasil uji kompatibilitas menunjukkan bahwa kombinasi EPM berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan koloni, viabilitas spora dan kerapatan jamur *B. bassiana*. Rerata diameter koloni paling lebar terdapat pada kombinasi jamur *B. bassiana*  $10^6$  dan EPM 3 yaitu 7,69 cm. Rerata persentase viabilitas paling tinggi terdapat pada kombinasi jamur *B. bassiana*  $10^6$  dan EPM 3 yaitu 69,05%. Pada kerapatan spora, kombinasi yang menghasilkan kerapatan paling tinggi adalah kombinasi jamur *B. bassiana*  $10^8$  dan EPM 2 yaitu  $8,80 \times 10^9$  konidia/ml aquades. Dari seluruh variabel diketahui bahwa kombinasi jamur *B. bassiana* dengan EPM bersifat kompatibel.

Hasil uji toksisitas menunjukkan bahwa aplikasi kombinasi jamur *B. bassiana* dengan EPM efektif menekan jumlah telur, jumlah larva serta meningkatkan mortalitas imago TPJ. Konsentrasi jamur *B. bassiana*  $10^6$  konidia/ml aquades dengan EPM 3% paling efektif menekan jumlah telur dan larva TPJ. Sementara kombinasi jamur *B. bassiana*  $10^6$  konidia/ml aquades dengan EPM 2% efektif meningkatkan mortalitas imago TPJ.



## SUMMARY

**Muhammad Ihsan. 145040201111003. Compatibility Assay of Entomo-acaripatogen Fungi *Beauveria bassiana* with *Mimosa pudica* Botanical Insecticide and Their Toxicity in Citrus Silver Mites *Polyphagotarsonemus latus*. Supervised by Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS. As the main supervisor and Tita Widjayanti, SP., M.Si. As the second supervisor**

One of the important pests attacking citrus plants is Citrus Silver Mite (CSM) *Polyphagotarsonemus latus*. Various methods of controlling CSM has been done biologically and chemically, and using resistant varieties. The intensive application of chemical insecticide causes negative impact of natural enemies and non-target insects. Therefore, environmentally friendly controls are needed. One of alternative control is optimizing biological agents and botanical pesticides. One of the entomo-acaripatogen fungi which is effective in controlling mites is *Beauveria bassiana* fungi. Utilization of botanical pesticides in controlling pests also has a positive impact on maintaining biodiversity and easy application. One of the plants that have the potential as a botanical insecticide is *Mimosa pudica*.

The research consisted of two experiments, the first was to test the compatibility between *Mimosa pudica* plants (MPP) against *B. bassiana* fungi. MPP botanical insecticides with concentration of 2, 3 and 4% tested levels compatible with *B. bassiana* fungi with spore densities of  $10^4$ ,  $10^6$  and  $10^8$  conidia/ml distilled water. Variables observed in the compatibility assay includes the growth of colony, percentage viability and spore density of *B. bassiana* fungi after applying with MPP. Compatibility assay data were using analysis of variance with completely randomized design in order to study a relationship, it was would be tested by simple linear regression. Moreover, the second test is toxicity levels assay that combination between *B. bassiana* fungi and MPP to know the result were compatible or not. The variables observed in the toxicity test included the number of eggs, the number of larvae, and the number mortality adult CSM after the treatment. Toxicity test data were analysis using a randomized block design.

The results of compatibility test showed that the combination of MPP had a significant effect on colony growth, conidia viability and spore density of *B. bassiana* fungi. The widest average diameter was found in combination of *B. bassiana* fungi  $10^6$  with MPP 3 that is 7,69 cm. The highest percentage of viability was found in combination of *B. bassiana* fungi  $10^6$  and MPP 3 at 69,05%. At spore density, the combination that produced the highest density was found in the combination of *B. bassiana* fungi  $10^8$  and MPP 2 about  $8,80 \times 10^9$  conidia/ml distilled water. From all variables, it is known that the combination of *B. bassiana* fungi with MPP is compatible.

The results of the toxicity test showed that the application of the combination of *B. bassiana* fungi and MPP effectively suppressed the number of eggs, number of larvae and increased mortality of CSM adult. The concentration of *B. bassiana* fungi  $10^6$  conidia/ml distilled water with MPP 3% was the most effective in suppressing the number of CSM eggs and larvae. Mean while the combination of *B. bassiana* fungi  $10^6$  conidia/ml distilled water and MPP 2% effectively increased mortality of CSM imago.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul Uji Kompatibilitas Jamur Entomo-acaripatogen *Beauveria bassiana* dengan Insektisida Nabati Putri Malu dan Toksisitasnya pada Tungau Perak Jeruk *Polyphagotarsonemus latus*.

Seiring penyelesaian penelitian ini, penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS. selaku dosen pembimbing utama dan kepada Tita Widjayanti, SP., M.Si selaku dosen pembimbing pendamping atas bimbingan yang dengan sabar banyak memberikan ilmu, dukungan, dan saran dalam membimbing penulis. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Dr. Ir. Ludji Pudji Astuti, MS selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan (HPT) dan seluruh dosen atas arahan dan bimbingan yang diberikan serta tenaga kependidikan jurusan HPT, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya atas fasilitas dan bantuan yang diberikan selama ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Sub tropika yang telah membantu dalam penyediaan fasilitas, alat dan bahan selama penelitian.

Ucapan terima kasih yang tulus penulis berikan kepada kedua orang tua dan kakak atas doa, pengertian dan dukungan yang diberikan kepada penulis. Kepada Rahma, Farah, Wiwin, Budi, Dhany, Yosua, Rodifan, Mas Ito, Mas Faldy, Pak Tomo, Mbak Anggi, Mbak Nia, Mbak Runi, dan Mas Mbak Akaro 2013 dan 2012, juga rekan-rekan HPT 2014, Panahan Brawijaya, Resimen Mahasiwa 2014 dan Forkano 2014, 2015 dan 2016 atas doa, bantuan, dukungan, dan kebersamaan selama ini.

Semoga hasil dari penelitian ini dapat memberikan inspirasi dan bermanfaat bagi setiap pihak.

Malang, Januari 2019

Penulis

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 8 Agustus 1996 sebagai anak terakhir dari dua bersaudara dari Bapak Mohamad Isa dan Ibu Amy Dalifah.

Penulis memulai pendidikan di Taman Kanak-kanak pada tahun 2000-2002 di TK Putra Setia Jakarta. Penulis menempuh pendidikan dasar pada tahun 2002-2008 di SDS Trisula Perwari 1 Jakarta, kemudian melanjutkan pendidikan tingkat menengah pertama di SMPN 137 Jakarta pada tahun 2008-2011. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan tingkat menengah atas di SMAS Diponegoro 1 Jakarta di tahun 2011-2014. Pada tahun 2014, penulis di terima sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang melalui jalur undangan dan memilih minat Hama dan Penyakit Tumbuhan.

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten praktikum pada mata kuliah Teknologi Pupuk dan Pemupukan, Survei Tanah dan Evaluasi Lahan, Manajemen Hama dan Penyakit Terpadu dan Pertanian Berlanjut. Peneliti pernah mengikuti kegiatan magang kerja selama tiga bulan di Kelompok Tani Nelayan Andalan Poncokusumo pada tahun 2017.

Penulis juga aktif dalam kepanitiaan selama menjadi mahasiswa. Penulis pernah mengikuti kepanitiaan Rantai V pada tahun 2015 sebagai divisi Frontier, kepanitiaan Kaldera pada tahun 2016 sebagai divisi Konsumsi dan Kesehatan, Kepanitiaan Rantai VI pada tahun 2017 sebagai divisi Frontier dan Kepanitiaan Poster 2017 sebagai divisi Disma (disiplin mahasiswa). Penulis juga pernah meraih penghargaan juara 2 dalam Olimpiade Brawijaya sebagai Kontingen Fakultas Pertanian dalam cabang olahraga bela diri Taekwondo.



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>i</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iv</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>x</b>
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
Latar Belakang .....	1
Tujuan Penelitian .....	3
Hipotesis .....	3
Manfaat Penelitian .....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
Tungau <i>Polyphagotarsonemus latus</i> .....	5
Jamur Entomo-acaripatogen <i>Beauveria bassiana</i> .....	7
Tumbuhan Putri Malu .....	8
Pestisida Nabati .....	9
<b>III. METODOLOGI .....</b>	<b>11</b>
Tempat dan waktu .....	11
Alat dan Bahan .....	11
Metode .....	11
a. Pembuatan Arena Percobaan, Identifikasi TPJ, dan Perbanyakan .....	12
b. Sterilisasi Alat, Identifikasi Jamur Entomo-acaripatogen, Pembuatan Media SDAY, Media EKD, Perbanyakan dan Perhitungan Kerapatan Jamur Entomo-acaripatogen.....	13
c. Pembuatan Insektisida Nabati EPM .....	16
A. Uji Kompatibilitas Jamur Entomo-acaripatogen <i>B. bassiana</i> dan Insektisida Nabati EPM.....	17
B. Uji Daya Racun Jamur Entomo-acaripatogen dan Ekstrak EPM pada TPJ .....	21



Analisis Data .....	22
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>23</b>
Uji Kompatibilitas Insektisida Nabati EPM dengan Jamur <i>B. bassiana</i> .....	23
Uji Toksisitas Terhadap TPJ .....	28
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>36</b>
Kesimpulan .....	36
Saran .....	36
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>37</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>46</b>



## DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1	Kombinasi jamur <i>Beauveria bassiana</i> dan EPM dalam uji kompatibilitas.....	18
2	Rerata diameter koloni <i>B. bassiana</i> setelah 6 hari aplikasi jamur <i>B. bassiana</i> dengan insektisida nabati EPM.....	23
3	Rerata viabilitas spora <i>B. bassiana</i> setelah aplikasi.....	24
4	Rerata kerapatan spora <i>B. bassiana</i> setelah 6 hari aplikasi.....	25
5	Koefisien determinasi dan signifikansi antara EPM dengan jamur <i>B.bassiana</i> .....	26
6	Hasil uji kompatibilitas jamur <i>B. bassiana</i> dengan insektisida nabati EPM.....	27
7	Rerata jumlah telur yang dihasilkan setelah aplikasi.....	29
8	Rerata jumlah larva yang dihasilkan setelah aplikasi.....	31
9	Rerata mortalitas imago <i>P. latus</i> setelah aplikasi.....	33
Lampiran		
1	Suhu dan kelembaban di Laboratorium Hama Tumbuhan tahun 2018.....	47
2	Suhu dan kelembaban di Laboratorium Pengendalian Hayati.....	48
3	Sidik ragam pengaruh insektisida nabati EPM terhadap diameter koloni <i>B. bassiana</i> .....	48
4	Sidik ragam pengaruh insektisida nabati EPM terhadap viabilitas spora <i>B. bassiana</i> .....	49
5	Sidik ragam pengaruh insektisida nabati EPM terhadap kerapatan spora <i>B. bassiana</i> .....	49
6	Sidik ragam hubungan EPM terhadap diameter koloni <i>B. bassiana</i> ..	49
7	Sidik ragam hubungan EPM terhadap viabilitas spora <i>B. bassiana</i> ...	49



Nomor	Lampiran	Halaman
8	Sidik ragam hubungan EPM terhadap kerapatan spora <i>B. bassiana</i> .....	50
9	Sidik ragam jumlah telur TPJ 24 JSA.....	50
10	Sidik ragam jumlah telur TPJ 48 JSA.....	50
11	Sidik ragam jumlah telur TPJ 72 JSA.....	50
12	Sidik ragam jumlah telur TPJ 96 JSA.....	51
13	Sidik ragam jumlah telur TPJ 120 JSA.....	51
14	Sidik ragam jumlah telur TPJ 144 JSA.....	51
15	Sidik ragam jumlah larva TPJ 24 JSA.....	51
16	Sidik ragam jumlah larva TPJ 48 JSA.....	52
17	Sidik ragam jumlah larva TPJ 72 JSA.....	52
18	Sidik ragam jumlah larva TPJ 96 JSA.....	52
19	Sidik ragam jumlah larva TPJ 120 JSA.....	52
20	Sidik ragam jumlah larva TPJ 144 JSA.....	53
21	Sidik ragam mortalitas imago TPJ 24 JSA.....	53
22	Sidik ragam mortalitas imago TPJ 48 JSA.....	53
23	Sidik ragam mortalitas imago TPJ 72 JSA.....	53
24	Sidik ragam mortalitas imago TPJ 96 JSA.....	54
25	Sidik ragam mortalitas imago TPJ 120 JSA.....	54
26	Sidik ragam mortalitas imago TPJ 144 JSA.....	54

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1	Telur <i>Polyphagotarsonemus latus</i> .....	5
2	Larva <i>Polyphagotarsonemus latus</i> .....	6
3	Nimfa <i>Polyphagotarsonemus latus</i> .....	6
4	Morfologi <i>Polyphagotarsonemus latus</i> . a: betina (kiri: sisi dorsal, kanan: sisi ventral), b: jantan (kiri: sisi dorsal, kanan: sisi ventral)....	6
5	<i>Beauveria bassiana</i> . a: spora tua, b: hifa, c: spora muda, d: spora.....	7
6	Tumbuhan putri malu.....	8
7	Arena Percobaan. a: cawan Petri plastik, b: spons yang sudah diletakkan di cawan Petri, c: spons yang sudah di lapisi dengan tisu dan diberikan air, d: daun muda yang sudah diletakkan diatas spons, e: daun yang sudah diselimuti dengan tisu dan arena yang sudah siap digunakan.....	12
8	Bidang pandang <i>haemocytometer</i> , a: kotak tengah <i>haemocytometer</i> , X: kotak contoh.....	16
9	Sketsa pengukuran pertumbuhan diameter <i>Beauveria bassiana</i> . a: garis horizontal, b: garis vertikal, c: titik tengah, d: cawan Petri.....	19
10	Efek aplikasi jamur <i>B. bassiana</i> dengan insektisida nabati EPM terhadap imago TPJ (Perbesaran 40x). a: berubahnya warna menjadi merah kecokelatan, b: tumbuhnya miselium <i>B. bassiana</i> pada tubuh TPJ, c: terjadinya mumifikasi pada imago TPJ, d: berubahnya warna TPJ menjadi putih gelap.....	35

### Lampiran

1	TPJ tampak dorsal, memiliki perisai dorsal yang tidak bernama.....	55
2	Tungkai TPJ, prodorsum memiliki sepasang trichobothria dan dua pasang setae .....	55
3	Morfologi biologi TPJ. a: telur, b: larva, c: pendampingan prakopulasi, d: imago jantan, e: imago betina.....	55



Nomor	Lampiran	Halaman
4	Insektisida nabati EPM. a: sudah diencerkan, b: belum diencerkan...	56
5	Jamur <i>Beauveria bassiana</i> . a: mikroskopis, b: makroskopis.....	56



## I. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Salah satu hama penting yang menyerang bibit tanaman jeruk (*Citrus* sp.) (Rutaceae) adalah tungau perak jeruk (TPJ) *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Acari: Tarsonemidae). Fase *P. latus* yang berperan sebagai hama dan paling berpotensi merusak tanaman bibit adalah imago, karena aktivitas makan dan pergerakan tungau pada fase ini lebih tinggi dibandingkan fase pradewasa (Wuryantini *et al.*, 2014). TPJ bersifat polifag dan umumnya menyerang tanaman kapas *Gossypium* sp. (Malvaceae), tanaman teh *Camellia sinensis* L. (Theaceae), tanaman anggur *Vitis vinifera* L. (Vitaceae), tanaman pepaya *Carica papaya* L. (Caricaceae), dan cabe rawit *Capsicum frutescens* L. (Solanaceae). Serangan dapat menyebabkan gejala timbulnya warna seperti tembaga pada permukaan bawah daun, daun menjadi kaku dan melengkung ke bawah dan pada serangan berat mengakibatkan tunas dan buah gugur (Zhang, 2003; Grinberg *et al.*, 2005; Ashraf *et al.*, 2010; Fasulo, 2010; Samsudin, 2012).

Pengendalian hama TPJ yang efektif belum ditemukan hingga saat ini. Penggunaan tanaman varietas tahan belum efektif dalam mengurangi serangan hama TPJ, terutama jika populasi tungau sedang tinggi. Tanaman varietas tahan tetap akan berkembang, namun tidak dapat mengendalikan populasi TPJ. Pengendalian populasi hama tungau dengan pestisida kimia diketahui efektif dalam mengendalikan populasi hama TPJ namun dapat memberikan dampak negatif. Aplikasi pestisida kimia yang intensif berdampak buruk terhadap serangga musuh alami dan serangga non target. Timbulnya ledakan populasi akibat terjadinya resurgensi dan resistensi pada serangga hama (Ostfeld *et al.*, 2006; Sosromarsono dan Untung, 2001 dalam Kartorahardjono, 2011). Oleh karena itu, diperlukan teknik pengendalian yang aman dan tidak merusak lingkungan. Salah satu pengendalian yang ramah lingkungan ialah dengan menggunakan teknik pengendalian hama terpadu (PHT). Salah satu prinsip PHT ialah dengan menggunakan agens hayati sebagai bagian dari teknik pengendalian (Chirtina dan Sherlij, 2017).

Pengendalian hayati merupakan teknik pengendalian yang menggunakan agens hayati. Agens hayati terdiri dari golongan bakteri, cendawan, dan virus (Han *et al.*, 2005; Pal dan Gardener, 2006). Penggunaan agens hayati jamur entomocaripatogen dalam teknik pengendalian yang mempunyai dampak baik. Teknik pengendalian secara hayati tidak menyebabkan dampak negatif terhadap lingkungan dan dapat dikemas maupun disimpan dalam kisaran waktu yang lama. Salah satu cendawan entomocaripatogen adalah *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Hypocreales: Moniliaceae). Efektivitas *B. bassiana* sebagai pengendali populasi serangga hama sudah banyak dibuktikan (Sheeba *et al.*, 2001; Hasyim dan Harlion, 2002; Townsend *et al.*, 2003; Bednarek *et al.*, 2004; Talanca, 2005; Haryuni *et al.*, 2017). Penelitian penggunaan jamur entomocaripatogen *B. bassiana* dilaporkan mampu menghambat siklus hidup dan perkembangan TPJ (Baddu *et al.*, 2014; Lestari *et al.*, 2015; Astoni *et al.*, 2015).

Selain pengendalian dengan menggunakan cendawan, terdapat pengendalian dengan menggunakan pestisida nabati. Pestisida nabati diartikan sebagai suatu pestisida yang bahan dasarnya dari tanaman. Penggunaan pestisida nabati merupakan suatu cara alternatif dengan tujuan pengendalian populasi hama tidak hanya bergantung pada pestisida sintesis (Suwahyono, 2010). Terdapat beberapa jenis tumbuhan yang berstatus sebagai gulma digunakan sebagai sumber bahan pestisida nabati. Terdapat kandungan bahan aktif yang ada pada tumbuhan tersebut yang efektif membunuh serangga sasaran, dapat berkembang biak pada kondisi lingkungan yang marginal dan populasinya yang berlimpah, sehingga pemanfaatan gulma dapat merubah statusnya dari gulma menjadi tumbuhan bermanfaat. Putri malu *Mimosa pudica* Linn. (Fabaceae) merupakan salah satu tumbuhan gulma yang dapat dijadikan sebagai bahan pestisida nabati. Putri malu mengandung senyawa mimosin, asam *pipekolinat*, *tannin*, dan *alkaloid*. Selain itu, juga mengandung *triterpenoid*, *sterol*, *polifenol* dan *flavonoid* (Litbang, 2013).

Pengendalian secara tunggal dengan entomocaripatogen atau pestisida nabati saja tidak selalu memberikan hasil yang memuaskan. Pengendalian dengan entomocaripatogen *B. bassiana* dipadukan dengan insektisida nabati banyak digunakan sebagai pengendali hama melalui uji kompatibilitas. Kompatibilitas



merupakan terjadinya sinergis apabila dua atau lebih pestisida yang berbeda dapat meningkatkan keefektifan pengendalian organisme pengganggu tanaman. Sebaliknya, apabila menurunkan keefektifannya maka dikategorikan bersifat antagonis atau tidak kompatibel (Cloyd, 2011). Efektivitas dari kombinasi antara jamur entomo-acaripatogen dengan pestisida nabati sudah banyak dibuktikan (Oliveira, 2003; Trizelia dan Rusdi, 2012; Astoni *et al.*, 2015; Haryuni *et al.*, 2017). Upaya untuk mengendalikan hama dengan menggunakan interaksi dari jenis-jenis pestisida yang bersifat kompatibel dalam meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam pengendalian serangga target (Wilis dan Wahyono, 2014).

Penelitian tentang kompatibilitas jamur entomo-acaripatogen *B. bassiana* dengan insektisida nabati ekstrak putri malu (EPM) belum banyak dilakukan. Oleh karena itu dilakukan penelitian tentang uji kompatibilitas antara insektisida nabati EPM dengan jamur *B. bassiana* dengan beberapa taraf konsentrasi kerapatan jamur *B. bassiana*  $10^4$ ,  $10^6$  dan  $10^8$  konidia/ml aquades dipadukan dengan konsentrasi insektisida nabati EPM 2, 3 dan 4%. Selanjutnya hasil yang tergolong kompatibel ataupun tidak kompatibel diujikan ke TPJ untuk mengetahui konsentrasi yang efektif yang menyebabkan mortalitas TPJ.

### **Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji:

1. Kompatibilitas insektisida nabati EPM dengan jamur entomo-acaripatogen *B. bassiana*.
2. Pengaruh beberapa kombinasi jamur *B. bassiana* dengan EPM terhadap siklus hidup dan mortalitas imago TPJ.

### **Hipotesis**

Hipotesis yang diajukan adalah jamur *B. bassiana* dengan kerapatan  $10^4$ ,  $10^6$  dan  $10^8$  konidia/ml aquades kompatibel dengan konsentrasi insektisida nabati EPM. Pada uji toksisitas semakin tinggi kombinasi konsentrasi jamur *B. bassiana* dan insektisida nabati EPM yang diaplikasikan, maka waktu timbulnya gejala semakin cepat dan mortalitas imago TPJ semakin tinggi.

### Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi kompatibilitas insektisida nabati EPM dengan jamur entomo-acaripatogen *B. bassiana* dan konsentrasi yang paling toksik terhadap TPJ. Adanya informasi tersebut mengurangi ketergantungan dengan pestisida kimia, sehingga dapat sebagai rekomendasi dalam pengendalian TPJ yang ramah lingkungan.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### Tungau *Polyphagotarsonemus latus*

*Polyphagotarsonemus latus* Banks atau tungau perak jeruk (TPJ) dikelompokkan ke dalam Filum Arthropoda, Kelas Arachnida, Subordo Prostigmata, Famili Tarsonemidae dan Spesies *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Krantz, 1978).

Dalam fase hidupnya, *P. latus* melalui 4 tahapan yaitu telur, larva, nimfa, dan imago. Reproduksi TPJ adalah arenotoki, yaitu dapat menghasilkan keturunan jantan jika imago betina tidak melakukan kopulasi dengan imago jantan, sedangkan imago betina melakukan kopulasi maka akan dihasilkan keturunan jantan dan betina dengan rasio 1: 4 (Gerson, 1992).

TPJ memiliki telur berbentuk oval (Gambar 1) berwarna putih transparan. Telur TPJ memiliki panjang lebih kurang 0,08 mm dan ditutupi oleh benjolan putih yang disebut tuberkel pada permukaan telur. Ketika akan menetas, warna telur akan berubah menjadi keruh. Lama dari fase telur ialah 47 jam (Wuryatini *et al.*, 2014).



Gambar 1. Telur *Polyphagotarsonemus latus* (Wuryatini *et al.*, 2014)

Larva TPJ berwarna putih pucat namun akan segera menjadi transparan, berpencar tidak jauh dari tempat menetasnya dan pergerakannya lambat (Zhang, 2003). Larva memiliki 3 pasang tungkai (Gambar 2) dan panjang tubuhnya 0,1 sampai 0,2 mm (Fasulo, 2010). Lama dari fase larva TPJ ialah 23 jam (Wuryatini *et al.*, 2014).



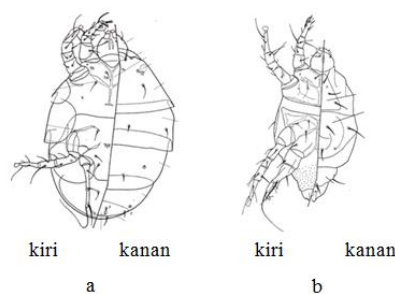
Gambar 2. Larva *Polyphagotarsonemus latus* (Wuryatini *et al.*, 2014)

Pada fase nimfa tungau tidak melakukan aktivitas makan atau melakukan fase istirahat. Nimfa memiliki 4 pasang tungkai yang merapat ke tubuh (Gambar 3) dan lama fase nimfa tungau ialah 21 jam (Wuryatini *et al.*, 2014).



Gambar 3. Nimfa *Polyphagotarsonemus latus* (Wuryatini *et al.*, 2014)

Imago jantan memiliki tubuh yang lebih kecil (Gambar 4b) dan ramping dibandingkan dengan imago betina (Gambar 4a). Imago TPJ memiliki 4 pasang tungkai, tungkai jantan lebih panjang dan kecil daripada tungkai yang betina. Bagian belakang tubuh imago jantan cenderung meruncing, sedangkan pada imago



Gambar 4. Morfologi *Polyphagotarsonemus latus*. a: betina (kiri: sisi dorsal, kanan: sisi ventral), b: jantan (kiri: sisi dorsal, kanan: sisi ventral) (Nucifora and Vacante, 2004)

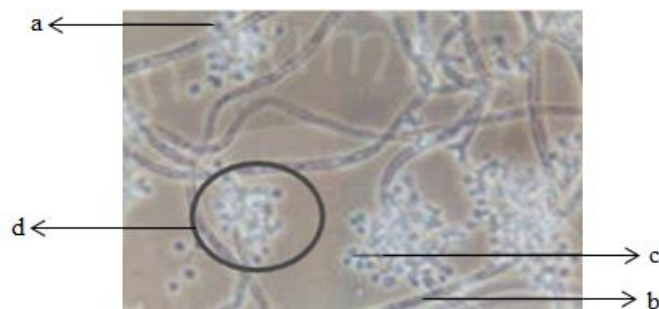
betina cenderung membulat. Imago jantan memiliki pergerakan yang lebih cepat dibandingkan imago betina. TPJ jantan umumnya memiliki ukuran tubuh 0,15 mm dan betina 0,17 mm (Wuryatini *et al.*, 2014). TPJ ini ditemukan pada beberapa jenis tanaman yaitu wijen, jarak pagar, cabai, tomat, teh, karet, dan apel. TPJ umumnya terdapat pada pucuk-pucuk daun muda. Penyebaran TPJ terjadi melalui beberapa faktor yaitu dengan adanya bantuan dari hembusan angin (Tukimin, 2012).

Tungau menjadi hama utama pada beberapa komoditas pertanian. *P. latus* menyerang tanaman komersial dan tanaman hias. Lebih dari 60 famili tanaman menjadi inang utama hama tersebut, diantaranya adalah Solanaceae, Cucurbitaceae, dan Malvaceae yang menyebabkan kerusakan parah (Zhang, 2003). Daun yang terserang menjadi tumbuh tidak normal yaitu menggulung, menyempit, klorotik, melengkung ke bawah dan menjadi berwarna seperti tembaga atau keunguan. Ruas tanaman memendek dan tunas tumbuh tidak normal, bunga gugur dan pertumbuhan tanaman terhambat (Puspitarini, 2011).

#### **Jamur Entomo-acaripatogen *Beauveria bassiana***

*Beauveria bassiana* dideskripsikan termasuk dalam Divisi Mastigomycota, Kelas Sordariomycetes, Ordo Hypocreales, Famili Moniliaceae, Genus *Beauveria* dan Spesies *Beauveria bassiana* Bals. (Alexopoulos and Mims, 1979).

Jamur *B. bassiana* memiliki spora bersel satu, berbentuk bulat, dan berbentuk secara tunggal pada sterigma yang pendek (Gambar 5). *B. bassiana* menghasilkan konidium secara aseksual, konidium ini terbentuk pada ujung dan



Gambar 5. *Beauveria bassiana*. a: spora tua, b: hifa, c: spora muda, d: spora (Ahmad, 2008)

sisi-sisi konidiofor, dan melekat pada sterigma yang pendek. Konidium terbentuk secara soliter, pertumbuhannya mengikuti pola berselang seling (Ahmad, 2008).

Jamur *B. bassiana* merupakan jamur entomopatogen yang biasanya terdapat pada tanah. Serangga yang terinfeksi jamur *B. bassiana* akan mati dengan tubuh mengeras dan tertutup oleh benang-benang hifa berwarna putih seperti mumi (Surtikanti *et al.*, 2011). Jamur *B. bassiana* dapat berkembang dengan baik pada suhu 20-30°C dan kelembaban 80-100% (Sudarmaji, 1994).

Jamur *B. bassiana* menginfeksi serangga inang melalui kontak fisik. Jamur *B. bassiana* memproduksi *beauvericin* yang menyebabkan terjadinya gangguan pada fungsi hemolimfa dan inti sel pada serangga inang. Serangga yang sudah terinfeksi akan berhenti makan, sehingga menyebabkan imunitasnya menurun (Deciyanto dan Indrayani, 2008). Di dalam tubuh serangga, hifa jamur *B. bassiana* menghasilkan beberapa toksin seperti *bassianolit*, *isorolit*, dan asam oksalat yang sistem kerjanya menaikkan pH hemolimfa, penggumpalan hemolimfa, dan terhentinya peredaran hemolimfa (Mollier *et al.*, 1994; Putri *et al.*, 2015).

### **Tumbuhan Putri Malu**

Putri malu *Mimosa pudica* Linn. (Fabales: Fabaceae) diklasifikasikan termasuk dalam Divisi Magnoliophyta, Kelas Magnoliopsida, Ordo Fabales, Famili Fabaceae, dan Genus *Mimosa* (Joseph *et al.*, 2013).

Umumnya daun putri malu memiliki warna ungu pada tepiannya dan akan melipat ketika daun tersentuh atau terkena rangsangan. Daun putri malu termasuk daun majemuk (Gambar 6). Helaian anak daun berbentuk memanjang, pangkal



Gambar 6. Tumbuhan putri malu (Joseph *et al.*, 2013)

membundar, permukaan atas dan bawah licin, panjang daun putri malu 6-16 mm, lebar 1-3 mm, dan berwarna hijau. Bunga putri malu berbentuk bulat, berwarna merah muda, dan bertangkai. Buah putri malu berbentuk polong dan pipih. Putri malu dapat diperbanyak menggunakan biji, biji putri malu berbentuk bulat dan pipih (Ambarwati, 2007). Gulma putri malu mengandung senyawa mimosin, asam pipekolinat, tanin, dan alkaloid. Selain itu, juga mengandung triterpenoid, sterol, polifenol dan flavonoid (Litbang, 2013).

### **Pestisida Nabati**

Di Indonesia terdapat banyak tumbuhan yang mampu sebagai penghasil pestisida nabati, di perkirakan terdapat 2400 jenis tanaman yang termasuk ke dalam 235 famili. Jenis tanaman yang banyak mengandung bahan pestisida nabati yaitu jenis tanaman dari Asteraceae, Fabaceae, dan Euphorbiaceae (Morallo, 1986, *dalam* Sastrosiswojo, 2002).

Salah satu senyawa aktif yang terkandung pada putri malu dan dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan serangga adalah mimosin (Ishaaya *et al.*, 1991). Mimosin adalah asam amino bebas non-protein yang dibiosintesis dengan lysine. Efek yang didapat ketika sudah tertoksik yaitu hilangnya nafsu makan, berat badan menurun, dan menghambat pertumbuhan (Sinaga, 2009). Jenis-jenis metode ekstraksi Mukhriani (2014) yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

**Maserasi.** Maserasi merupakan metode sederhana yang paling banyak digunakan. Metode ini dilakukan dengan memasukkan serbuk tanaman dan pelarut yang sesuai ke dalam wadah yang tertutup rapat pada suhu kamar. Proses ekstraksi dihentikan ketika tercapai kesetimbangan antara konsentrasi senyawa dalam pelarut dengan konsentrasi dalam sel tanaman. Setelah proses ekstraksi, pelarut dipisahkan dari sampel dengan penyaringan. Kerugian utama dari metode maserasi ini adalah memakan banyak waktu, pelarut yang digunakan cukup banyak, dan besar kemungkinan beberapa senyawa hilang. Selain itu, beberapa senyawa mungkin saja sulit diekstraksi pada suhu kamar. Namun di sisi lain, metode maserasi dapat menghindari rusaknya senyawa-senyawa yang bersifat termolabil.

**Perkolasi.** Pada metode perkolasi, serbuk sampel dibasahi secara perlahan dalam sebuah perkolator (wadah silinder yang dilengkapi dengan kran pada bagian bawahnya). Pelarut ditambahkan pada bagian atas serbuk sampel dan dibiarkan menetes perlahan pada bagian bawah. Kelebihan dari metode ini adalah sampel senantiasa dialiri oleh pelarut baru. Sedangkan kerugiannya adalah jika sampel dalam perkolator tidak homogen maka pelarut akan sulit menjangkau seluruh area. Selain itu, metode ini juga membutuhkan banyak pelarut dan memakan banyak waktu.

**Soxhlet.** Metode ini dilakukan dengan menempatkan serbuk sampel dalam sarung selulosa (dapat digunakan kertas saring) dalam klonsong yang ditempatkan di atas labu dan di bawah kondensor. Pelarut yang sesuai dimasukkan ke dalam labu dan suhu penangas diatur di bawah suhu reflux. Keuntungan dari metode ini adalah proses ekstraksi yang kontinyu, sampel terekstraksi oleh pelarut murni hasil kondensasi, sehingga tidak membutuhkan banyak pelarut dan tidak memakan banyak waktu. Kerugiannya adalah senyawa yang bersifat termolabil dapat terdegradasi karena ekstrak yang diperoleh terus-menerus berada pada titik didih.

**Reflux dan Destilasi Uap.** Pada metode reflux, sampel dimasukkan bersama pelarut ke dalam labu yang dihubungkan dengan kondensor. Pelarut dipanaskan hingga mencapai titik didih. Uap terkondensasi dan kembali ke dalam labu. Destilasi uap memiliki proses yang sama dan biasanya digunakan untuk mengekstraksi minyak esensial (campuran berbagai senyawa menguap). Selama pemanasan, uap terkondensasi dan destilat (terpisah sebagai 2 bagian yang tidak saling bercampur) ditampung dalam wadah yang terhubung dengan kondensor. Kerugian dari kedua metode ini adalah senyawa yang bersifat termolabil dapat terdegradasi.



### III. METODOLOGI

#### Tempat dan waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Kawat Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Laboratorium Hama Tumbuhan dan Pengendalian Hayati Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan (HPT), Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya (FP UB) dan Laboratorium Entomologi Balai Penelitian Jeruk dan Tanaman Subtropika (Balitjestro), Malang. Penelitian dilakukan pada bulan Februari sampai Juli 2018.

#### Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan Petri kaca (d: 9cm), cawan Petri plastik (d: 9cm), spons (4,5x4,5cm), *cork borer*, Bunsen, *autoclaf*, mikroskop binokuler, mikroskop stereo, kuas nomor 00, *laminar air flow cabinet* (L AFC), *haemocytometer*, gelas ukur (v: 100ml), gunting, *beaker glass* (500ml), *object glass*, *cover glass*, pinset, kaca pembesar, penggaris (p: 60cm), botol semprot (v: 25ml), pipet tetes, mikropipet, jarum Ose, stik L, sentrifuge, termohigrometer, *falcon tube* (v: 15ml), kertas label, kamera, Erlenmeyer, plastik tahan panas (5kg), busa, kertas tisu, kapas, kertas label, box pendingin dan kertas alumunium foil.

Bahan-bahan yang digunakan yaitu isolat jamur entomo-acaripatogen *B. bassiana* koleksi dari jurusan HPT FP UB, imago TPJ yang berasal dari lahan jeruk Poncokusumo, lahan jeruk Balitjestro dan perbanyakkan populasi di rumah kaca Balitjestro dan laboratorium hama tumbuhan, bibit tanaman jeruk, minyak tween 80, hoyer, kertas saring, tanaman putri malu yang berasal dari lahan di daerah Joyo Grand, alkohol 70, 90 dan 96%, aquades steril, spirtus, media *Sabroust Dekstrose Agar Yeast* (SDAY) yang meliputi pepton, gula dekstrose, agar, *yeast*, chloramfenikol dan aquades.

#### Metode

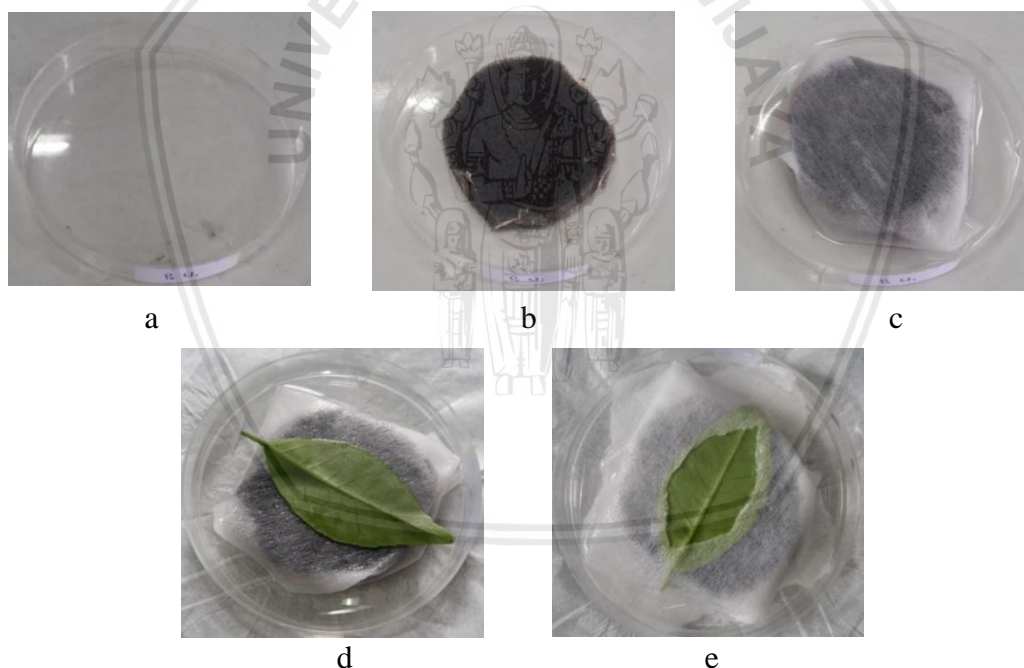
Metode penelitian ini terbagi menjadi 2 tahap, yaitu tahap persiapan yang terdiri dari sterilisasi alat, pembuatan media SDAY, perbanyakkan dan perhitungan kerapatan jamur *B. bassiana*, pembuatan arena percobaan, identifikasi dan perbanyakkan TPJ, pembuatan EPM, dan tahap pelaksanaan yang meliputi uji

kompatibilitas dan toksisitas. Metode tahap persiapan dan pelaksanaan akan dijelaskan di bawah ini;

Tahap persiapan ini terbagi menjadi 5 bagian, yaitu pembuatan arena percobaan, identifikasi dan perbanyakkan TPJ, sterilisasi alat, pembuatan media SDAY, perbanyakkan jamur *B. bassiana*, dan pembuatan pestisida nabati ekstrak EPM;

#### a. Pembuatan Arena Percobaan, Identifikasi TPJ, dan Perbanyakkan

Arena percobaan adalah tempat perbanyakkan populasi dan tempat pengujian toksisitas kombinasi jamur *B. bassiana* dan EPM pada TPJ. Pembuatan arena percobaan diawali dengan memotong spons dengan ukuran 4,5 x 4,5 cm (Gambar 7). Setelah spons sudah dipotong, selanjutnya spons dilapisi dengan selembar tisu.



Gambar 7. Arena percobaan. a: cawan Petri plastik, b: spons yang sudah diletakkan di cawan Petri, c: spons yang sudah di lapisi dengan tisu dan diberikan air, d: daun muda yang sudah diletakkan diatas spons, e: daun yang sudah diselimuti dengan tisu dan arena yang sudah siap digunakan

Selanjutnya letakkan spons tersebut di dalam Petri plastik. Setelah di letakkan di dalam Petri plastik, berikan sedikit air pada cawan Petri agar dapat menjaga kelembaban tisu dan spons yang sudah diletakkan di dalam cawan Petri tersebut. Selanjutnya pilih daun jeruk yang masih muda atau yang masih pucuk sebagai

pakan tungau di dalam arena. Selanjutnya daun diletakkan di atas spons dan dilapisi dengan tisu yang sudah diberikan lubang untuk sebagai arena percobaan.

Sebelum dilakukan identifikasi dengan mikroskop kompon, diamati terlebih dahulu dari gejala serangan yang ditimbulkan pada tanaman dan mengamati tungau menggunakan mikroskop stereo. Perbesaran mikroskop yang digunakan adalah perbesaran maksimum karena ukuran tungau yang relatif kecil yaitu kurang dari 0.35 mm. setelah diamati dengan mikroskop, identifikasi tungau dilanjutkan dengan pembuatan slide. Pembuatan slide diawali dengan meneteskan larutan hoyer pada tengah *object glass*. Kemudian letakkan tungau di bagian tengah tetesan larutan Hoyer dengan bantuan kuas halus nomor 00 yang sudah dibasahi dengan air bersih. Selanjutnya *object glass* ditutup dengan menggunakan *cover glass* dengan bantuan jarum untuk menghindari gelembung udara. Setelah ditutup dengan *cover glass*, amati slide menggunakan mikroskop stereo dan pastikan tidak ada gelembung. Selanjutnya disimpan selama dua sampai tiga hari agar cairan yang terkandung pada tungau hilang. Kemudian setelah tubuh tungau pada slide tampak jelas, dilakukan pengamatan slide menggunakan perbesaran 40x agar tungau tampak jelas. Setelah tungau tampak jelas, selanjutnya dilakukan pengamatan secara detil dengan panduan buku identifikasi Zhang (2003) (Puspitarini, 2010).

Perbanyakan populasi TPJ dilakukan pada bibit tanaman jeruk berumur lebih kurang 1 tahun dengan jumlah tunas cukup banyak. Imago TPJ yang didapat dari lahan jeruk Balitjestro dipelihara di rumah kaca Balitjestro. Pemindahan imago TPJ untuk perbanyakan menggunakan bantuan kuas berukuran 00. Masing-masing daun jeruk pada tanaman diinfestasikan lebih kurang 10 imago TPJ. Setelah perbanyakan pada tanaman jeruk, Imago TPJ diperbanyak pada arena percobaan untuk mendapatkan TPJ yang berumur sama. Perbanyakan selanjutnya dilakukan di Laboratorium Hama Tumbuhan menggunakan arena percobaan.

#### **b. Sterilisasi Alat, Identifikasi Jamur Entomo-acaripatogen, Pembuatan Media SDAY, Media EKD, Perbanyakan dan Perhitungan Kerapatan Jamur Entomo-acaripatogen**

Sterilisasi alat dimulai dengan merendam alat-alat di dalam larutan bycline selama 24 jam. Alat-alat yang direndam meliputi jarum Ose, stik L, Erlenmeyer,

cawan Petri kaca, micropipet, dan pinset. Setelah direndam selama 24 jam, alat-alat kemudian dibilas menggunakan aquades dan dikeringkan menggunakan kain lap bersih. Setelah alat-alat sudah kering dilanjutkan dengan membungkus cawan Petri dengan kertas. Setelah Petri kaca dibungkus menggunakan kertas, selanjutnya dimasukkan ke dalam plastik tahan panas. Masukkan aquades ke dalam *autoclave* sampai batas yang terdapat di dalam *autoclave*. Selanjutnya masukkan alat-alat yang sudah dimasukkan ke dalam plastik tahan panas ke dalam *autoclave* dan di atur posisinya dengan rapih. Tutup *autoclave* dan kunci rapat tutupnya, kemudian hubungkan aliran listrik pada *autoclave*. Selanjutnya aktifkan *autoclave* dan kemudian memulai sterilisasi menggunakan *autoclave* dengan suhu 121°C, 1 atm, selama 60 menit.

Jamur entomo-acaripatogen *B. bassiana* didapatkan dari koleksi Jurusan Hama Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya dalam bentuk suspensi. Selanjutnya jamur diidentifikasi berdasarkan pada morfologi spora, hifa, konidiofor dan warna koloni. Kunci identifikasi jamur yang digunakan mengacu pada buku identifikasi Barnet dan Hunter (1998). Jamur *B. bassiana* memiliki konidiofor berbentuk tegak dan tunggal dengan meruncingnya ujung konidiofor. Pada ujung konidiofor *B. bassiana* terdapat spora berbentuk bulat, bersel satu dan berwarna hitam (Barnet dan Hunter, 1998).

Pembuatan media *Sabouraud Deksrosa Agar Yeast* (SDAY) sebanyak 1 liter dibutuhkan bahan yaitu 1 liter aquades, 40 gram dektrose, 10 gram pepton, 20 gram agar, 2,5 gram ragi/*yeast*, dan 2 kapsul kloramfenikol. Bahan-bahan tersebut dilarutkan dalam 1 liter aquades dengan suhu lebih kurang 80°C kemudian disterilisasi menggunakan *autoclave* dengan suhu 121°C, 1 atm, selama 30 menit. Kemudian setelah proses *autoclave* selesai tambahkan 2 kapsul kloramfenikol (Trizelia dan Rusdi, 2012).

Pembuatan media cair Ekstrak Kentang Dekstrosa (EKD) dilakukan dengan mengupas dan mencuci bersih kentang sebanyak 250 gr. Kentang direbus dalam 1200 ml aquades hingga lunak kemudian disaring untuk memisahkan air dengan kentang. Air hasil saringan diukur sebanyak 1 liter kemudian di campurkan dengan 20 gr dektrose dan 10 gr pepton. Selanjutnya direbus hingga mendidih, larutan

yang sudah mendidih di tuangkan ke dalam botol sebagai wadah dan di tutup rapat. Kemudian disterilisasi dalam *autoclaf* dengan suhu 121°C tekanan 1 atm selama 30 menit. Setelah di *autoclaf*, media diberikan 2 kapsul kloramfenikol dan diamkan selama 24 jam sebelum digunakan.

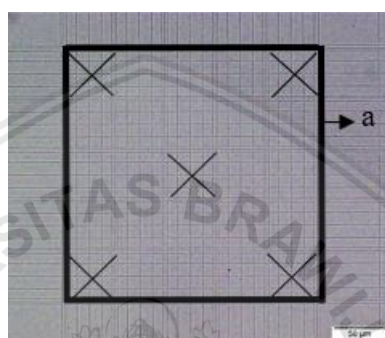
Isolat jamur entomo-acaripatogen yang sudah diidentifikasi, diperbanyak dengan menggunakan media SDAY. Perbanyak dilakukan untuk mendapatkan persediaan isolat *B. bassiana* untuk perlakuan selanjutnya. Pemindahan *B. bassiana* dilakukan di dalam *laminar air flow cabinet* (LAFC) yang sudah disemprotkan dengan alkohol 90% dengan menggunakan cork borer yang telah direndam alkohol 70% dan dipanaskan dengan api Bunsen, hal ini bertujuan agar tidak terjadinya kontaminasi dari mikroorganisme yang tidak diinginkan. Inokulum *B. bassiana* diinkubasi selama 7 hari dengan suhu ruang sampai didapatkan koloni memenuhi media pada cawan Petri. Jika terjadi kontaminasi, maka dilakukan permurnian kembali sampai didapatkan jamur *B. bassiana* yang tidak terkontaminasi pada media. Selanjutnya spora diperbanyak pada media padat dan media cair, sehingga didapatkan suspensi jamur *B. bassiana*.

Suspensi jamur *B. bassiana* dihitung kerapatannya dengan menggunakan haemocytometer. Suspensi jamur diambil 1 ml kemudian diteteskan di atas haemocytometer dan ditutup dengan *cover glass*. Spora dihitung dibawah mikroskop binokuler dengan perbesaran 40 kali. Spora dihitung pada kotak tengah (Gambar 8). Dalam kotak tengah tersebut ditetapkan 5 kotak contoh yang ditandai dengan tanda silang. Setelah itu jumlah spora yang berada dalam kotak contoh dijumlahkan dan dihitung kerapatan sporanya menggunakan rumus Depieri *et al.*, (2005) sebagai berikut :

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

yang C adalah kerapatan spora per ml larutan, t adalah jumlah total spora dalam kotak contoh yang diamati, n adalah jumlah kotak contoh (5 kotak contoh dikalikan jumlah kotak di dalam kotak contoh yang berjumlah 25), dan angka 0,25 adalah faktor koreksi penggunaan kotak contoh pada haemocytometer.

Apabila nilai C menunjukkan nilai di atas kerapatan yang diujikan misalnya  $1 \times 10^9$  maka dilakukan pengenceran untuk mendapatkan kerapatan yang diinginkan. Pengenceran dilakukan dengan mengambil 1 ml suspensi spora *B. bassiana* kemudian diletakkan pada tabung reaksi dan ditambahkan aquades steril 9 ml, dengan demikian kerapatan spora menjadi  $1 \times 10^8$ . Langkah-langkah tersebut diulang untuk mendapatkan kerapatan  $10^6$  dan  $10^4$ . Apabila nilai C menunjukkan



Gambar 8. Bidang pandang *Haemocytometer*, a: kotak tengah *haemocytometer*, X: kotak contoh

nilai di bawah kerapatan yang ditunjukkan misalnya  $1 \times 10^5$ , maka dilakukan penambahan suspensi jamur *B. bassiana* pada suhu ruang sampai di dapatkan kerapatan spora yang diinginkan dengan cara mengamati dan menghitungnya kembali menggunakan haemocytometer.

### c. Pembuatan Insektisida Nabati EPM

Pembuatan insektisida nabati menggunakan metode ekstraksi maserasi dengan perbandingan 1:1 antara tanaman putri malu dan pelarut. Tumbuhan putri malu terdiri dari akar, batang muda maupun tua dan daun ditimbang sebanyak 100 gram kemudian dicuci menggunakan air mengalir dan ditiriskan. Setelah itu tumbuhan putri malu ditambahkan 100 ml aquades, blender selama lebih kurang 15 menit sampai halus dan disaring menggunakan saringan halus. Hasil blender merupakan ekstrak EPM dengan konsentrasi 100%, yang merupakan larutan stok. Ekstrak EPM yang sudah disaring didiamkan hingga ekstrak mengendap. Kemudian diencerkan sesuai dengan tingkat konsentrasi yang diuji dengan mengambil endapan yang bening. Untuk mendapatkan konsentrasi 2%, ekstrak yang dimasukkan ke dalam gelas ukur sebanyak 2 ml, kemudian ditambahkan

aquades steril sampai mencapai 100 ml. Metode ini sama dengan Tohir (2010), Pembuatan ekstrak bahan nabati dengan pelarut air. Bahan nabati segar sebanyak 100g dicincang kemudian diekstrak dengan pelarut air dengan perbandingan 1:3. Ekstraksi dilakukan dengan menggunakan *homogenizer*/blender selama 15 menit. Hasil ekstraksi dibiarkan selama 24 jam kemudian disaring menggunakan kain halus dan selanjutnya larutan siap digunakan sebagai perlakuan

Penelitian ini terdiri dari dua percobaan, percobaan pertama adalah mengkaji kompatibilitas ekstrak EPM dengan jamur entomo-acaripatogen *B. bassiana* dengan mengamati pertumbuhan vegetatif dan kerapatan spora jamur *B. bassiana*. Percobaan kedua adalah mengkaji efektifitas ekstrak kombinasi antara ekstrak EPM dan jamur *B. bassiana* terhadap mortalitas TPJ.

#### **A. Uji Kompatibilitas Jamur Entomo-acaripatogen *B. bassiana* dan Insektisida Nabati EPM**

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh insektisida nabati EPM terhadap perkembangan jamur entomo-acaripatogen *B. bassiana* dengan 3 taraf konsentrasi. Konsentrasi yang diujikan pada jamur entomo-acaripatogen adalah  $10^4$ ,  $10^6$  dan  $10^8$  konidia/ml aquades dan insektisida nabati EPM 2, 3 dan 4%. Uji kompatibilitas jamur *B. bassiana* dengan insektisida nabati EPM dimulai dengan membuat campuran suspensi media jamur entomo-acaripatogen dengan ekstrak EPM, pemanenan dan perhitungan kerapatan spora, dan uji kompatibilitas yang dijelaskan di bawah ini.

##### **Pembuatan Media Jamur Entomo-acaripatogen dan Ekstrak EPM.**

Suspensi media jamur *B. bassiana* berasal dari larutan SDAY yang dicampurkan dengan larutan ekstrak EPM dengan 3 taraf konsentrasi yaitu 2, 3 dan 4%. Pencampuran dilakukan dengan metode tuang, yaitu insektisida nabati EPM dicampurkan pada media SDAY dengan suhu 45°C yang kemudian dihomogenkan dengan cara digoyang-goyangkan.

**Pemanenan dan Perhitungan Kerapatan Spora.** Jamur *B. bassiana*  $10^4$ ,  $10^6$  dan  $10^8$  dibiarkan dalam media SDAY selama 6 hari kemudian dipanen dengan cara menambahkan 2% minyak tween 80 steril ke dalam cawan Petri. Suspensi tersebut diratakan dengan cara memutar cawan Petri. Spora diluruhkan dengan

menggesek stik L pada permukaan biakan sampai spora larut. Suspensi diambil dengan menggunakan mikropipet kemudian dimasukkan ke dalam *falcon tube*. Kemudian ditambahkan aquades steril sampai mencapai volume 10 ml pada *falcon tube*. *Falcon tube* tersebut disentrifuge dengan kecepatan 3.000 rpm selama 5 menit. Setelah disentrifuge supernatan pada *falcon tube* dibuang sehingga tersisa endapan spora, kemudian ditambahkan aquades sebanyak 5 ml dan sentrifuge, sehingga dihasilkan suspensi yang berisi spora dan aquades murni tanpa adanya campuran media dan minyak Tween 80. Kemudian spora dihitung kerapatannya sesuai dengan kerapatan yang diujikan yaitu  $10^4$ ,  $10^6$  dan  $10^8$  konidia/ml aquades.

**Uji Kompatibilitas.** Pengujian kompatibilitas dilakukan dengan mengkombinasikan EPM dengan jamur *B. bassiana*. Uji dilakukan dengan mengkombinasikan EPM konsentrasi 2, 3 dan 4% dengan jamur *B. bassiana* dengan kerapatan  $10^4$ ,  $10^6$  dan  $10^8$  konidia/ml aquades. Selanjutnya EPM dengan konsentrasi tersebut dituang ke dalam cawan Petri berbeda yang berisi media SDAY cair. Setelah pencampuran media SDAY dengan EPM, media di diamkan selama 24 jam agar media memadat. Setelah media memadat, dilakukan kombinasi suspensi jamur *B. bassiana* dengan kerapatan berbeda menggunakan kertas saring pada media yang mengandung konsentrasi EPM berbeda. Percobaan ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 ulangan dan 12 kombinasi (Tabel 1), sehingga didapatkan 48 satuan percobaan. Setelah penanaman jamur *B.*

Tabel 1. Kombinasi jamur *B. bassiana* dan ekstrak EPM dalam uji kompatibilitas

Kode Perlakuan <i>B. bassiana</i> dan Insektisida Nabati EPM	Kombinasi
P0	<i>B. bassiana</i> $10^4$ + EPM 0
P1	<i>B. bassiana</i> $10^6$ + EPM 0
P2	<i>B. bassiana</i> $10^8$ + EPM 0
P3	<i>B. bassiana</i> $10^4$ + EPM 2
P4	<i>B. bassiana</i> $10^6$ + EPM 2
P5	<i>B. bassiana</i> $10^8$ + EPM 2
P6	<i>B. bassiana</i> $10^4$ + EPM 3
P7	<i>B. bassiana</i> $10^6$ + EPM 3
P8	<i>B. bassiana</i> $10^8$ + EPM 3
P9	<i>B. bassiana</i> $10^4$ + EPM 4
P10	<i>B. bassiana</i> $10^6$ + EPM 4
P11	<i>B. bassiana</i> $10^8$ + EPM 4

Keterangan: Kerapatan *B. bassiana* dalam konidia/ml aquades dan konsentrasi insektisida EPM dalam %



*bassiana* dengan kerapatan berbeda pada media dengan konsentrasi EPM berbeda, dilakukan pengamatan selama 6 hari.

Pada uji kompatibilitas ini terdapat beberapa variabel yang diamati, yaitu pertumbuhan diameter koloni, jumlah spora yang berkecambah, dan jumlah spora dari jamur entomo-acaripatogen yang dijelaskan dibawah ini.

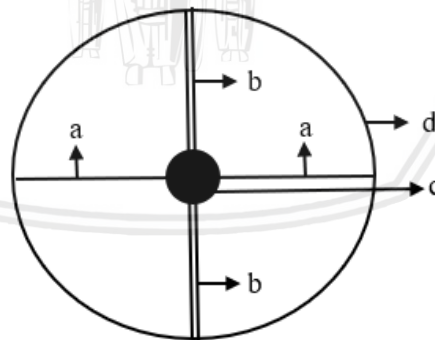
#### a. Pertumbuhan Diameter Koloni Jamur *B. bassiana*

Pengamatan pertumbuhan vegetatif jamur dilakukan dengan menghitung diameter pertumbuhan koloni pada hari ke 3 dan 6 setelah aplikasi dengan menggunakan penggaris. Perhitungan diameter koloni jamur dengan membuat garis vertikal dan horizontal pada cawan Petri menggunakan spidol permanen dengan titik potong kedua garis tersebut tepat di tengah cawan Petri (Gambar 9).

Pengukuran diameter jamur pada cawan Petri menggunakan rumus Indriyati (2009) sebagai berikut:

$$D = \frac{d1 + d2}{2}$$

yang D adalah diameter jamur *B. bassiana*, d1 adalah diameter vertikal jamur *B. bassiana*, sedangkan d2 adalah diameter horizontal jamur *B. bassiana*.



Gambar 9. Sketsa pengukuran pertumbuhan diameter *B. bassiana*. a: Garis Horizontal, b: Garis Vertikal, c: Titik Tengah, d: Cawan Petri

#### b. Jumlah Spora yang Berkecambah

Pengamatan jumlah spora yang berkecambah dilakukan dengan menghitung jumlah spora yang berkecambah setelah perlakuan. Penghitungan jumlah spora yang berkecambah dilakukan dengan cara penginkubasian jamur *B. bassiana* sesuai

perlakuan yang diletakkan di atas kaca preparat dan ditutup dengan kaca penutup objek. Spora dinyatakan berkecambah apabila panjang tabung kecambah telah melebihi diameter spora (Trizelia, 2012). Pengamatan dilakukan menggunakan mikroskop binokuler dengan perbesaran 400 kali kemudian presentase viabilitas spora dihitung menggunakan rumus berdasarkan Gabriel dan Riyanto (1989) sebagai berikut.

$$V = \frac{K1}{K2} \times 100\%$$

yang V adalah presentase spora yang berkecambah, K1 adalah jumlah spora yang berkecambah, dan K2 adalah jumlah spora yang diamati. Pengamatan nilai V diamati pada spora jamur *B. bassiana*.

### c. Jumlah Spora atau Sporulasi

Pengamatan jumlah spora dilakukan dengan menghitung kerapatan spora setelah berumur 6 hari. Perhitungan dilakukan dengan cara memanen spora pada cawan Petri dengan menambahkan 2% minyak tween 80 sebanyak 2 tetes yang diratakan pada seluruh permukaan cawan Petri kemudian diluruhkan menggunakan stik L. Suspensi yang berisi spora pada cawan Petri diambil menggunakan mikropipet yang kemudian dihitung menggunakan haemocytometer pada mikroskop binokuler dengan perbesaran 400 kali. Setelah itu jumlah spora yang berada dalam kotak contoh dijumlahkan dan dihitung kerapatan sporanya menggunakan rumus Depieri *et al.*, (2005) sebagai berikut :

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

yang C adalah kerapatan spora per ml larutan, t adalah jumlah total spora dalam kotak contoh yang diamati, n adalah jumlah kotak contoh (5 kotak contoh dikalikan jumlah kotak didalam kotak contoh yang berjumlah 25), dan angka 0,25 adalah faktor koreksi penggunaan kotak contoh pada haemocytometer.

### d. Perhitungan Nilai Kompatibilitas

Pengamatan kompatibilitas dilakukan terhadap pertumbuhan vegetatif jamur entomo-acaripatogen dengan mengukur diameter koloni (cm) dan jumlah

viabilitas spora. Nilai pertumbuhan koloni dan spora jamur *B. bassiana* kemudian dimasukkan ke dalam rumus berikut berdasarkan Alves *et al.* (1998, dalam Trizelia dan Rusli, 2012).

$$T = \frac{20(PV) + 80(PS)}{100}$$

yang T adalah nilai kompatibilitas, PV adalah pertumbuhan vegetatif (koloni jamur) dan PS adalah jumlah spora. Nilai T menurut Alves *et al.* (1998, dalam Trizelia dan Rusli, 2012) dibagi ke dalam kategori berikut, 0-30 sangat toksik, 31-45 toksik, 46-50 kurang toksik, dan lebih dari 60 tidak toksik atau kompatibel. Hasil uji kompatibilitas yang menunjukkan kategori kompatibel, digunakan untuk uji toksisitas pada TPJ.

#### **B. Uji Daya Racun Jamur Entomo-acaripatogen dan Ekstrak EPM pada TPJ**

Perlakuan pada percobaan ini akan diujikan dengan menggunakan jamur entomo-acaripatogen *B. bassiana* dan EPM yang tergolong dalam kategori kompatibel maupun tidak kompatibel untuk membandingkan efektifitasnya dalam menekan perkembangan TPJ.

**Uji Toksisitas.** Uji toksisitas menggunakan 10 individu F1 imago tungau uji. Tungau uji disemprot menggunakan larutan yang berisi spora jamur *B. bassiana* dan EPM yang dimasukkan ke dalam botol penyemprot tangan. Penyemprotan pada seluruh perlakuan dilakukan pada jarak 15-20 cm pada sore hari. Perlakuan *B. bassiana*  $10^4$ ,  $10^6$  dan  $10^8$  dikombinasikan dengan EPM 2, 3 dan 4%, sehingga mendapatkan 9 perlakuan dan 1 perlakuan kontrol yang disemprot menggunakan aquades. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang diulang 4 kali, sehingga didapatkan 40 satuan percobaan.

Namun apabila kombinasi antara jamur entomo-acaripatogen *B. bassiana* dengan EPM menunjukkan tidak ada yang kompatibel, maka akan dilakukan aplikasi secara terpisah. Aplikasi secara terpisah dilaksanakan dengan melakukan penyemprotan suspensi jamur *B. bassiana* dan EPM secara terpisah. Dengan aplikasi secara terpisah akan mendapatkan 6 perlakuan dan 1 perlakuan kontrol.

Percobaan menggunakan RAK yang diulang 4 kali, sehingga didapatkan 28 satuan percobaan.

Pada uji toksisitas yang diamati adalah jumlah telur, jumlah larva, mortalitas imago dan gejala serangan jamur *B. bassiana* yang dikombinasi dengan EPM terhadap TPJ. Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah tungau dewasa yang mati, jumlah telur yang dihasilkan setelah aplikasi dan jumlah larva yang menetas setelah aplikasi. Perhitungan mortalitas dilakukan setiap 24 jam sekali selama 6 hari setelah aplikasi (HSA). Pengamatan jumlah telur dilakukan dengan menghitung jumlah telur yang dihasilkan TPJ setelah 1 hari aplikasi menggunakan jamur *B. bassiana* dan insektisida nabati EPM. Pengamatan dilakukan setiap 24 jam sekali.

Pengamatan jumlah larva dilakukan dengan menghitung jumlah larva dari telur TPJ yang menetas setelah diaplikasi menggunakan jamur *B. bassiana* dan insektisida nabati EPM. Pengamatan dilakukan setiap 24 jam sekali sampai 6 HSA. Pengamatan mortalitas imago uji TPJ dilakukan 1 HSA dan diamati sampai 6 HSA. Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah imago TPJ yang mati. Perhitungan mortalitas dilakukan selama 24 jam sekali. Perhitungan persentase kematian serangga dihitung dengan rumus sebagai berikut (Rustama *et al.*, 2008):

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

yang M adalah mortalitas serangga (%), n adalah serangga yang mati (individu), dan N adalah jumlah serangga yang diuji (individu).

### Analisis Data

Pertumbuhan diameter jamur, viabilitas spora jamur, kerapatan spora jamur, jumlah telur TPJ, jumlah larva TPJ dan mortalitas imago TPJ dianalisis menggunakan sidik ragam. Apabila respon dari perlakuan berbeda nyata, maka dilanjutkan dengan uji Duncan dengan taraf kesalahan 5%. Hubungan antara EPM dan jamur *B. bassiana* dianalisis menggunakan regresi linear sederhana. Pengolahan data menggunakan bantuan program SPSS. Pada uji toksisitas gejala serangan dianalisis secara deksriptif dan ditampilkan melalui foto dokumentasi.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Uji Kompatibilitas Insektisida Nabati EPM dengan Jamur *B. bassiana*

##### a. Pengaruh Aplikasi *B. bassiana* dengan Insektisida Nabati EPM terhadap Pertumbuhan Diameter Koloni, Persentase Viabilitas dan Tingkat Kerapatan Spora Jamur *B. bassiana*

Dari hasil pengamatan diketahui bahwa kombinasi EPM berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan koloni jamur *B. bassiana* (Tabel 2). Kombinasi EPM

Tabel 2. Rerata diameter koloni *B. bassiana* setelah 6 hari aplikasi jamur *B. bassiana* dengan insektisida nabati EPM

Perlakuan <i>B. bassiana</i> (konidia/ml akuades) dengan EPM (%)	Rerata Pertumbuhan Koloni <i>B. bassiana</i> (cm) $\pm$ SD
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>4</sup> + EPM 0	3,61 $\pm$ 0,71 a
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>4</sup> + EPM 2	6,25 $\pm$ 0,34 c
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>4</sup> + EPM 3	6,81 $\pm$ 0,09 cd
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>4</sup> + EPM 4	5,83 $\pm$ 0,05 c
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>6</sup> + EPM 0	4,65 $\pm$ 0,46 b
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>6</sup> + EPM 2	6,80 $\pm$ 0,06 cd
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>6</sup> + EPM 3	7,69 $\pm$ 0,09 d
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>6</sup> + EPM 4	6,33 $\pm$ 0,08 c
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>8</sup> + EPM 0	6,65 $\pm$ 0,66 cd
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>8</sup> + EPM 2	6,66 $\pm$ 0,14 cd
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>8</sup> + EPM 3	6,80 $\pm$ 0,18 cd
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>8</sup> + EPM 4	6,63 $\pm$ 0,04 cd

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama, menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%, SD yaitu standar deviasi

dengan jamur *B. bassiana* menyebabkan pertumbuhan diameter koloni jamur *B. bassiana* lebih lebar dibandingkan jamur *B. bassiana* yang tidak dikombinasi dengan EPM. Kombinasi EPM menyebabkan diameter jamur *B. bassiana* dengan kerapatan 10<sup>4</sup> dan 10<sup>6</sup> lebih lebar dibandingkan dengan yang tidak dikombinasi EPM. Rerata diameter koloni paling lebar terdapat pada kombinasi jamur *B. bassiana* 10<sup>6</sup> konidia/ml akuades dengan EPM 3% yaitu 7,69 cm. Lebar diameter jamur *B. bassiana* dengan kerapatan 10<sup>8</sup> antara yang dikombinasi dan tidak dikombinasi dengan EPM adalah sama.

Selain berpengaruh nyata pada pertumbuhan diameter koloni jamur *B. bassiana*, EPM juga berpengaruh nyata pada viabilitas spora jamur *B. bassiana* (Tabel 3). Kombinasi EPM dengan jamur *B. bassiana* menyebabkan persentase

Tabel 3. Rerata viabilitas spora *B. bassiana* setelah aplikasi

Perlakuan <i>B. bassiana</i> (konidia/ml akuades) dengan EPM (%)	Viabilitas Konidia <i>B. bassiana</i> (%) $\pm$ SD
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>4</sup> + EPM 0	54,76 $\pm$ 2,18 a
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>4</sup> + EPM 2	60,83 $\pm$ 2,55 bc
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>4</sup> + EPM 3	61,04 $\pm$ 2,17 bc
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>4</sup> + EPM 4	57,11 $\pm$ 1,86 bc
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>6</sup> + EPM 0	55,88 $\pm$ 1,45 a
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>6</sup> + EPM 2	59,80 $\pm$ 0,61 bc
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>6</sup> + EPM 3	69,05 $\pm$ 1,09 d
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>6</sup> + EPM 4	60,35 $\pm$ 1,62 bc
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>8</sup> + EPM 0	61,39 $\pm$ 1,73 c
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>8</sup> + EPM 2	61,97 $\pm$ 1,25 c
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>8</sup> + EPM 3	62,02 $\pm$ 1,41 c
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>8</sup> + EPM 4	61,76 $\pm$ 0,99 c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama, menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%, SD yaitu standar deviasi

viabilitas spora lebih tinggi dibandingkan dengan jamur *B. bassiana* yang tidak dikombinasi dengan EPM. Kombinasi EPM menyebabkan persentase viabilitas jamur *B. bassiana* dengan kerapatan 10<sup>4</sup> dan 10<sup>6</sup> lebih tinggi dibandingkan dengan yang tidak dikombinasi dengan EPM. Viabilitas paling tinggi terdapat pada kombinasi jamur *B. bassiana* 10<sup>6</sup> konidia/ml akuades dengan EPM 3% yaitu 69,05%. Persentase viabilitas jamur *B. bassiana* dengan kerapatan 10<sup>8</sup> antara yang dikombinasi dan tidak dikombinasi dengan EPM adalah sama.

Sama halnya dengan pertumbuhan diameter koloni jamur dan persentase viabilitas spora, kombinasi EPM juga berpengaruh nyata pada tingkat kerapatan jamur *B. bassiana* (Tabel 4). Kombinasi EPM pada jamur *B. bassiana* dengan kerapatan 10<sup>4</sup> dan 10<sup>6</sup> menunjukkan tingkat kerapatan jamur lebih tinggi dibandingkan dengan jamur *B. bassiana* yang tidak dikombinasi EPM. Kerapatan spora jamur *B. bassiana* paling tinggi terdapat pada kombinasi jamur *B. bassiana* dengan kerapatan 10<sup>6</sup> dengan EPM 4 yaitu 8,80 $\times$ 10<sup>9</sup> Konidia/ ml aquades.

Tabel 4. Rerata kerapatan spora *B. bassiana* setelah 6 hari aplikasi

Perlakuan <i>B. bassiana</i> (konidia/ml akuades) dengan EPM (%)	Rerata Kerapatan Konidia <i>B. bassiana</i> ( $\dots \times 10^9$ Konidia/ ml Aquades)
<i>B. bassiana</i> $10^4$ + EPM 0	8,02 a
<i>B. bassiana</i> $10^4$ + EPM 2	8,18 b
<i>B. bassiana</i> $10^4$ + EPM 3	8,13 ab
<i>B. bassiana</i> $10^4$ + EPM 4	8,22 b
<i>B. bassiana</i> $10^6$ + EPM 0	8,17 b
<i>B. bassiana</i> $10^6$ + EPM 2	8,67 cd
<i>B. bassiana</i> $10^6$ + EPM 3	8,66 c
<i>B. bassiana</i> $10^6$ + EPM 4	8,80 d
<i>B. bassiana</i> $10^8$ + EPM 0	8,75 cd
<i>B. bassiana</i> $10^8$ + EPM 2	8,78 cd
<i>B. bassiana</i> $10^8$ + EPM 3	8,70 cd
<i>B. bassiana</i> $10^8$ + EPM 4	8,77 cd

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama, menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%

Tingkat kerapatan spora jamur *B. bassiana* dengan kerapatan  $10^8$  antara yang dikombinasi dan tidak dikombinasi dengan EPM adalah sama.

Dari lebarnya diameter koloni, tingginya persentase viabilitas serta kerapatan koloni yang dihasilkan oleh jamur *B. bassiana* yang dikombinasi EPM menunjukkan adanya faktor yang mendukung pertumbuhan jamur. Beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan jamur antara lain suhu, kelembaban dan nutrisi. Hal tersebut sesuai dengan Sosa-Gomez *et al.* (2001), bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan jamur adalah suhu, kelembaban dan nutrisi yang dibutuhkan jamur tersebut. Dengan sesuainya kondisi lingkungan akan menyebabkan pertumbuhan jamur menjadi lebih cepat (Amaria *et al.*, 2015). Selama pengamatan berlangsung rerata suhu dan kelembaban pada lokasi pengujian adalah  $27,05^\circ\text{C}$  dan 85,35%. Faktor suhu dan kelembaban tersebut mendukung pertumbuhan jamur *B. bassiana* karena suhu dan kelembaban tersebut tergolong optimum. Saleh *et al.* (2000), menyatakan bahwa suhu optimum untuk pertumbuhan jamur *B. bassiana* berkisar antara 25 hingga  $30^\circ\text{C}$ . Serta kelembaban yang optimum untuk pertumbuhan jamur *B. bassiana* berkisar 85% hingga 100% (Pramesti *et al.*, 2014). Selain faktor suhu dan kelembaban, diduga terdapat zat maupun senyawa pada EPM yang mendukung pertumbuhan jamur *B. bassiana*.

Sutanto (2002), menyatakan bahwa pada perakaran putri malu terdapat kandungan nitrogen. Dilanjutkan oleh Vikayanti (2014), bahwa kandungan nitrogen pada putri malu dihasilkan oleh bakteri *Rhizobium* (Eubacterials: Rhizobiaceae) yang terdapat pada perakaran putri malu. Dengan adanya bakteri *Rhizobium* pada perakaran putri malu menyebabkan kandungan nitrogen pada putri malu tinggi. Dari hal tersebut Wikardi (1994) dan Burnett dan Hunter (1998 dalam Taurisia *et al.*, 2015) menyatakan bahwa salah satu elemen non logam yang dibutuhkan oleh jamur untuk bertumbuh kembang adalah unsur nitrogen. Webster dan Weber (2007), menyatakan bahwa unsur nitrogen diasimilasi menjadi asam amino. Asam amino menjadi protein yang berperan aktif dalam pembentukan hifa jamur. Walaupun kebutuhan setiap spesies jamur berbeda, namun sumber energi utama yang dibutuhkannya hampir sama yaitu karbon dan nitrogen yang memberi pengaruh terhadap viabilitas, virulensi, dan patogenisitas (Safavi *et al.*, 2007).

Kombinasi EPM dengan jamur *B. bassiana* menunjukkan hubungan linear terhadap lebar diameter koloni, persentase viabilitas dan kerapatan spora jamur *B. bassiana* (Tabel 5). Pengaruh EPM terhadap jamur *B. bassiana* rendah karena

Tabel 5. Koefisien determinasi dan signifikansi antara EPM dengan jamur *B. bassiana*

Variabel Uji Kompatibilitas	R <sup>2</sup>	P
EPM dan diameter <i>B. bassiana</i>	0,237	0,000
EPM dan viabilitas <i>B. bassiana</i>	0,097	0,032
EPM dan kerapatan <i>B. bassiana</i>	0,122	0,015

Keterangan : Apabila Signifikansi > 0,05 maka tidak terdapat hubungan linear; R<sup>2</sup>: Koefisien determinasi; P: Nilai signifikansi

nilai R<sup>2</sup> mendekati 0. Meskipun pengaruh yang diberikan EPM rendah, namun jamur *B. bassiana* yang dikombinasi EPM memiliki lebar diameter koloni yaitu 7,69cm, persentase viabilitas yaitu 69,05% dan kerapatan spora yaitu  $8,80 \times 10^9$  konidia/ml aquades yang lebih tinggi dibandingkan jamur *B. bassiana* yang tidak dikombinasi dengan EPM. Rendahnya nilai R<sup>2</sup> memiliki arti bahwa terdapat faktor lain yang lebih berpengaruh dibandingkan faktor EPM yaitu faktor suhu dan kelembaban seperti yang sudah diterangkan di atas. Ramadhani (2011) berpendapat bahwa nilai R<sup>2</sup> memiliki rentang antara 0 hingga 1. Jika nilai R<sup>2</sup> mendekati 1, maka



semakin tinggi hubungan yang terjadi antara faktor dipengaruhi (X) dan faktor yang mempengaruhi (Y). Semakin tinggi nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ), maka semakin besar pengaruh yang diberikan EPM (Y) terhadap jamur *B. bassiana* (X) (Prajitno, 1985).

### b. Klasifikasi Hasil Uji Kompatibilitas

Berdasarkan perhitungan nilai T, seluruh kombinasi jamur *B. bassiana* dengan EPM menunjukkan hasil di atas 60 atau kompatibel (Tabel 6). Tingginya nilai T didukung oleh 3 variabel pengamatan yaitu lebarnya pertumbuhan diameter

Tabel 6. Hasil uji kompatibilitas jamur *B. bassiana* dengan insektisida nabati EPM

Perlakuan <i>B. bassiana</i> (konidia/ml akuades) dengan Ekstrak Putri Malu (%)	T	Klasifikasi
<i>B. bassiana</i> $10^4$ + EPM 2	66,75	Kompatibel
<i>B. bassiana</i> $10^4$ + EPM 3	66,46	Kompatibel
<i>B. bassiana</i> $10^4$ + EPM 4	66,97	Kompatibel
<i>B. bassiana</i> $10^6$ + EPM 2	70,76	Kompatibel
<i>B. bassiana</i> $10^6$ + EPM 3	70,84	Kompatibel
<i>B. bassiana</i> $10^6$ + EPM 4	71,67	Kompatibel
<i>B. bassiana</i> $10^8$ + EPM 2	71,63	Kompatibel
<i>B. bassiana</i> $10^8$ + EPM 3	70,96	Kompatibel
<i>B. bassiana</i> $10^8$ + EPM 4	71,53	Kompatibel

Keterangan: T merupakan nilai dari hasil uji kompatibilitas

koloni serta tingginya persentase viabilitas dan tingginya kerapatan spora jamur *B. bassiana* seperti yang telah diterangkan di atas. Nilai T tertinggi terdapat pada kombinasi antara jamur *B. bassiana*  $10^6$  konidia/ml aquades dengan EPM 4%. Dengan semakin tingginya nilai T, maka kombinasi jamur *B. bassiana* dengan EPM semakin kompatibel. Alves *et al.* (1998, dalam Trizelia dan Rusli, 2012), berpendapat bahwa nilai T yang lebih dari 60 termasuk dalam klasifikasi kompatibel. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian dari Astoni *et al.* (2015), bahwa kombinasi jamur *B. bassiana* dengan insektisida nabati ekstrak daun putri malu yang memiliki nilai T lebih dari 60 yaitu 65,40 dan 79,70 termasuk dalam kategori kompatibel.

## Uji Toksisitas Terhadap TPJ

### a. Pengaruh Aplikasi *B. bassiana* dengan Insektisida Nabati EPM terhadap Jumlah Telur, Jumlah Larva dan Mortalitas Imago TPJ

Dari hasil pengamatan diketahui bahwa aplikasi kombinasi jamur *B. bassiana* dengan EPM berpengaruh nyata terhadap jumlah telur yang dihasilkan oleh imago TPJ selama 144 JSA (Tabel 7). Aplikasi kombinasi jamur *B. bassiana* dengan EPM efektif menekan jumlah telur yang dihasilkan oleh imago TPJ. Hal tersebut diketahui dari rerata jumlah telur TPJ yang dihasilkan dari aplikasi kombinasi jamur *B. bassiana* dengan EPM lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Dari data yang diperoleh, diketahui bahwa terdapat tiga kombinasi yang berpengaruh nyata pada pengamatan ke 24 JSA. Kombinasi tersebut adalah jamur *B. bassiana*  $10^4$  dengan EPM 2 dan 3 serta kombinasi jamur *B. bassiana*  $10^6$  dengan EPM 3. Selanjutnya kombinasi dengan jamur kerapatan berbeda dengan konsentrasi EPM berbeda memberikan pengaruh nyata pada pengamatan ke 48 JSA. Pada pengamatan ke 72 JSA hingga 144 JSA, jumlah telur yang diaplikasikan kombinasi jamur *B. bassiana* dengan EPM terus menurun jumlahnya. Pada kombinasi jamur *B. bassiana*  $10^6$  dengan EPM 2% dan *B. bassiana*  $10^8$  dengan EPM 3% menyebabkan imago TPJ tidak menghasilkan telur pada 120 JSA. Hal ini disebabkan pengaruh dari spora jamur *B. bassiana* yang mempenetrasi ke tubuh TPJ, sehingga dengan menempel dan masuknya spora ke dalam tubuh TPJ menyebabkan melemahnya daya tahan dan berakibat terganggunya reproduksi TPJ. Dengan terganggunya reproduksi imago TPJ menyebabkan imago tidak menghasilkan telur. Hal tersebut sesuai dengan Putra *et al.* (2013), bahwa jamur entomopatogen yang berhasil menginfeksi serangga menyebabkan sistem saraf yang tidak normal dan terganggunya sistem reproduksi. Tahapan jamur entomopatogen menyerang serangga dimulai dengan kontak, proses penempelan dan viabilitas, penetrasi dan invasi (Prayogo *et al.*, 2005).

Aplikasi kombinasi jamur *B. bassiana* dengan EPM pada 72 hingga 144 JSA juga berpengaruh nyata terhadap jumlah larva TPJ (Tabel 8). Hal tersebut menunjukkan bahwa kombinasi jamur *B. bassiana* dengan EPM efektif dalam

Tabel 7. Rerata jumlah telur yang dihasilkan setelah aplikasi suspensi jamur *B. bassiana* dan EPM

Perlakuan <i>B. bassiana</i> (konidia/ml akuades) dengan EPM (%)	Pengamatan pada .... JSA, Rerata ± SD					
	24	48	72	96	120	144
Kontrol	13,25 ± 2,10 b	15,50 ± 2,84 b	13,75 ± 3,64 b	10,50 ± 1,32 b	4,25 ± 1,11 b	3,25 ± 0,85 b
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>4</sup> + EPM 2	5,50 ± 2,60 a	7,00 ± 3,14 a	3,75 ± 2,78 a	2,25 ± 1,31 a	1,00 ± 0,58 a	0,00 ± 0,00 a
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>4</sup> + EPM 3	4,25 ± 2,50 a	5,25 ± 2,98 a	1,75 ± 1,44 a	1,75 ± 1,03 a	0,25 ± 0,25 a	0,00 ± 0,00 a
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>4</sup> + EPM 4	8,50 ± 1,85 ab	5,50 ± 1,76 a	2,75 ± 1,25 a	1,50 ± 0,96 a	0,50 ± 0,50 a	0,00 ± 0,00 a
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>6</sup> + EPM 2	8,00 ± 2,12 ab	6,00 ± 0,41 a	2,25 ± 1,44 a	1,25 ± 0,75 a	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>6</sup> + EPM 3	5,50 ± 1,32 a	4,25 ± 0,25 a	2,25 ± 0,48 a	1,50 ± 0,87 a	0,25 ± 0,25 a	0,00 ± 0,00 a
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>6</sup> + EPM 4	7,75 ± 2,78 ab	5,75 ± 2,14 a	3,25 ± 1,93 a	3,50 ± 2,60 a	1,75 ± 1,75 a	0,00 ± 0,00 a
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>8</sup> + EPM 2	9,00 ± 2,68 ab	5,25 ± 1,11 a	4,25 ± 2,10 a	4,00 ± 1,08 a	0,50 ± 0,50 a	0,00 ± 0,00 a
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>8</sup> + EPM 3	8,25 ± 2,17 ab	5,75 ± 2,02 a	4,50 ± 1,71 a	1,75 ± 1,03 a	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>8</sup> + EPM 4	8,00 ± 0,91 ab	5,25 ± 1,11 a	2,25 ± 1,31 a	2,00 ± 1,22 a	0,25 ± 0,25 a	0,00 ± 0,00 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%; SD: standar deviasi



Tabel 8. Rerata jumlah larva yang dihasilkan setelah aplikasi suspensi jamur *B. bassiana* dan EPM

Perlakuan <i>B. bassiana</i> (konidia/ml akuades) dengan EPM (%)	Pengamatan pada .... JSA, Rerata ± SD					
	24	48	72	96	120	144
Kontrol	0,00 ± 0,00 a	3,00 ± 0,41 a	9,50 ± 0,65 b	11,00 ± 0,41 b	10,75 ± 2,02 c	7,50 ± 1,44 b
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>4</sup> + EPM 2	0,00 ± 0,00 a	2,25 ± 1,11 a	4,50 ± 1,50 a	6,75 ± 2,66 a	4,00 ± 1,87 b	1,50 ± 1,19 a
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>4</sup> + EPM 3	0,00 ± 0,00 a	0,50 ± 0,29 a	2,25 ± 1,03 a	2,75 ± 1,11 a	0,75 ± 0,75 a	0,00 ± 0,00 a
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>4</sup> + EPM 4	0,00 ± 0,00 a	3,00 ± 2,12 a	3,25 ± 1,80 a	3,50 ± 1,55 a	1,00 ± 1,00 a	0,75 ± 0,75 a
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>6</sup> + EPM 2	0,00 ± 0,00 a	2,25 ± 1,60 a	3,50 ± 0,65 a	2,50 ± 1,44 a	1,00 ± 0,58 a	0,00 ± 0,00 a
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>6</sup> + EPM 3	0,00 ± 0,00 a	1,50 ± 1,19 a	4,25 ± 1,60 a	2,50 ± 1,04 a	0,50 ± 0,50 a	0,00 ± 0,00 a
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>6</sup> + EPM 4	0,00 ± 0,00 a	0,75 ± 0,75 a	4,25 ± 1,75 a	4,25 ± 2,21 a	1,75 ± 1,18 ab	0,75 ± 0,75 a
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>8</sup> + EPM 2	0,00 ± 0,00 a	3,50 ± 1,94 a	3,50 ± 1,55 a	4,25 ± 1,49 a	1,25 ± 0,63 ab	0,50 ± 0,50 a
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>8</sup> + EPM 3	0,00 ± 0,00 a	3,00 ± 0,71 a	4,75 ± 0,85 a	2,75 ± 1,38 a	0,50 ± 0,50 a	0,00 ± 0,00 a
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>8</sup> + EPM 4	0,00 ± 0,00 a	2,50 ± 1,04 a	3,00 ± 1,00 a	2,50 ± 1,44 a	0,50 ± 0,50 a	0,00 ± 0,00 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%; SD: standar deviasi



menghambat maupun menyebabkan telur tidak menetas. Dengan gagalnya telur menetas atau terhambat menetas, rerata jumlah larva TPJ pada perlakuan kontrol lebih tinggi dibandingkan dengan yang diaplikasi kombinasi jamur *B. bassiana* dengan EPM. Hal tersebut menunjukkan bahwa kombinasi jamur *B. bassiana* dan EPM efektif dalam menekan jumlah larva TPJ. Keefektifan kombinasi jamur *B. bassiana* dengan EPM tersebut terlihat pada pengamatan ke 72 hingga 144 JSA. Semakin tinggi kerapatan jamur dan konsentrasi yang diaplikasikan, maka semakin rendah jumlah larva yang tersedia. Rendahnya jumlah larva TPJ yang diaplikasi kombinasi jamur *B. bassiana* dan EPM diduga karena adanya kandungan pada EPM yang memacu penetrasi yang dilakukan oleh spora jamur *B. bassiana* terhadap telur maupun larva TPJ. Hoe *et al.* (2009), menyatakan bahwa pada putri malu terdapat unsur nitrogen yang berperan aktif dalam pembentukan hifa baru. Dengan terdapatnya unsur yang berperan aktif membentuk hifa baru, maka akan mempercepat proses infeksi terhadap telur maupun serangga. Hasyim *et al.* (2009), menyatakan spora jamur yang menginfeksi serangga uji akan melakukan infeksi dimulai dari penempelan spora pada tubuh serangga, viabilitas, penetrasi, invasi dan kolonisasi. Penyebab terjadinya kematian pada larva selain menempelnya spora jamur pada serangga adalah dengan termakannya spora jamur. Spora jamur yang termakan akan menginfeksi serangga dari saluran pencernaan (Lestari *et al.*, 2015).

Rendahnya jumlah telur dan larva TPJ menunjukkan bahwa imago TPJ tidak hanya diinfeksi oleh spora jamur *B. bassiana* saja, namun diduga terdapat kandungan senyawa pada EPM yang bersifat racun terhadap imago TPJ. Terdapatnya senyawa pada EPM yang bersifat racun menyebabkan melemahnya daya tahan imago TPJ. Dengan terdapatnya senyawa yang bersifat racun dapat menyebabkan imago mati maupun menurunnya reproduksi imago TPJ. Geyter *et al.* (2007), menyatakan bahwa EPM memiliki kandungan yang berfungsi untuk meningkatkan mortalitas, menghambat daya makan, menghambat perkembangan dan mengurangi produksi pada serangga yaitu tanin. Tanin memiliki rasa yang pahit, sehingga dapat menyebabkan mekanisme penghambatan makan pada serangga. Salah satu contohnya adalah daun teklan *Eupatorium riparium* Regel

(Asteraceae) yang mengandung senyawa tanin mempunyai efek menghambat perkembangan nyamuk *Aedes aegypti* (Linn.) (Diptera: Culicidae) (Utami *et al.*, 2010).

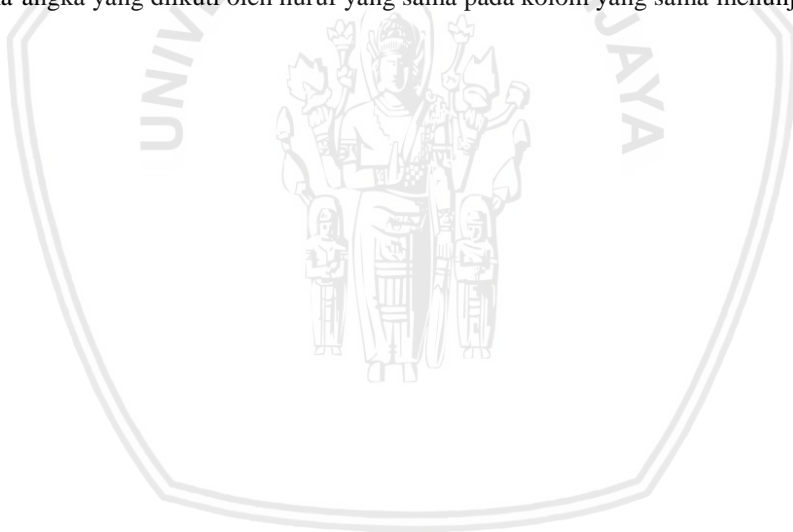
Aplikasi kombinasi jamur *B. bassiana* dengan EPM selama 144 JSA juga berpengaruh nyata terhadap tingginya mortalitas imago TPJ (Tabel 9). Selama 144 JSA aplikasi kombinasi jamur *B. bassiana* dengan EPM menyebabkan mortalitas imago TPJ lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Pada pengamatan ke 48 JSA sudah terjadi mortalitas berkisar 3,00% hingga 13,00%. Mortalitas tertinggi terjadi pada kombinasi *B. bassiana*  $10^4$  dan EPM 2% pada pengamatan ke 72 JSA yaitu sebesar 50,00%. Semua perlakuan yang diaplikasi kombinasi jamur *B. bassiana* dan EPM mengakibatkan mortalitas 100% pada pengamatan ke 144 JSA. Tingkat mortalitas tersebut diklasifikasikan dalam tingkat toksisitas tinggi. Hal tersebut sesuai dengan Thungrabeab *et al.* (2006), mengklasifikasikan tingkat toksisitas menjadi tiga, yaitu toksisitas tinggi dengan persentase kematian lebih dari 64,49%, toksisitas sedang dengan persentase kematian 30,99-64,49% dan toksisitas rendah dengan persentase kematian kurang dari 30,99%.

Tingginya mortalitas pada imago TPJ yang diaplikasi kombinasi jamur *B. bassiana* dengan EPM terlihat dari sudah tidak terdapatnya imago TPJ yang hidup pada pengamatan ke 144 JSA. Berbeda dengan perlakuan kontrol yang masih terdapat imago TPJ yang hidup pada pengamatan ke 144 JSA. Tingginya mortalitas imago TPJ selama 144 JSA diduga karena terdapatnya kandungan pada EPM yang membantu daya infeksi spora jamur *B. bassiana*. Terinfeksi imago TPJ oleh spora jamur *B. bassiana* menyebabkan melemahnya daya tahan imago karena nutrisi imago diserap oleh spora jamur. Finalia (2017), menyatakan bahwa pada putri malu terdapat kadar nitrogen yang berperan aktif dalam pembentukan hifa jamur. Keberhasilan jamur entomopatogen sebagai pengendali hama dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu suhu dan kelembaban, jumlah spora, nutrisi yang tersedia dan viabilitas spora (Surtikanti dan Yasin, 2009). Selain pengaruh dari spora jamur, terdapat senyawa pada EPM yang bersifat racun bagi imago TPJ. Senyawa pada EPM tersebut menyebabkan imago TPJ menjadi pasif dan menurunkan daya makan. Imago TPJ yang mati karena senyawa pada EPM terlihat dengan tubuh

Tabel 8. Rerata mortalitas imago *P. latus* setelah aplikasi suspensi jamur *B. bassiana* dan EPM

Perlakuan <i>B. bassiana</i> (konidia/ml akuades) dengan EPM (%)	Pengamatan pada .... JSA, Rerata ± SD					
	24	48	72	96	120	144
Kontrol	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	8,00 ± 0,08 a	18,00 ± 0,03 a	23,00 ± 0,03 a	18,00 ± 0,06 b
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>4</sup> + EPM 2	0,00 ± 0,00 a	5,00 ± 0,05 ab	18,00 ± 0,08 ab	30,00 ± 0,15 a	48,00 ± 0,16 a	0,00 ± 0,00 a
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>4</sup> + EPM 3	0,00 ± 0,00 a	3,00 ± 0,06 ab	50,00 ± 0,15 c	30,00 ± 0,10 a	23,00 ± 0,13 a	0,00 ± 0,00 a
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>4</sup> + EPM 4	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	28,00 ± 0,10 bc	18,00 ± 0,06 a	35,00 ± 0,15 a	0,00 ± 0,00 a
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>6</sup> + EPM 2	0,00 ± 0,00 a	13,00 ± 0,03 ab	35,00 ± 0,18 bc	25,00 ± 0,10 a	23,00 ± 0,11 a	0,00 ± 0,00 a
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>6</sup> + EPM 3	0,00 ± 0,00 a	10,00 ± 0,06 ab	43,00 ± 0,13 bc	28,00 ± 0,09 a	20,00 ± 0,09 a	0,00 ± 0,00 a
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>6</sup> + EPM 4	0,00 ± 0,00 a	3,00 ± 0,00 ab	40,00 ± 0,06 bc	23,00 ± 0,13 a	48,00 ± 0,14 a	0,00 ± 0,00 a
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>8</sup> + EPM 2	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	48,00 ± 0,09 bc	35,00 ± 0,15 a	38,00 ± 0,12 a	0,00 ± 0,00 a
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>8</sup> + EPM 3	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,03 a	30,00 ± 0,15 bc	30,00 ± 0,04 a	28,00 ± 0,17 a	0,00 ± 0,00 a
<i>B. bassiana</i> 10 <sup>8</sup> + EPM 4	0,00 ± 0,00 a	5,00 ± 0,03 ab	35,00 ± 0,10 bc	23,00 ± 0,10 a	38,00 ± 0,09 a	0,00 ± 0,00 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%; SD: standar deviasi

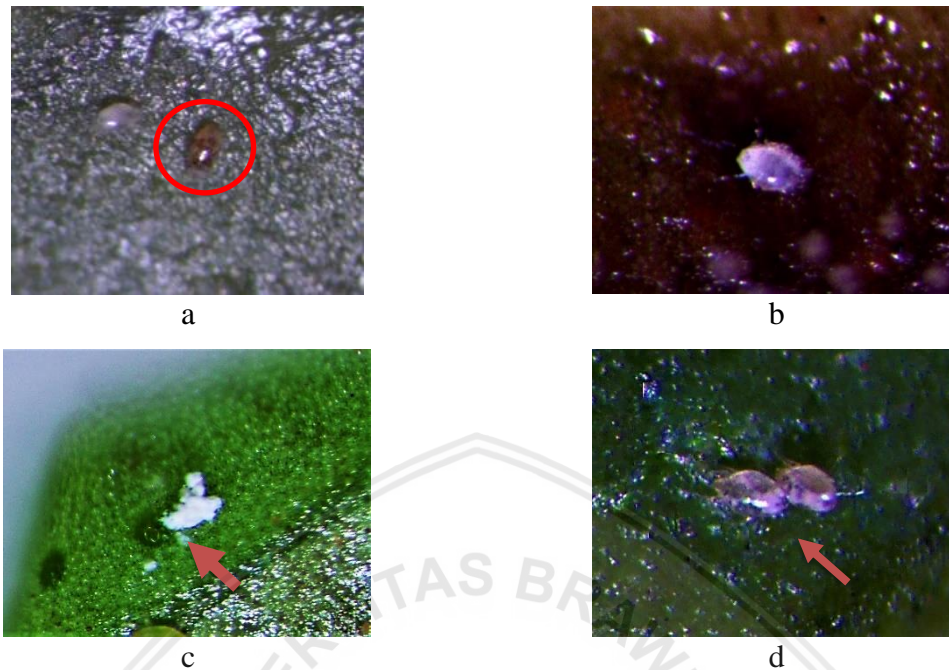


yang mengering. Seperti dijelaskan oleh Geyter *et al.* (2007), bahwa terdapat kandungan yang bersifat racun pada tumbuhan putri malu bagi serangga. Selain tanin, kandungan senyawa bersifat racun bagi serangga yang terdapat pada putri malu adalah mimosin, asam *pipekolinat*, *flavonoid* dan *alkaloid* (Litbang, 2013). Menurut Yunita *et al.* (2009), bahwa senyawa tanin memiliki rasa yang pahit, sehingga dapat menyebabkan mekanisme penghambatan makan pada serangga. Selain tanin terdapat senyawa pada EPM yang toksik terhadap serangga seperti yang di jelaskan oleh Utami (2010), berpendapat bahwa *flavonoid* mempunyai efek toksik. *flavonoid* merupakan salah satu senyawa yang bersifat racun terhadap serangga. Rotenon merupakan senyawa golongan *flavonoid* yang mempunyai efek mematikan pada serangga. Senyawa tersebut menyebabkan serangga menjadi pasif dan berkurangnya daya makan. Dengan turunnya daya makan menyebabkan serangga mati dengan ciri tubuh mengering karena tidak adanya pakan yang dikonsumsi serangga tersebut (Hollingworth, 2001).

#### **b. Gejala Infeksi dan Perubahan Morfologi TPJ Setelah Aplikasi Jamur *B. bassiana* dengan Insektisida Nabati EPM**

Dari pengamatan terjadi perubahan morfologi pada imago TPJ setelah diaplikasikan dengan kombinasi jamur *B. bassiana* dengan EPM. Warna tubuh imago TPJ yang berubah menjadi merah kecokelatan diduga akibat dari penetrasi spora *B. bassiana* ke tubuh imago TPJ (Gambar 10a). Barson (1977), menjelaskan bahwa penetrasi spora jamur pathogen terjadi karena adanya spora yang termakan atau masuknya spora jamur melalui sela antar segmen pada tubuh serangga. Dengan masuknya spora jamur patogen menyebabkan berubahnya warna menjadi gelap yang dikarenakan jamur menyerap nutrisi yang berasal dari serangga inang (Sudarmaji, 1994). Gejala terlihat dari tubuh TPJ berwarna merah kecokelatan (Gambar 10b) dan putih gelap (Gambar 10d) yang ditumbuhi oleh miselium jamur *B. bassiana*. Imago TPJ yang terserang jamur *B. bassiana* mati dengan tubuh diselubungi miselium jamur *B. bassiana* (Gambar 10c). Gejala yang didapat sama dengan deskripsi menurut Saleh *et al.* (2000) dan Moorthi *et al.* (2011) yang menyatakan bahwa aktivitas serangga yang terinfeksi jamur *B. bassiana* terlihat lamban, nafsu makan berkurang, warna tubuh kusam dan pucat, tubuh kaku, kulit





Gambar 10. Efek aplikasi jamur *B. bassiana* dengan insektisida nabati EPM terhadap imago TPJ (Perbesaran 40x). a: berubahnya warna menjadi merah kecokelatan, b: tumbuhnya miselium *B. bassiana* pada tubuh TPJ, c: terjadinya mumifikasi pada imago TPJ, d: berubahnya warna TPJ menjadi putih gelap

larva bagian dalam berwarna merah dengan warna putih disekitarnya dan permukaan tubuh larva ditutupi miselium berwarna putih. Tubuh serangga selanjutnya mengalami perubahan warna menjadi coklat kehitaman dan mengeras seperti mumi. Hal yang sama juga diungkapkan Wahyono dan Nurbetti (2007), bahwa ciri-ciri larva serendang *Xystrocera festiva* Pascoe (Coleoptera: Cerambycinae) yang terinfeksi *B. bassiana* akan berwarna putih karena diselimuti oleh miselium dari jamur *B. bassiana*.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan bahwa EPM memberikan pengaruh positif terhadap jamur *B. bassiana*. Pengaruh positif terlihat dari lebar diameter, tinggi persentase viabilitas dan sporulasi yang dihasilkan jamur *B. bassiana* yang dikombinasi dengan EPM. Kombinasi EPM terhadap jamur *B. bassiana* menyebabkan jamur dengan kerapatan  $10^2$  dan  $10^6$  memiliki lebar diameter yang lebih lebar serta persentase viabilitas dan sporulasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan jamur yang tidak dikombinasi dengan EPM. Rerata diameter tertinggi terdapat pada kombinasi jamur *B. bassiana*  $10^6$  dan EPM 3 yaitu 7,69 cm. Rerata persentase viabilitas spora jamur *B. bassiana* tertinggi terdapat pada kombinasi kombinasi jamur *B. bassiana*  $10^6$  dan EPM 3 yaitu 69,05%. Serta rerata kerapatan spora jamur *B. bassiana* tertinggi terdapat pada kombinasi jamur *B. bassiana*  $10^6$  dan EPM 4 yaitu  $8,80 \times 10^8$  konidia/ml aquades. Nilai T tertinggi terdapat pada kombinasi jamur *B. bassiana*  $10^6$  dan EPM 4 yaitu 71,67. Dari hal tersebut diketahui bahwa kombinasi EPM dengan jamur *B. bassiana* bersifat kompatibel.

Hasil uji toksisitas menunjukkan kombinasi jamur *B. bassiana* dan insektisida nabati EPM efektif menekan jumlah telur, larva serta meningkatkan mortalitas imago TPJ. Kombinasi jamur *B. bassiana*  $10^6$  dengan EPM 3 efektif menekan jumlah telur dan larva TPJ. Kombinasi jamur *B. bassiana*  $10^6$  dengan EPM 2 dan jamur *B. bassiana*  $10^8$  dengan EPM 3 menyebabkan mortalitas 100% pada 120 JSA.

### Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai kompatibilitas jamur entomocaripatogen *B. bassiana* dengan media tumbuh berbeda dan pestisida nabati dari putri malu ataupun tumbuhan lain untuk mengetahui tingkat toksisitas terhadap perkembangan jamur *B. bassiana* dan efektif dalam menekan perkembangan TPJ ataupun pada tungau lainnya pada kondisi laboratorium maupun lapang.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Ahmad, R. Z. 2008. Pemanfaatan Cendawan untuk Meningkatkan Produktivitas dan Kesehatan Ternak. *Jurnal Litbang Pertanian* 27(3): 84-92.
- Alexopoulos, C.J. dan Mims, C.W. 1979. *Introductory Mycology*. John Wiley and Sons. New York.
- Amaria, W., Harni, R. dan Samsudin. 2015. Evaluasi Jamur Antagonis Dalam Menghambat Pertumbuhan *Rigidoporus microporus* Penyebab Penyakit Jamur Akar Putih pada Tanaman Karet. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar* 2(1): 51-60.
- Ambarwati. 2007. Studi Actinomycetes yang Berpotensi Menghasilkan Antibiotik dan Rhizosfer Tumbuhan Putri Malu (*Mimosa pudica* L.) dan Kucing-kucingan (*Acalypha indica* L.). *Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi* 8(1): 1-14.
- Anwar, N.D.J.A. 2015. Manfaat Daun Ketepeng Cina (*Cassia alata* L.) Sebagai Antifungi pada *Tinea Pedis*. *Jurnal Agromedicine* 2(4): 385-388.
- Ardiyati, T.A., Mudjiono, G. dan Himawan, T. 2015. Uji Patogenesitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin pada Jangkrik (*Gryllus* sp.) (Orthoptera: Gryllidae). *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan* 3(3): 43-51.
- Ashraf, A. M., Ahmed, M. T., Hanafy, A.R.I. dan Gamal, M. H. 2010. Biology and control of the broad mite *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904) (Acari: Tarsonemidae). *International Journal of Environmental Science and Engineering (IJESE)* 1: 26 -34.
- Astoni, A.M., Puspitarini, R.D. dan Tarno, H. 2015. Uji Kompatibilitas Jamur Patogen Serangga *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Hypocreales: Cordycipitaceae) Dengan Insektisida Nabati Ekstrak Daun Putri Malu. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan* 3(3):79-86.
- Baddu, Y., Puspitarini, R.D. dan Afandhi, A. 2014. Patogenesitas Jamur Entomocaripatogen *Beauveria bassiana* pada Berbagai Fase Perkembangan Tungau Teh Kuning *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Acari: Tarsonemidae). *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan* 2(3): 51-58.
- Barson, G. 1977. Laboratory Evaluation of *Beauveria bassiana* as Pathogen of the Larvae Stage of the Large Elm Bark Beetle, *Scolytus scolytus*. *Journal Vertebrata Pathology* 29(3): 361-366.

- Bharati, T., Kulkarni, J.H., Krishnaraj, P.U. dan Alagawadi, A.R. 2007. Evaluation of Food Grains and Agro Wastes For Sporulation of *Metharhizium anisopliae* (Ma2). *Karnataka Journal of Agriculture Science* 20(2): 424-425.
- Bandopadhyay, A.K. 2002. A Current Approach To the Management of Root Disease in Bast Fibre Plants with Conservation of Natural and Microbial Agents. *Journal of Mycopathology* 40: 57-62.
- Barnet, H.L. dan Hunter, B.B. 1998. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* (Fourth Edition). American Phytopathological Society Press.
- Bednarek, A., Popowska, E., Pezowicz dan Kamionek, M. 2004. Integrated Methods in Pest Control: Effect of Insecticides on Entomopathogenic Fungi (*Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., *B. brongniartii* (Sacc.), and Nematodes (*Heterorhabditis megidis* Poinar, Jakson, Klein, *Steinernema feltiae* Filipjev, *S. glaseri* Steiner). *Polish Journal of Ecology* 52(2): 223-228.
- Cloyd, R.A. 2011. Pesticide Mixtures. In M. Stoytcheva (Ed.) *Pesticides Formulations, Effect, Fate*: 69-80. Diunduh dari [Http://www.intechopen.com/books/pesticides- formulations- effects- fate/ pesticide-mixtures](http://www.intechopen.com/books/pesticides- formulations- effects- fate/ pesticide-mixtures). Diakses pada tanggal 30 januari 2018.
- Christina, L.S. dan Sherlij, D. 2017. Pengendalian Hama Terpadu (PHT) pada Tanaman Sayuran di Kota Tomohon Sulawesi Utara. *Indonesian Journal of Community Engagement* 2(2): 246-252.
- Deciyanto, S. dan Indrayani, I.G.A.A. 2008. Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* : Potensi dan Prospeknya dalam Pengendalian Hama Tungau. *Jurnal Prespek* 8(2): 66-73.
- Dipieri, R.A., Martinez, S.S. dan Menezes, J.A.O. 2005. Compability of The Fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill (Deuteromycetes) With Extracts of Neem Seeds and Leaves and The Emulsible Oil. *Journal Neotropical Entomology* 34(4): 601-606.
- Fasulo, T.R. 2010. Broad Mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Arachnida: Acari: Tarsonemidae). Entomology and Nematology Department, Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Diunduh dari <http://edis.ifas.ufl.edu>. Diakses pada tanggal 14 September 2017.
- Finalia, F. 2017. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan PGPR Akar Putri Malu Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogea* L.). *Jurnal Agrotropika Hayati* 4(2): 119-128.

- Gabriel, B.P. dan Riyanto. 1989. *Metarhizium anisopliae* (Metch) Sor: Taksonomi, Patologi, Produksi dan Aplikasinya. Direktorat Perlindungan Tanaman Perkebunan. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Gerson, U. 1992. Biology and Control of The Broad Mite *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). *Journal Exp. and App. Acarol.* 13(3): 163-178.
- Geyter, D.E., Geelen, D. dan Smaghe, G. 2007. First Results On The Insecticidal Action of Saponins. *Comm. Appl. Biol. Sci., Ghent University* 72(3): 645-648.
- Grinberg, M., Perl-Treves, R., Palevsky, E., Shomer, I. dan Soroker, V. 2005. Interaction Between Cucumber Plants and The Broad Mite, *Polyphagotarsonemus latus* From Damage to Defense Gene Expression. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 115(1): 135-144.
- Han, J.S., Cheng, J.H., Yoon, T.M., Song, J., Rajkarnikar, A., Kim, W.G. dan Yoo, I.D. 2005. Biological Control Agent of Common Scab Disease by Antagonistic Strain *Bacillus* sp.. *Journal Application Microbiology* 99: 213-221.
- Hasyim, A. dan Harlion. 2002. Patogenesitas Isolat *Beauveria bassiana* Bals. Dalam Mengendalikan Hama Penggerek Bonggol Pisang *Cosmopolites sordidus* Germar di Sumatera Barat. *Indonesia. Farming* 1(1): 53-57.
- Hasyim, A., Nuraida dan Trizelia. 2009. Patogenesitas Jamur Entomopatogen terhadap Stadia Telur dan Larva Hama Kubis *Crociodolomia pavonana* Fabricius. *Jurnal Hortikultura* 19(3): 334-343.
- Haryuni, Wiyono dan Handoyo, S. 2017. Pengaruh Dosis *Beauveria bassiana* dan Pestisida Nabati (Mimba) Terhadap Persentase Serangan Hama Penggerek Buah Kopi (*Hypothenemus hampei*). *Agrineca* 17(1).
- Herlinda, S., Utama, M.D., Pujiastuti, Y. dan Suwandi. 2006. Kerapatan dan Viabilitas Konidia *Beauveria bassiana* (Bals.) Akibat Subkultur dan Pengayaan Media, Serta Virulensinya Terhadap Larva *Plutella xylostella* (Linn.). *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropik* 6(2): 70-78.
- Hoe, P.K., Boong, C.F.J., Jugah, K. dan Rajan, A. 2009. Evaluation of *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) Isolates and Their Effects on Subterranean Termite *Coptotermes curvignathus* (Isoptera: Rhinotermitidae). *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 4(4): 289-297.
- Hollingworth, R.M. 2001. Inhibitors and Uncouplers of Mitochondrial Oxydative Phosphorylation dalam Krieger R., Doull, J., Ecobichon, D., Gammon, D., Hoyson, E., Reiter, L. dan Ross, J. Editor. *Handbook of Pesticide Toxicology* Vol 2. Academic Press. San Diego. 1169-1227.

- Indriyati. 2009. Virulensi Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Deuteromycotina: Hyphomycetes) Terhadap Kutu Daun (*Aphis* spp) dan Kepik Hijau (*Nezara viridula*). Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika 9(2): 92-98.
- Irigaray, F.J.S.C, Mancebon, V.M. dan Moreno I.P. 2003. The Entomopathogenic Fungus *Beauveria bassiana* and its Compatibility With Triflumuron: Effects on the Twospotted Spider Mite *Tetranychus urticae*. Biological Control 26(2): 168-173.
- Ishaaya, I., Hirashima, A., Yablonski, S. dan Tawata, S.E.M. 1991. Mimosine, a Non Protein Amino Acid, Inhibit Growth and Enzyme Systems in *Tribolium castaneum*. Journal Pesticide Biochemistry Physiology 39: 35-42.
- Joseph, B., George, J. dan Mohan, J. 2013. Pharmacology and Traditional Uses of *Mimosa pudica*. Journal Pharmaceutical Sciences and Drugs Research 5(2): 41-44.
- Kartohardjono, A. 2011. Penggunaan Musuh Alami sebagai Komponen Pengendalian Hama Padi Berbasis Ekologi. Jurnal Pengembangan Inovasi Pertanian 4(1): 29-46.
- Kepmentan (Keputusan Menteri Pertanian). 2006. Jenis Komoditi Tanaman Binaan Direktorat Jenderal Perkebunan, Direktorat Jenderal Tanaman Pangan Dan Direktorat Jenderal Hortikultura. Diunduh dari [http://ditjenbun.pertanian.go.id/tinymcpuk/gambar/file/Kepmen\\_511\\_2006\\_Komoditi\\_Binaan\\_DItjenbun.pdf](http://ditjenbun.pertanian.go.id/tinymcpuk/gambar/file/Kepmen_511_2006_Komoditi_Binaan_DItjenbun.pdf). Diakses pada tanggal 26 Desember 2017.
- Krantz, G.W. 1978. A manual of Acarologi. Oregon State University Book Stores, Inc. Oregon.
- Lestari, I.F., Puspitarini, R.D. dan Rachmawati, R. 2015. Uji Patogenisitas Cendawan Entomo-acaripatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin Pada Tungau Perak Jeruk *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Acari: Tarsonemidae). Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan 3(3): 87-95.
- Litbang (Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian). 2013. Petunjuk Teknis Pembuatan Pestisida Nabati. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Bengkulu. Kementrian Pertanian.
- Mollier, P., Lagnel, J., Fournet, B., Aioun, A. dan Riba, G. 1994. A Glycoprotein Highly Toxic for *Galleria mellonella* Larvae Secreted by The Entomopathogenic Fungus *Beauveria sulfurescens*. Journal of Invertebrata Pathology 64: 200-207.

- Moorthi, P.V., Balasubramanian, C. dan Kubendran, T. 2011. Efficacy of Local Isolates of *Beauveria bassiana* against *Spodoptera litura* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae).
- Mukhriani. 2014. Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, dan Identifikasi Senyawa Aktif. *Jurnal Kesehatan* 7(2): 361-367.
- Mustafa, U. dan Kaur, G. 2009. Effect of Carbon and Nitrogen Sources and Ratio on the Germination, Growth, and Sporulation Characteristics of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* Isolates. *African Journal of Agricultural Research* 3(10): 922-930.
- Nucifora, A. dan Vacante, V. 2004. Citrus Mites in Italy. VII. The family Tarsonemidae. Species collected and notes on ecology. *Acarologia* 44(1/2): 49-67.
- Oliveira, S.A., Neves, P.M.O.J. dan Kawazoe, L.S. 2003. Compability Between The Entomopatogenic Fungus *Beauveria bassiana* and Insecticides Used in Coffe Plantation. *Journal Science Agriculture* 60: 663-667.
- Ostfeld, R.S., Price, A., Hornbostel, V.L., Benjamin, A.B. dan Keesing, F. 2006. Controlling ticks and tickborne zoonoses with biological and Chemical Agents. *Journal of Bioscience* 5: 383-394.
- Pal, K.K. dan Gardener, B.M.S. 2006. Biological Control of Plant Pathogens. *The Plant Health Instructor*. 1-10.
- Pramesti, N.R., Himawan, T. dan Rachmawati, R. 2014. Pengaruh Pengkayaan Media dan Suhu Penyimpanan Terhadap Kerapatan dan Viabilitas Konidia Jamur Patogen Serangga *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Hypocreales: Cordycipitaceae). *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan* 3(2): 45-48.
- Prajitno, D. 1985. *Analisa Regresi dan Korelasi*. Liberty. Yogyakarta.
- Prayogo, Y., Tengkan, W. dan Marwoto. 2005. Prospek Cendawan Entomopatogen *M. anisopliae* Untuk mengendalikan Ulat Grayak *S. litura* pada kedelai. *Jurnal Litbang Pertanian* 24(1): 19-26.
- Pujiastuti, Y., Erfansyah dan Herlinda, S. 2006. Keefektifan *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Isolat Indigenous Pagaralam Sumatera Selatan pada Media Beras Terhadap Larva *Plutella xylostella* Linn. (Lepidoptera: Yponomeutidae). *Journal Entomologi Indonesia* 3(1): 30-40.

- Purnama, P.C., Nastiti, S.J. dan Situmorang, J. 2003. Uji Patogenisitas *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill Isolat Magelang Terhadap *Aphis craccivora* Koch. *Journal Biology Smart* 5(2): 81-88.
- Puspitarini, R.D. 2010. Identifikasi Tungau Fitofag Penting. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Puspitarini, R.D. 2011. Tungau Fitofag Pertanian dan Perkebunan di Indonesia. Penerbit Selaras. Malang.
- Putri, H.O.M., Kasmara, H. dan Melanie. 2015. Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Sebagai Agen Pengendali Hayati Nyamuk *Aedes aegypti*. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia* 1(6): 1472-1477.
- Putra, M.G., Hadiastono, T., Afandhi, A. dan Prayogo, Y. Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Lecanicillium lecanii* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) Terhadap *Bemisia tabaci* (G.) Sebagai Vektor Virus *Cowpea Mild Mottle Virus* (CMMV) Pada Tanaman Kedelai. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan* 1(1): 27-39.
- Ramadhani, Y. 2011. Analisis Efisiensi, Skala dan Elastisitas Produksi Dengan Pendekatan Cobb-Douglas dan Regresi Berganda. *Jurnal Teknologi* 4(1): 61-68.
- Rustama, M., Melanie, M. dan Irawan, B. 2008. Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* Terhadap *Crocidolomia pavonana* Fab. Dalam Kegiatan Studi Pengendalian Hama Terpadu Tanaman Kubis Dengan Menggunakan Agensia Hayati. Laporan Akhir Peneliti Muda. Universitas Padjadjaran.
- Saleh, R.M., Thalib, R. dan Suprpti. 2000. Pengaruh Pemberian *beauveria bassiana* Vuill. Terhadap Kematian dan Perkembangan Larva *Spodoptera litura* Fabricius di Rumah Kaca. *Jurnal Hama Penyakit Tanaman Tropika* 1(1): 7-10.
- Samsudin, B. 2012. Tungau *Polyphagotarsonemus latus* (Acarina: Tarsonematidae) Sebagai Hama Potensial Tanaman Teh di Indonesia. *Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri* 18(3).
- Sastrosiswojo, S. 2002. Kajian Sosial Ekonomi dan Budaya Penggunaan Biopestisida di Indonesia. Makalah pada Lokakarya Keanekaragaman Hayati Untuk Perlindungan Tanaman. Yogyakarta.



- Safavi, S.A., Farooq A.S., Azis K.P., Reza R.G., Ali R.B., dan Tariq M.B. 2007. Effect of Nutrition on Growth and Virulence of the Entomopathogenic Fungus *Beauveria bassiana*. FEMS Microbiology Letter 270(1): 116–123.
- Sheeba, G., Seshadri, S., Raja, N., Janarthanan, S. dan Ignacimutu, S. 2001. Efficacy of *Beauveria bassiana* for Control of The Rice Weevil *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). Application Entomology Zoology 36(1): 117-120.
- Sinaga, R. 2009. Uji Efektivitas Pestisida Nabati Terhadap Hama *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) pada Tanaman Tembakau (*Nicotiana tobaccum* L.). Skripsi. Universitas Sumatra Utara.
- Soelarso, R.B. 1996. Budidaya Jeruk Bebas Penyakit. Kanisius. Yogyakarta.
- Sosa-Gomez, D.R., Delpin, K.E., Moscardi, F. dan Farias, J.R.B. 2001. Natural Occurrence of The Entomopathogenic Fungi *Metharizium*, *Beauveria*, and *Paecilomyces* in Soybean Under Till and No-Till Ciltivation Systems. Biological control 30(3): 407-410.
- Sudarmaji, D.G. 1994. Patogenesitas Jamur Patogen Serangga *Beauveriana bassiana* Terhadap *Helopeltis antonii*. Jurnal Menara Perkebunan 62: 1-4.
- Surtikanti, Yasin, M. dan Tandiang, J. 2011. Pengendalian Hama Kumbang Bubuk Menggunakan Cendawan *Beauveria bassiana* Vuill. Berupa Tepung. Seminar Nasional Serealia. Balai Penelitian Serealia. 358-362.
- Susanti, S., Wibowo, L. dan Indriyati. 2016. Kompatibilitas Jamur Entomopatgen *Beauveria bassiana* Vuill. dan Pestisida Nabati Ekstrak Daun Babandotan Untuk Mengendalikan Hama Kepik Hijau di Laboratorium. Jurnal Agroteknologi Tropika 4(1): 49-54.
- Sutanto, R. 2002. Penerapan Pertanian Organik (Permasyarakatan dan Pengembangannya). Kanisius. Jakarta.
- Suwahyono. 2010. Biopestisida. PT Penebar Swadaya. Jakarta.
- Talanca, A.H. 2005. Bioekologi Cendawan *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin. Prosiding Seminar Nasional Jagung.
- Taurisia, P.P., Proborini, M.W. dan Nuhantoro, I. 2015. Pengaruh Media terhadap Pertumbuhan dan Biomassa Cendawan *Alternaria alternata* (Fries) Keissler. Jurnal Biologi 19(1) : 30–33.
- Tohir, M.A. 2010. Teknik Ekstraksi dan Aplikasi Beberapa Pestisida Nabati untuk Menurunkan Palatabilitas Ulat Grayak (*Spodoptera litura* Fabr.) di Laboratorium. Buletin Teknik Pertanian 15(1): 37-40.

- Townsend, R.J., O'Callaghan, O., Johnson, V.W. dan Jackson, T.A. 2003. Compability of Microbial Control Agents *Serratia entomophila* and *Beauveria bassiana* With Selected Fertilizers. *New Zealand Plant Protection* 56: 118-122.
- Trizelia dan Rusdi, R. 2012. Kompatibilitas Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill (Deutoromycotina: Hymhomycetes) Dengan Minyak - Serai Wangi. *Jurnal Hama Penyakit Tumbuhan Tropik* 12(1): 78-84.
- Tukimin, S.W. 2012. Bioekologi Dan Pengendalian Tungau Kuning *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) Dengan Pestisida Nabati pada Tanaman Wijen. *Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat* 11(2): 69-78.
- Thungrabeab, M., Blaeser, P. dan Sengonca, C. 2006. Possibilities For Biocontrol of the Onion Thrips *Thrips tabacci* Linderman (Thysanoptera: Thripitidae) Using Different Entomopatogenic From Thailand. *Mitt. Datch. Ges Allg. Agew. Entomol.* 15.
- Utami, S., Syaufina, L. dan Haneda, F.N. 2010. Daya Racun Ekstrak Kasar Daun Bintaro (*Cerbera odollam* Gaertn.) Terhadap Larva *Spodoptera litura* Fabricius. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 15(2): 96-100.
- Vikayanti. 2014. Menilik Potensi Sang Putri Malu. POPT Muda Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan Surabaya. <http://ditjenbun.pertanian.go.id/bbpptpsurabaya>. Diakses pada tanggal 01 Agustus 2018.
- Wahyono, E.T. dan Nurbetti T. 2007. Uji Patogenesitas Agen Hayati *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* Terhadap Ulat Serendang (*Xystrocera festiva*). *Buletin Teknik Pertanian* 12(1): 27-29.
- Webster, J. dan Weber, R.W.S. 2007. *Introduction to Fungi*, Third Edition. Cambridge University Press.
- Wikardi, A. 1994. Teknik Perbanyakkan *Beauveria bassiana* dan Aplikasi di Lapangan. *Balitra*. Bogor. 92-99.
- Willis, M. dan Wahyono, T.E. 2014. Kompatibilitas Strain Jamur Entomopatogen dan Insektisida Nabati untuk Pengendalian *Helopeltis antonii* sign. Seminar Nasional Pertanian Organik. Bogor. 329-336.
- Wuryantini, S., Puspitarini, R.D. dan Afandhi, A. 2014. Influence of Citrus Species to Biology and Development Citrus Silver Mite *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science* 7. 54-59.

Yunita, E.A., Suprpti, N.H. dan Hidayat J.S. 2009. Ekstrak Daun Teklan (*Eupatorium riparium*) terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva *Aedes aegypti*. Bioma 11(1): 11-17.

Zhang, Z.Q. 2003. Mites of Greenhouses. CABI Publishing. USA.

Zulkarnain. 2009. Dasar-dasar Hortikultura. Cetakan I. Bumi Aksara. Jakarta.

