

**PENGARUH MEDIA PERTUMBUHAN PADA KERAPATAN  
KONIDIA, VIABILITAS, DAN PATOGENISITAS JAMUR  
*Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. TERHADAP  
*Spodoptera litura* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae)**

Oleh:

**KRISTYAPHINE STEFANI RETNOSARI**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
MALANG  
2016**

**PENGARUH MEDIA PERTUMBUHAN PADA KERAPATAN  
KONIDIA, VIABILITAS, DAN PATOGENISITAS JAMUR  
*Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. TERHADAP  
*Spodoptera litura* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae)**

Oleh:

**KRISTYAPHINE STEFANI RETNOSARI**

**125040200111191**

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

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana**

**Pertanian Strata Satu (S-1)**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
MALANG  
2016**



## PERNYATAAN

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

Malang, Agustus 2016

Kristyaphine Stefani Retnosari



**LEMBAR PERSETUJUAN**

Judul Penelitian

: Pengaruh Media Pertumbuhan pada Kerapatan Konidia, Viabilitas, dan Patogenisitas Jamur *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. terhadap *Spodoptera litura* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae)

Nama Mahasiswa

: Kristyaphine Stefani Retnosari

NIM

: 125040200111191

Jurusan

: Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi

: Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping II,

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

Fery Abdul Choliq, SP., MP., MSc.  
NIK. 201503 860523 1 001

Diketahui,  
Ketua Jurusan

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

**Tanggal Persetujuan :**

**LEMBAR PENGESAHAN**

Mengesahkan

**MAJELIS PENGUJI**

Penguji I

Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D  
NIP. 19551212 198003 2 003

Penguji II

Fery Abdul Choliq, SP., MP., MSc.  
NIK. 201503 860523 1 001

Penguji III

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

Penguji IV

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

Tanggal Lulus :



# UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**“Dan apabila kamu berseru dan datang untuk berdoa kepada-Ku, maka Aku akan mendengarkan kamu” (Yeremia 29:12)**

**Skripsi ini ku persembahkan untuk orangtua ku tercinta,  
Drs. Cornelis Bonatua Manik, M.Pd. dan Tirawan br. Naibaho**

**serta kedua adik ku tersayang,  
Kolosev Bagas Hasintongan dan Kishdali Lougarfius Imanuel**

**Terima kasih atas doa, dukungan, dan kasih sayang yang selalu ku rasakan**

## RINGKASAN

**Kristyaphine Stefani Retnosari. 125040200111191. Pengaruh Media Pertumbuhan pada Kerapatan Konidia, Viabilitas, dan Patogenisitas Jamur *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. terhadap *Spodoptera litura* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae). Dibimbing oleh Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS. sebagai Dosen Pembimbing Utama dan Fery Abdul Choliq, SP., MP., MSc. sebagai Dosen Pembimbing Pendamping**

*Spodoptera litura* merupakan hama yang bersifat polifag dan kosmopolit dengan kisaran inang yang luas (Su *et al.*, 2012). Hama *S. litura* terbukti resisten terhadap berbagai insektisida kimia sehingga menyebabkan kegagalan panen (Ahmad *et al.*, 2007), sehingga diperlukan alternatif pengendalian yang efektif dan ramah lingkungan, seperti penggunaan jamur *Beauveria bassiana*. Jamur *B. bassiana* merupakan jamur patogen serangga yang berpotensi untuk mengendalikan hama *S. litura* (Asi *et al.*, 2013). Jamur *B. bassiana* mudah diperbanyak secara *in vitro* dengan media pertumbuhan buatan (Herlinda *et al.*, 2006). Media sederhana, murah, namun tetap mengandung sumber nutrisi diperlukan dalam produksi massal jamur *B. bassiana* (Raimbault, 1998; Soccol dan Vandenberghe, 2003). Molase, air kelapa, dan tepung kulit udang dapat dimanfaatkan sebagai media pertumbuhan buatan jamur patogen serangga. Tujuan penelitian ini adalah menentukan perbedaan pengaruh media pertumbuhan pada kerapatan konidia, viabilitas, dan patogenisitas jamur *B. bassiana* terhadap hama *S. litura*.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan, Sub Lab. Nematologi dan Mikologi, Jurusan HPT FP UB pada bulan Februari sampai Mei 2016. Isolat jamur *B. bassiana* yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari koleksi jurusan HPT FP UB. Perbanyak isolat jamur *B. bassiana* menggunakan media SDAY. Penelitian ini menggunakan media pertumbuhan dari molase, air kelapa, dan tepung kulit udang dengan konsentrasi masing-masing 5% dan 10%. Jamur *B. bassiana* yang diperbanyak pada media molase, air kelapa, dan tepung kulit udang diinkubasi selama 15 hari untuk dilakukan pengamatan kerapatan, viabilitas, dan patogenisitas terhadap larva *S. litura*.

Hasil penelitian antara lain kerapatan konidia dan viabilitas jamur *B. bassiana* diperbanyak pada media air kelapa 10% lebih tinggi daripada media lain. Mortalitas hama *S. litura* lebih tinggi pada perlakuan media tepung kulit udang 10% dibandingkan media lain. Rerata waktu kematian larva *S. litura* tersingkat akibat infeksi jamur *B. bassiana* yang diperbanyak pada media molase, air kelapa, dan tepung kulit udang antara 3,45-3,77 hari. Media air kelapa 10% dan media tepung kulit udang 10% dapat digunakan sebagai media alternatif yang efektif, murah, dan mudah diperoleh untuk perbanyak jamur *B. bassiana*.



## SUMMARY

**Kristyaphine Stefani Retnosari. 125040200111191. Effect of Growth Media on Conidia Density, Viability, and Pathogenicity of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. against *Spodoptera litura* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae). Supervised by Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS. as Main Supervisor dan Fery Abdul Choliq, SP., MP., MSc. as Second Supervisor**

*Spodoptera litura* is a polyphagous and cosmopolitan pest with wide range of host (Su *et al.*, 2012). *S. litura* reported resistant to many chemical insecticides (Ahmad *et al.*, 2007), so it's necessary to find effective and friendly alternative control, such as the use of *Beauveria bassiana*. *B. bassiana* is an entomopathogenic fungi that potential to control pest *S. litura* (Asi *et al.*, 2013). *B. bassiana* is easily to propagated in vitro condition with artificial growth media (Herlinda *et al.*, 2006). Simple and inexpensive media, but still contains source of nutrients required to the mass production of *B. bassiana* (Raimbault, 1998; Soccol and Vandenberghe, 2003). Molasses, coconut water, and shrimp shell powder can be used as artificial growth media of entomopathogenic fungus. The aim of this research was to determine the effect of different growth media on conidia density, viability, and pathogenicity of *B. bassiana* against *S. litura*.

This research was conducted at the Laboratory of Pest and Plant Disease, Sub Laboratory of Nematology and Micology, Department of Pest and Plant Disease, Faculty of Agriculture, University of Brawijaya, from February until May 2016. The isolate of *B. bassiana* that used in this research was obtained from Department of Pest and Plant Disease, University of Brawijaya. The propagation of *B. bassiana* using SDAY media. This research used artificial growth media from molasses, coconut water, and shrimp shell powder with each concentration 5% and 10%. *B. bassiana* that propagated in molasses, coconut water, and shrimp shell media were incubated in 15 days for observation of conidia density, viability, and pathogenicity against *S. litura* larvae.

The results of this research were conidia density and viability of *B. bassiana* that propagated in 10% coconut water media was the highest than other media. Mortality of *S. litura* larvae with 10% shrimp shell powder media was the highest than other media. Mean time to death of *S. litura* infected by *B. bassiana* that propagated in molasses, coconut water, and shrimp shell powder media was range between 3.45 to 3.77 days. 10% coconut water media and 10% shrimp shell media can be used as effective and inexpensive artificial growth media for mass production of *B. bassiana*.



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan yang Maha Esa atas rahmat dan berkat kasih karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Media Pertumbuhan pada Kerapatan Konidia, Viabilitas, dan Patogenisitas Jamur *Beauveria bassiana* terhadap *Spodoptera litura* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae).” Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS. selaku pembimbing utama dan Bapak Fery Abdul Choliq, SP., MP., MSc. selaku pembimbing pendamping atas segala bimbingan, saran, dan masukan yang telah diberikan selama proses penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS. dan Ibu Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D selaku majelis penguji, Ibu Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. selaku Ketua Jurusan HPT FP UB, para dosen HPT FP UB, staf administrasi HPT FP UB, serta Pak Tomo dan Mas Faldy selaku laboran HPT FP UB atas bimbingan dan bantuan yang telah diberikan.
3. Kedua orangtua tercinta dan adik-adik tersayang atas doa serta dukungan yang selalu penulis rasakan selama penyelesaian skripsi ini.
4. Keluarga Bapak A. Tumanggor/Ibu Pdt. Loide br. Padang, Mbak Tyas, Gibran, Dessy, Ani, Francilya, Fanni, Wulan, Yohanna, Aldo, Mia, Ito, Bayu, Maghfirah Oz, Tita, Ida, teman-teman CC FP UB, teman-teman HPT FP UB, dan teman-teman seperjuangan (Yosep, Vivi, Havinda, Iis, Leli, Eni, Catur, Laila, Aini) atas bantuan, doa serta dukungan yang penulis rasakan selama penyelesaian skripsi ini.
5. Semua pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat kekurangan. Penulis berharap semoga hasil dari penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak, serta dapat memberikan pengetahuan.

Malang, Agustus 2016

Penulis



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Kisaran, Kabupaten Asahan, Provinsi Sumatera Utara, pada tanggal 3 September 1994 sebagai putri pertama dari Bapak Drs. Kornelis Bonatua Manik, M.Pd. dan Ibu Tirawan br. Naibaho. Penulis mempunyai dua saudara laki-laki kandung.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SD swasta Panti Budaya Kisaran pada tahun 2000 sampai tahun 2006, kemudian penulis melanjutkan pendidikan ke SMPN. 1 Kisaran pada tahun 2006 dan selesai pada tahun 2009. Penulis melanjutkan pendidikan ke SMAN. 1 Kisaran pada tahun 2009 sampai tahun 2012. Penulis menjadi mahasiswa strata-1 Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya pada tahun 2012 melalui jalur SNMPTN tertulis dan terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan pada tahun ajaran 2014/ 2015.

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Dasar Perlindungan Tanaman, Hama dan Penyakit Penting Tanaman, Bioteknologi Pertanian, Teknologi Pupuk dan Pemupukan, Manajemen Agroekosistem, Ilmu Hama Tanaman, dan Teknologi Produksi Agens Hayati, pada tahun 2014-2016. Penulis pernah menyelesaikan magang kerja di Yayasan Bina Sarana Bhakti, Cisarua, Jawa Barat pada tahun 2015.

Penulis pernah aktif dalam kepengurusan PMK Christian Community FP UB (CC FP UB) sebagai anggota Bidang 5 (Humas dan Buletin) pada tahun 2014, panitia Program Orientasi Studi Terpadu (POSTER) pada tahun 2013 sebagai anggota Divisi Kesehatan, aktif ikutserta dalam berbagai kepanitiaan PMK CC FP UB pada tahun 2012-2015, dan aktif ikutserta dalam berbagai kepanitiaan HIMAPTA FP UB pada tahun 2014-2015.



## DAFTAR ISI

RINGKASAN .....	i
SUMMARY .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
RIWAYAT HIDUP.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Hipotesis Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Bioekologi Jamur Patogen Serangga <i>B. bassiana</i> .....	5
2.2 Mekanisme Infeksi Jamur Patogen Serangga <i>B. bassiana</i> .....	6
2.3 Peranan Molase, Air Kelapa, dan Tepung Kulit Udang terhadap Pertumbuhan dan Patogenisitas Jamur Patogen Serangga <i>B. bassiana</i> .....	8
2.4 Hama <i>S. litura</i> .....	9
III. METODE PENELITIAN .....	12
3.1 Tempat dan Waktu .....	12
3.2 Alat dan Bahan.....	12
3.3 Pelaksanaan Penelitian .....	12
3.4 Analisis Data .....	18
IV.HASIL DAN PEMBAHASAN .....	19
4.1 Pengaruh Media Molase, Air Kelapa, dan Tepung Kulit Udang pada Kerapatan Konidia Jamur <i>B. bassiana</i> .....	19
4.2 Pengaruh Media Molase, Air Kelapa, dan Tepung Kulit Udang pada Viabilitas Jamur <i>B. bassiana</i> .....	20
4.3 Pengaruh Media Molase, Air Kelapa, dan Tepung Kulit Udang pada Patogenisitas Jamur <i>B. bassiana</i> terhadap Hama <i>S. litura</i> .....	22
V. KESIMPULAN DAN SARAN .....	29
5.1 Kesimpulan .....	29



5.2 Saran .....	29
DAFTAR PUSTAKA .....	30
LAMPIRAN .....	40



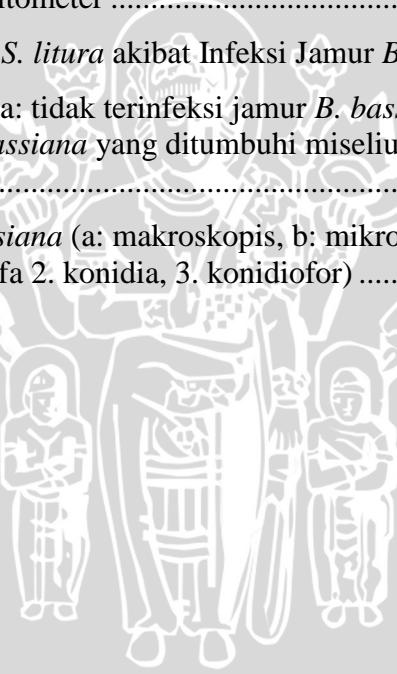
**DAFTAR TABEL**

Nomor	Teks	Halaman
1.	Perlakuan Kombinasi Penambahan Berbagai Jenis Residu Organik dengan Konsentrasi 5% dan 10% yang Ditambahkan pada Media Pertumbuhan Jamur <i>B. bassiana</i> .....	15
2.	Rerata Kerapatan Konidia Jamur <i>B. bassiana</i> yang Diperbanyak pada Media Molase, Air Kelapa, dan Tepung Kulit Udang .....	19
3.	Hasil Analisis Proksimat dari Molase, Air Kelapa, dan Tepung Kulit Udang.....	20
4.	Rerata Viabilitas Konidia Jamur <i>B. bassiana</i> pada Media Molase, Air Kelapa, dan Tepung Kulit Udang .....	21
5.	Rerata Mortalitas Larva <i>S. litura</i> akibat Infeksi Jamur <i>B. bassiana</i> yang Diperbanyak pada Media Molase, Air Kelapa, dan Tepung Kulit Udang .....	22
6.	Rerata Waktu Kematian Larva <i>S. litura</i> akibat Infeksi Jamur <i>B. bassiana</i> yang Diperbanyak pada Media Molase, Air Kelapa, dan Tepung Kulit Udang .....	24



**DAFTAR GAMBAR**

Nomor	Teks	Halaman
1.	Morfologi Jamur <i>B. bassiana</i> (perbesaran 100x) (a: konidia, b: konidiofor, c: hifa yang bersekat) .....	5
2.	Jamur <i>B. bassiana</i> pada Media Pertumbuhan (a: media PDA, b: media SDAY) .....	6
3.	Larva <i>S. litura</i> (F.) (Lepidoptera: Noctuidae) yang Terinfeksi Jamur <i>B. bassiana</i> .....	7
4.	Hama <i>S. litura</i> (a: imago, b: telur, c: larva, d: pupa) .....	10
5.	Gejala Serangan Larva <i>S. litura</i> pada Daun Kacang Tanah .....	11
6.	Bidang Pandang Hemositometer .....	16
7.	Rerata Mortalitas Larva <i>S. litura</i> akibat Infeksi Jamur <i>B. bassiana</i> .....	23
8.	Larva <i>S. litura</i> instar II (a: tidak terinfeksi jamur <i>B. bassiana</i> , b: terinfeksi jamur <i>B. bassiana</i> yang ditumbuhi miselium berwarna putih .....	26
9.	Morfologi Jamur <i>B. bassiana</i> (a: makroskopis, b: mikroskopis (perbesaran 400x), 1. hifa 2. konidia, 3. konidiofor) .....	28



**DAFTAR LAMPIRAN**

Nomor

Teks

Halaman

1. Tabel Hasil Analisis Ragam Kerapatan Konidia Jamur <i>B. bassiana</i> ( $10^7$ konidia/ ml) .....	40
2. Tabel Hasil Analisis Ragam Viabilitas Konidia Jamur <i>B. bassiana</i> (%) .....	40
3. Tabel Hasil Analisis Ragam Mortalitas Larva <i>S. litura</i> yang Terinfeksi Jamur <i>B. bassiana</i> .....	40
4. Tabel Hasil Analisis Ragam Rerata Waktu Kematian Larva <i>S. litura</i> yang Terinfeksi Jamur <i>B. bassiana</i> .....	40
5. Gambar Perbanyakan Isolat Jamur <i>B. bassiana</i> .....	41
6. Gambar Bahan yang Digunakan sebagai Media Pertumbuhan pada Penelitian (a: molase, b: air kelapa, c: tepung kulit udang) .....	41
7. Gambar Media Pertumbuhan dari Berbagai Bahan yang Diinokulasikan Jamur <i>B. bassiana</i> (a: media SDAY, b: media molase 5%, c: media molase 10%, d: media air kelapa 5%, e: media air kelapa 10%, f: media tepung kulit udang 5%, g: media tepung kulit udang 10%).....	42



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Spodoptera litura* merupakan serangga hama yang terdapat di negara Indonesia, India, Jepang, dan Cina (Sintim *et al.*, 2009). Hama *S. litura* bersifat polifag dan kosmopolit dengan kisaran inang yang luas pada berbagai jenis tanaman pangan, sayuran, buah, dan perkebunan (Su *et al.*, 2012). Hama *S. litura* menyerang tanaman budidaya pada fase vegetatif maupun generatif (Trizelia *et al.*, 2011). Serangan hama *S. litura* menyebabkan kerusakan sekitar 12,5-20% pada tanaman umur lebih dari 20 hari setelah tanam. Serangan berat hama *S. litura* akan menyebabkan tanaman mati (Laoh *et al.*, 2003).

Hama *S. litura* terbukti resisten terhadap berbagai insektisida kimia sehingga menyebabkan kegagalan panen (Ahmad *et al.*, 2007), sehingga diperlukan alternatif pengendalian yang efektif dan ramah lingkungan. Jamur patogen serangga dapat menjadi alternatif pengendalian hama karena bersifat selektif, tidak menimbulkan pencemaran lingkungan (Cohen dan Joseph, 2008), relatif mudah diproduksi, kapasitas reproduksi tinggi, dan kemungkinan terjadi resistensi kecil (Prayogo *et al.*, 2005).

Jamur *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Hypocreales: Cordycipitaceae) merupakan jamur patogen serangga yang berpotensi sebagai pengendali biologi terhadap hama (Gabarty *et al.*, 2013). Jamur *B. bassiana* berpotensi untuk mengendalikan hama dari ordo Lepidoptera, Hemiptera, dan Coleoptera (Prayogo *et al.*, 2002). Jamur *B. bassiana* umum ditemukan dan diisolasi dari tanah (Kolczarek dan Jankowski, 2014), namun jamur *B. bassiana* juga ditemukan berinteraksi dengan akar tanaman sebagai mikroorganisme rizosfer (Klingen *et al.*, 2014) dan berinteraksi dengan tanaman sebagai endofit atau epifit di filoplan tanaman budidaya dan gulma (Posada dan Vega, 2005). Jamur *B. bassiana* menginfeksi serangga hama pada berbagai umur dan stadia perkembangan (Suharto, 2004). Jamur *B. bassiana* mempunyai kisaran inang serangga maupun artropoda lain lebih dari 70 spesies (Fernandes *et al.*, 2012).

Pemanfaatan jamur patogen serangga dapat menjadi salah satu alternatif pengendalian hama *S. litura*. Jamur *B. bassiana* berpotensi mengendalikan hama *S. litura* (Asi *et al.*, 2013). Persentase kematian larva *S. litura* akibat penggunaan jamur *B. bassiana* dengan kerapatan  $10^8$  konidia/ ml adalah 75% (Nugroho, 2005). Jamur *B. bassiana* mudah diperbanyak secara *in vitro* dengan media pertumbuhan buatan, namun dapat terjadi penurunan kualitas dan patogenisitas (Herlinda *et al.*, 2006). Penurunan kualitas jamur *B. bassiana* dapat disebabkan sumber karbon, kitin, pati, dan protein pada media perbanyak yang berkang (Tanada dan Kaya, 1993). Media sederhana, murah, namun tetap mengandung sumber nutrisi diperlukan dalam produksi massal jamur *B. bassiana* (Rimbault, 1998). Media pertumbuhan jamur *B. bassiana* yang baik mengandung karbohidrat, protein, lipid, asam nukleat, hidrogen, nitrogen, sulfur, dan fosfor sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhan dan kualitas jamur (Latifian *et al.*, 2013). Kualitas jamur *B. bassiana* dapat diamati dari banyak spora yang dihasilkan, kemampuan konidia jamur untuk berkecambah (viabilitas), dan patogenisitas (Sukamto dan Yuliantoro, 2006).

Jamur *B. bassiana* dapat diperbanyak dengan pemanfaatan bahan-bahan organik yang murah, mudah, dan mengandung sumber karbon, kitin, pati, dan protein (Soccol dan Vandenberge, 2003). Bahan-bahan organik yang dapat digunakan adalah molase, air kelapa, dan kulit udang. Media molase dapat menjadi alternatif media untuk pertumbuhan dan produksi spora jamur *B. bassiana* (Latifian *et al.*, 2013). Viabilitas jamur *Lecanicillium lecanii* Zare & Gams yang ditumbuhkan pada media molase mampu bertahan di atas 88% setelah disimpan selama 12 bulan (Derakhshan *et al.*, 2008). Media air kelapa dapat menjadi alternatif media untuk pertumbuhan dan produksi spora jamur *B. bassiana* (Karthikeyan *et al.*, 2008). Jamur *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin yang ditumbuhkan pada media air kelapa menyebabkan kematian pada semua instar larva *Chillo partellus* (Swinhoe) (Namasivayam dan Kumar, 2009). Kulit udang merupakan salah satu substrat yang umum digunakan untuk memproduksi enzim kitinase (Florido *et al.*, 2009). Viabilitas konidia jamur *Penicillium* sp. pada media yang ditambah kitin dari limbah kulit udang dan kepiting lebih tinggi daripada media tanpa diberi kitin (Agus *et al.*, 2015).

Jamur patogen serangga *Metarhizium majus* (Johnst) yang diperbanyak pada media *Sabouraud dextrose agar with yeast extract* (SDAY) dengan penambahan tepung kulit udang 10% membunuh larva *Oryctes rhinoceros* L. (Coleoptera: Scarabaeidae) 6,67-40% dalam 12-30 hari (Khodijah, 2012).

Molase, air kelapa, dan kulit udang mengandung nutrisi yang bermanfaat sebagai sumber karbon untuk jamur patogen serangga. Kajian pengaruh penambahan molase, air kelapa, dan kulit udang terhadap jamur *B. bassiana* telah dilakukan secara terpisah. Pemahaman tentang pengaruh media pertumbuhan pada kerapatan konidia, viabilitas, dan patogenisitas jamur *B. bassiana* terhadap hama *S. litura* dapat diketahui ketika ketiga bahan ini diuji secara bersama.

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh media molase, air kelapa, dan tepung kulit udang pada kerapatan konidia, viabilitas, dan patogenisitas jamur *B. bassiana* terhadap hama *S. litura* ?
2. Media manakah dari molase, air kelapa, dan tepung kulit udang yang terbaik pada kerapatan konidia, viabilitas, dan patogenisitas jamur *B. bassiana* terhadap hama *S. litura* ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan pengaruh media molase, air kelapa, dan tepung kulit udang pada kerapatan konidia jamur *B. bassiana*
2. Menentukan pengaruh media molase, air kelapa, dan tepung kulit udang pada viabilitas konidia jamur *B. bassiana*
3. Menentukan pengaruh media molase, air kelapa, dan tepung kulit udang pada patogenisitas jamur *B. bassiana* terhadap hama *S. litura*

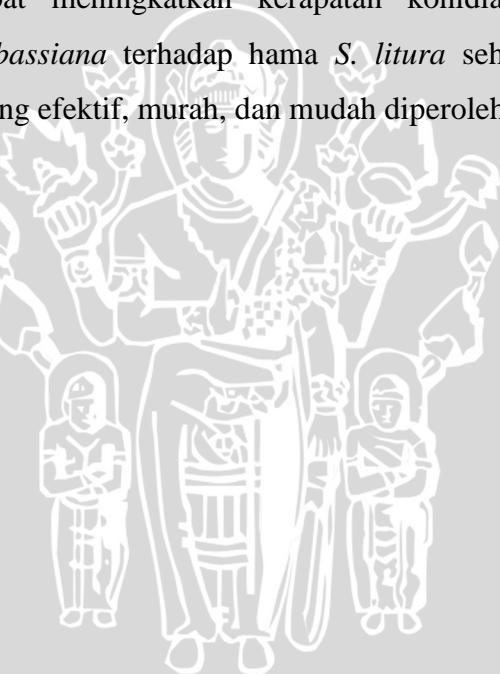
## 1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini adalah:

1. Kerapatan konidia, viabilitas, dan patogenisitas jamur *B. bassiana* terhadap hama *S. litura* berbeda pada media molase, air kelapa, dan tepung kulit udang
2. Kerapatan konidia, viabilitas, dan patogenisitas jamur *B. bassiana* terhadap hama *S. litura* lebih tinggi pada media molase dibandingkan media air kelapa dan media tepung kulit udang

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah memperoleh pengetahuan pengaruh media pertumbuhan yang dapat meningkatkan kerapatan konidia, viabilitas, dan patogenisitas jamur *B. bassiana* terhadap hama *S. litura* sehingga diharapkan dapat diperoleh media yang efektif, murah, dan mudah diperoleh.

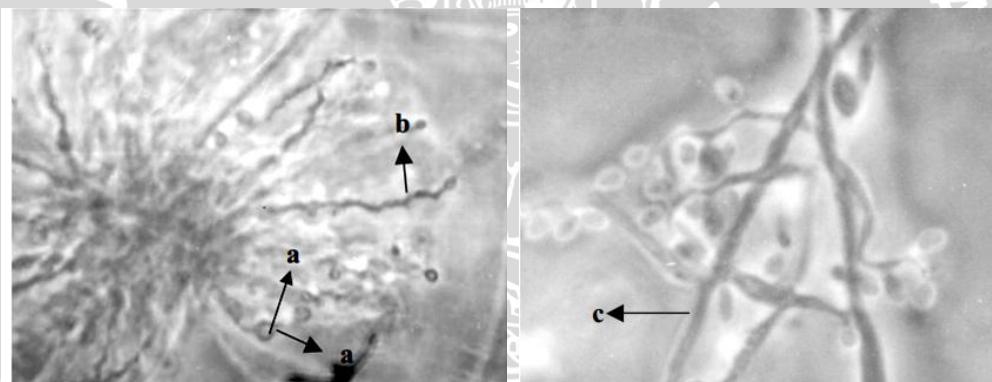


## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Bioekologi Jamur Patogen Serangga *B. bassiana*

Jamur *B. bassiana* tergolong dalam divisi Ascomycota, kelas Hyphomycetes, ordo Hypocreales, famili Cordycipitaceae, genus *Beauveria*, dan spesies *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Humber, 2008).

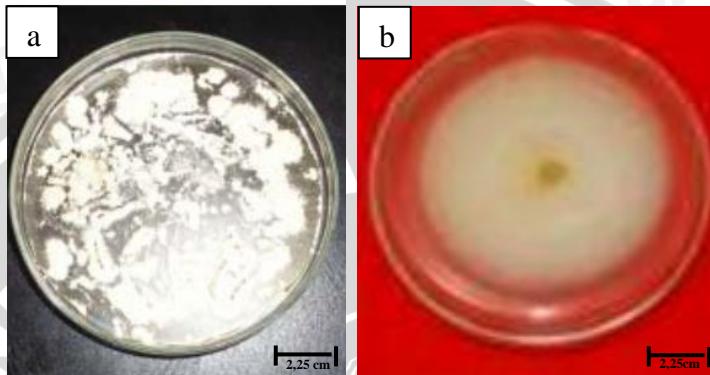
Karakteristik utama dari jamur patogen serangga *B. bassiana* adalah konidiofor yang bercabang-cabang dengan pola zig-zag dan pada bagian ujung terbentuk konidia. Miselia berwarna putih atau kuning pucat, berupa benang-benang halus, dan tampak seperti kapas. Konidia keras, bersel satu, berbentuk agak bulat atau oval, hialin, berukuran 2-3  $\mu\text{m}$ , dan muncul dari setiap ujung percabangan konidiofor. Hifa jamur *B. bassiana* hialin, berdiameter 1,5-2  $\mu\text{m}$ , bersekat, dan bercabang (Gambar 1) (Barnet dan Hunter, 1998).



Gambar 1. Morfologi Jamur *B. bassiana* (perbesaran 100x)(a: konidia, b: konidiofor, c: hifa yang bersekat) (Purnama *et al.*, 2003)

Koloni jamur *B. bassiana* pada media *potato dextrose agar* (PDA) dan SDAY membentuk lapisan seperti tepung dan berwarna putih (Gambar 2) (Ahmad, 2008; Nuraida dan Hasyim, 2009). Konidia *B. bassiana* akan berkembang dengan baik pada kelembaban yang tinggi yaitu lebih dari 90%. Konidia *B. bassiana* yang diproduksi dalam lingkungan gelap cenderung berukuran lebih besar dan lebih virulen daripada yang diproduksi dalam lingkungan terang (Soetopo dan Indrayani, 2007). Suhu optimal untuk perkembahan konidia jamur *B. bassiana* adalah 25-30°C, dengan suhu minimum 10 °C dan maksimum 32 °C.

Jamur *B. bassiana* merupakan jamur yang biasa ditemukan pada tanah dan tanaman. Jamur *B. bassiana* mampu bertahan di dalam tanah dalam bentuk konidia atau hifa saprofit. Jamur *B. bassiana* bertahan dalam bentuk dorman selama kondisi lingkungan tidak mendukung pertumbuhan atau bila inang tidak tersedia. Jamur *B. bassiana* hidup pada pH antara 3,3-8,5 dengan pH optimum 6,7 (Boucias dan Pendland, 1998).



Gambar 2. Jamur *B. bassiana* pada Media Pertumbuhan (a: media PDA, b: media SDA) (Ahmad, 2008; Ramdhania, 2015)

## 2.2 Mekanisme Infeksi Jamur Patogen Serangga *B. bassiana*

Mekanisme jamur *B. bassiana* menyebabkan penyakit pada serangga inang dimulai dengan proses pengenalan patogen terhadap inang (masa prapenetrasji). Tahap pertama dari masa prapenetrasji yaitu terjadi kontak dan penempelan antara konidia jamur *B. bassiana* dengan serangga inang. Konidia jamur *B. bassiana* kemudian berkecambah pada permukaan tubuh serangga inang. Proses perkecambahan membutuhkan karbohidrat dan protein yang dapat diperoleh dari epikutikula serangga inang atau nutrisi dari media pertumbuhan (Roberts dan Humber, 1981).

Tahap berikutnya yaitu penetrasi kutikula serangga inang. Proses penetrasi tergantung pada ketebalan kutikula serangga inang dan kandungan nutrisi yang diperoleh jamur *B. bassiana*. Penetrasi merupakan hasil gabungan proses mekanik dan enzimatik. Proses secara mekanik terjadi melalui tekanan yang disebabkan oleh konidia jamur *B. bassiana* yang tumbuh, di mana konidia berkecambah dan membentuk apresorium untuk menembus kutikula serangga inang. Proses secara enzimatik yakni menggunakan enzimprotease, kitinase, dan lipase. Enzim-enzim ini mampu menghidrolisis kompleks protein di dalam integumen serangga inang,

menghancurkan kutikula serangga inang sehingga hifa dapat menembus masuk ke dalam tubuh serangga inang. Penetrasi berlangsung dalam waktu 12-24 jam (Tanada dan Kaya, 1993).

Tahap berikutnya yaitu jamur *B. bassiana* masuk ke dalam jaringan dan *haemocoel* serangga inang (masa pasca penetrasi), menyebar ke hemolimfa, dan mensintesis metabolit sekunder yang bertindak sebagai racun pada serangga inang. Jamur *B. bassiana* menghasilkan toksin *beauvericin*. Daya kerja toksin ini yaitu paralisis pada anggota tubuh serangga inang, merusak jaringan atau organ hemosel seperti saluran pencernaan, otot, sistem syaraf, dan sistem pernafasan. Jamur *B. bassiana* membentuk hifa sekunder dan menyerang jaringan lain. Serangga inang kemudian mati, hifa *B. bassiana* menembus keluar integumen sehingga seluruh tubuh serangga inang akan dipenuhi oleh miselium putih jamur *B. bassiana*, dan jamur *B. bassiana* akan melanjutkan pertumbuhan siklus dalam fase saprofitik. Jamur *B. bassiana* akan disebar dengan bantuan perantara dan menginfeksi serangga inang sasaran baru (Roberts dan Humbert, 1981).

Ciri-ciri serangga yang terinfeksi jamur *B. bassiana* adalah ada miselia berwarna putih pada permukaan tubuh serangga yang mati terinfeksi (Poinar dan Thomas, 1984) (Gambar 3). Pertumbuhan jamur terjadi di dalam tubuh serangga dan serangga mati mengeras seperti mumi. Miselium jamur yang berwarna putih menembus kutikula serangga dan keluar dari tubuh serangga yaitu melalui ruas-ruas tubuh dan alat mulut, dan miselium jamur menutupi seluruh tubuh serangga (Neves dan Alves, 2004). Gejala larva yang terinfeksi jamur *B. bassiana* adalah gerakan larva melamban, nafsu makan berkurang, larva menjadi kaku, kemudian permukaan tubuh larva menjadi berwarna putih (Sianturi *et al.*, 2014).



Gambar 3. Larva *S. litura* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae) yang Terinfeksi Jamur *B. bassiana* (Malarvannan *et al.*, 2010)

### 2.3 Peranan Molase, Air Kelapa, dan Tepung Kulit Udang terhadap Pertumbuhan dan Patogenisitas Jamur Patogen Serangga *B. bassiana*

Media kultur atau media pertumbuhan merupakan substansi yang digunakan untuk menyediakan nutrisi bagi pertumbuhan, perkembangbiakan, biosintesis mikroorganisme di laboratorium (Aneja, 2003; Pele dan Cimpeanu, 2012). Media kultur mikroorganisme seperti jamur *B. bassiana* yang baik mengandung unsur makro seperti karbon, hidrogen, oksigen, sulfur, fosfor, dan nitrogen. Unsur makro ini merupakan komponen dari karbohidrat, asam nukleat, dan protein (Latifian *et al.*, 2013). Perkecambahan konidia jamur *B. bassiana* membutuhkan sumber karbon seperti glukosa, glukosamin, kitin, dan pati. Pertumbuhan hifa jamur *B. bassiana* membutuhkan nitrogen (Tanada dan Kaya, 1993).

Glukosa merupakan sumber karbohidrat dalam bentuk monosakarida. Pepton merupakan protein yang mengandung nitrogen dan karbon (Atlas, 2010). Unsur seperti protein ditambahkan dalam media pertumbuhan jamur patogen serangga karena enzim kitinase dan protease ada dalam jamur patogen serangga yang bekerja saat proses penetrasi miselium pada kulit serangga (Bidochka dan Small, 2005). Karbohidrat dan protein diperoleh dari bahan organik meliputi molase, air kelapa, dan limbah kulit udang.

Molase merupakan buangan akhir proses pengolahan gula setelah mengalami kristalisasi berulang, berwarna coklat kehitaman dan berbentuk cairan kental (Saputra, 2008). Molase mengandung glukosa dengan kisaran 4-9% dan rata-rata 7%, protein kasar dengan kisaran 2,5-4,5% dan rata-rata 4%, asam amino dengan kisaran 0,3-0,5% dan rata-rata 0,4%, komponen nitrogen dengan kisaran 2-6% dan rata-rata 4,5% (Toharisman dan Santosa, 1999). Penggunaan molase sebagai sumber karbon didasarkan pada harga molase yang relatif murah, kandungan karbon yang tinggi, dan penggunaan yang mudah (Willet dan Morrison, 2006). Molase dapat menjadi media pertumbuhan bagi jamur patogen serangga (Ajit *et al.*, 2013). Pertumbuhan spora jamur patogen serangga *M. anisopliae* dan *Isaria fumosoroseus* Wize meningkat pada media pertumbuhan yang ditambah dengan molase (Hussain *et al.*, 2012). Jamur patogen serangga *L. lecanii* yang ditanam pada media dari molase mampu bertahan di atas 88% setelah disimpan selama 12 bulan (Derakhshan *et al.*, 2008).

Air kelapa merupakan endosperma dari buah kelapa yang berbentuk cair (Freemond dan Ziller, 1996). Air kelapa mengandung sejumlah zat gizi, yaitu protein, lemak, gula, vitamin, asam amino, dan hormon pertumbuhan. Jenis gula yang terkandung dalam air kelapa adalah glukosa, fruktosa, dan sukrosa (Warisno, 2004). Air kelapa kaya akan glukosa, vitamin, mineral, protein, dan asam amino (Appiah *et al.*, 2014). Air kelapa mengandung 4% gula dan 0,1% lemak (Sekar *et al.*, 2013). Pertumbuhan dan produksi spora *M. anisopliae* meningkat dengan penambahan air kelapa (Dangar *et al.*, 1991). Penambahan air kelapa pada media tumbuh jamur *M. anisopliae* meningkatkan mortalitas terhadap semua instar larva *C. partellus* (Namasivayam dan Kumar, 2009).

Limbah kulit udang mengandung senyawa kimia berupa 53,74% protein, 6,65% lemak, 14,61% kitin, 17,28% air, dan 7,72% abu (Fachry dan Sartika, 2012). Kulit udang merupakan salah satu substrat yang umum digunakan untuk memproduksi enzim kitinase (Florido *et al.*, 2009). Jamur *M. majus* yang ditumbuhkan pada media SDAY dengan penambahan tepung kulit udang 10% membunuh larva *O. rhinoceros* 6,67-40% dalam 12-30 hari (Khodijah, 2012). Viabilitas konidia jamur *Penicillium* sp. pada media yang ditambah kitin dari limbah kulit udang dan kepiting lebih tinggi daripada media tanpa diberi kitin (Agus *et al.*, 2015).

#### 2.4 Hama *S. litura*

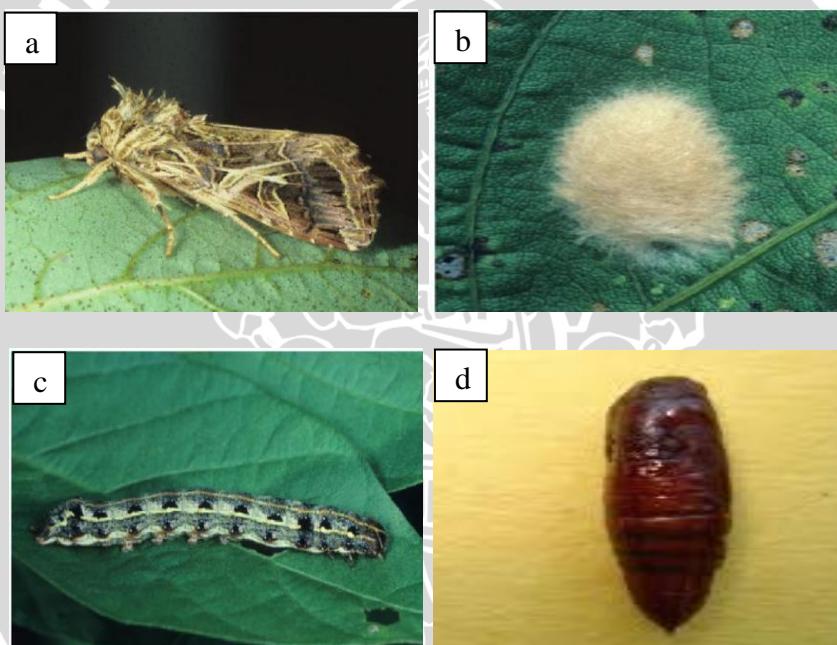
Hama *S. litura* merupakan hama kosmopolit penting yang menyerang tanaman penting seperti kedelai, kapas, tomat, kacang tanah, dan ubi (Sahayaraj dan Paulraj, 1998). Hama *S. litura* terbukti resisten terhadap berbagai insektisida sehingga menyebabkan kegagalan panen (Ahmad *et al.*, 2007).

Siklus hidup dari hama *S. litura* yakni telur, larva, pupa, imago. Panjang imago *S. litura* 15-20 mm, lebar sayap 30-38 mm, sayap depan berwarna abu-abu kecoklatan dengan garis-garis pita putih, dan sayap belakang pucat dengan pinggir sayap berwarna coklat (Gambar 4a) (Noma *et al.*, 2010). Seekor imago betina meletakkan telur secara berkelompok masing-masing 25-500 butir, berwarna coklat kekuningan, lama stadia telur 2-4 hari (Gambar 4b) (Marwoto dan Suharsono, 2008). Larva yang baru menetas berukuran kecil, hijau kehitam-



hitaman, dengan tanda hitam yang berbeda pada segmen pertama abdomen, pada awal hidup berkoloni namun kemudian hidup menyebar, nokturnal, dan menjadi larva dewasa sekitar 20 hari, mencapai panjang 40-50 mm.

Larva dewasa gemuk dan lembut dengan *setae* pendek tersebar, berwarna kusam keabu-abuan dan hijau kehitaman dengan punggung kuning dan garis-garis lateral yang berbatasan dengan serangkaian tanda hitam (Gambar 4c). Larva *S. litura* terdiri dari 5 periode instar. Instar pertama berumur sekitar 2-3 hari, instar kedua berumur sekitar 2-4 hari, instar ketiga berumur sekitar 2-5 hari, instar keempat berumur sekitar 2-6 hari, dan instar kelima berumur sekitar 4-7 hari (Lestari *et al.*, 2013). Pupa terjadi di tanah, berwarna coklat (Gambar 4d), dan berporos (McPartland *et al.*, 2000). Imago muncul setelah 6-7 hari. Siklus hidup berlangsung sekitar 30 hari (Hill, 1983).



Gambar 4. Hama *S. litura* (a: imago, b: telur, c: larva, d: pupa) (Malarvanann *et al.*, 2010; Muniappan *et al.*, 2012)

Tanaman inang dari larva *S. litura* adalah kedelai, cabai, kubis, padi, jagung, tomat, tebu, buncis, jeruk, tembakau, bawang merah, terung, kentang, kacang-kacangan (kedelai, kacang tanah), kangkung, bayam, pisang, dan tanaman hias. Larva *S. litura* juga menyerang berbagai gulma, seperti *Limnocharis* sp., *Passiflora foetida*, *Ageratum* sp., *Cleome* sp., *Clibadium* sp., dan *Trema* sp. (Marwoto dan Suharsono, 2008).



Gambar 5. Gejala Serangan Larva *S. litura* pada Daun Kacang Tanah (Rao dan Sharma, 2015)

Larva yang masih muda merusak daun dengan cara memakan daun, meninggalkan sisa-sisa epidermis bagian atas (transparan) dan tulang daun (Gambar 5). Larva instar lanjut merusak tulang daun dan kadang-kadang menyerang polong. Larva berada di permukaan bawah daun dan menyerang secara serentak dan berkelompok. Serangan berat menyebabkan tanaman gundul karena daun dan buah habis dimakan larva. Serangan berat umum terjadi pada musim kemarau, dan menyebabkan defoliasi daun yang sangat berat (Marwoto dan Suharsono, 2008).

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan, Sub Laboratorium Nematologi dan Mikologi, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya (HPT FP UB), pada bulan Februari sampai Mei 2016.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikroskop *compound*, timbangan analitik, panci, kompor, oven, hemositometer, *hand counter*, *Laminar Air Flow Cabinet* (LAFC), *blender*, autoklaf, ayakan 600  $\mu\text{m}$ , cawan Petri kaca ( $d= 9 \text{ cm}$ ), gelas ukur 500 ml, *erlenmeyer* 500 ml, botol *Scotch* 250 ml dan 500 ml, *spatula*, jarum Ose, *cork borer*, kaca preparat, kaca penutup, mikropipet, kuas halus, saringan, kain hitam, wadah plastik ( $d= 7 \text{ cm}$ ,  $t= 5 \text{ cm}$ ), wadah plastik ( $d= 12 \text{ cm}$ ,  $t= 9 \text{ cm}$ ), corong plastik ( $d= 7 \text{ cm}$ ), dan Bunsen.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah media *Sabouraud dextrose agar with yeast extract* (SDAY) dengan bahan dasar dekstrosa, ekstrak khamir, pepton, agar, serta akuades, isolat jamur *B. bassiana* yang diperoleh dari koleksi jurusan HPT FP UB, kloramfenikol, alkohol 70%, 0,02% Tween 80, molase yang diperoleh dari PG Kebon Agung, air kelapa dan kulit udang yang dijadikan tepung diperoleh dari Pasar Merjosari, larva *S. litura* instar II koleksi Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas) Malang, madu, daun jarak (*Ricinus communis* Linnaeus), aluminium foil, kapas, tisu, kain kasa, plastik tahan panas, plastik perekat, kertas saring, spiritus, dan kertas label.

#### 3.3 Pelaksanaan Penelitian

##### Perbanyakan Serangga *S. litura*

Perbanyakan serangga *S. litura* bertujuan untuk memperoleh larva instar II yang akan digunakan sebagai serangga uji dan dilakukan sesuai dengan metode yang dilakukan Trizelia *et al.* (2011) yang dimodifikasi.

Larva *S. litura* yang digunakan sebagai serangga uji diperoleh dari Balittas, kemudian larva yang terkumpul dipelihara dalam wadah plastik, setiap wadah plastik diisi dua larva. Larva diberi pakan berupa daun jarak yang berasal dari Balittas hingga larva menjadi pupa. Pupa yang terbentuk dipindahkan dan dikumpulkan pada wadah plastik yang baru hingga menjadi imago. Imago dipindahkan ke wadah plastik lain sebagai tempat peletakan telur, dan pada wadah plastik digantung kapas yang sudah dicelup ke dalam larutan madu sebagai pakan imago. Telur yang telah menetas menjadi larva dipindahkan ke dalam wadah plastik yang berbeda dan di dalam wadah diberikan daun jarak. Larva dipelihara hingga menjadi instar II dan mencukupi untuk dijadikan sebagai serangga uji. Ciri-ciri larva *S. litura* instar II adalah berwarna hijau, panjang tubuh 3,75-10 mm, tidak ada bulu pada permukaan tubuh, pada ruas abdomen pertama terdapat garis hitam meningkat pada bagian dorsal terdapat garis putih memanjang dari toraks hingga ujung abdomen, pada toraks terdapat 4 titik hitam yang berbaris dua-dua (Tithi *et al.*, 2010).

### Perbanyakan Isolasi Jamur *B. bassiana* pada Media SDAY

Isolat jamur *B. bassiana* yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari koleksi jurusan HPT FP UB. Perbanyakan isolat jamur *B. bassiana* menggunakan media SDAY. Media SDAY terbuat dari 10 gram (g) dekstrosa, 2,5 g pepton, 2,5 g ekstrak khamir, 20 g agar, dan akuades hingga 1000 ml (Samuels *et al.*, 2002). Bahan-bahan pembuat media SDAY dimasukkan ke dalam panci, kemudian dipanaskan hingga larut. Media yang sudah jadi dimasukkan ke dalam botol dan ditutup rapat untuk disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 30 menit. Media SDAY ditambahkan kloramfenikol 0,5 g lalu diaduk secara rata. Media dituang ke dalam cawan Petri masing-masing sebanyak 20 ml di LAFC. Pemindahan jamur *B. bassiana* dilakukan dalam LAFC menggunakan *cork borrery* yang telah dipanaskan dengan api Bunsen. Inokulum jamur *B. bassiana* diinkubasikan pada suhu ruang kurang lebih 25-27°C di tempat yang gelap dengan menutup inokulum menggunakan kain hitam selama 14-21 hari. Perbanyakan dilakukan untuk mendapatkan persediaan isolat *B. bassiana* untuk perlakuan pada media SDAY dan media dari bahan organik sebagai media pertumbuhan jamur *B. bassiana*.

## Pembuatan Media Pertumbuhan dari Molase, Air Kelapa, dan Tepung Limbah Kulit Udang

Penelitian ini menggunakan molase, air kelapa, dan tepung kulit udang sebagai media perbanyakan jamur *B. bassiana* dengan konsentrasi masing-masing 5% dan 10%. Molase diperoleh dari Pabrik Gula (PG) Kebon Agung, air kelapa yang digunakan merupakan air dari buah kelapa yang sudah tua, dan limbah kulit udang yang digunakan adalah kulit udang putih atau udang vaname (*Litopenaeus vannamei* Boone). Air kelapa dan limbah kulit udang diperoleh dari pasar Merjosari, Malang. Pembuatan media pertumbuhan dengan molase dan air kelapa dilakukan berdasarkan Abraham *et al.* (2003) yang dimodifikasi. Pembuatan media pertumbuhan dengan tepung kulit udang dilakukan berdasarkan Suresh dan Chandrasekaran (1998) dan Khodijah (2012) yang dimodifikasi.

Pembuatan media pertumbuhan dengan penambahan 5% molase dilakukan dengan cara memanaskan 50 ml molase, 20 g agar, dan akuades hingga 1000 ml hingga larut. Pembuatan media pertumbuhan dengan penambahan 10% molase dilakukan dengan cara memanaskan 100 ml molase, 20 g agar, dan akuades hingga 1000 ml hingga larut.

Pembuatan media pertumbuhan dengan penambahan 5% air kelapa dilakukan dengan cara memanaskan 50 ml air kelapa, 20 g agar, dan akuades hingga 1000 ml hingga larut. Pembuatan media pertumbuhan dengan penambahan 10% air kelapa dilakukan dengan cara memanaskan 100 ml air kelapa, 20 g agar, dan akuades hingga 1000 ml hingga larut.

Pembuatan media pertumbuhan dengan 5% tepung kulit udang dilakukan dengan cara memanaskan 50 g tepung kulit udang, 20 g agar, dan akuades hingga 1000 ml hingga larut. Pembuatan media pertumbuhan dengan 10% tepung kulit udang dilakukan dengan cara memanaskan 100 g tepung kulit udang, 20 g agar, dan akuades hingga 1000 ml hingga larut.

Masing-masing media pertumbuhan dengan beberapa jenis bahan organik yang telah dibuat dimasukkan ke dalam botol media. Botol media ditutup rapat untuk disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm selama 30 menit. Setiap botol media ditambahkan dengan kloramfenikol 0,5 g lalu



dituangkan pada 20 cawan Petri steril masing-masing sebanyak 20 ml di LAFC, kemudian media dapat digunakan untuk perlakuan.

### **Uji Kerapatan Konidia, Viabilitas, dan Patogenisitas Jamur *B. bassiana* pada Media Pertumbuhan dari Molase, Air Kelapa, dan Tepung Kulit Udang**

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 7 perlakuan dan 4 ulangan, sehingga terdapat 28 satuan perlakuan. Masing-masing penambahan molase, air kelapa, dan tepung kulit udang sesuai konsentrasi dan didapatkan 7 kombinasi (Tabel 1). Setiap perlakuan menggunakan media SDAY dan media pertumbuhan dengan molase, air kelapa, dan tepung kulit udang, kemudian diinokulasikan jamur *B. bassiana* dengan cara mengambil jamur *B. bassiana* pada perbanyakan menggunakan *cork borer*. Media pertumbuhan jamur *B. bassiana* kemudian diinkubasi selama 15 hari pada suhu ruang 25-27°C dan di tempat yang gelap (Trizelia *et al.*, 2011).

Tabel 1. Perlakuan Molase, Air Kelapa, dan Tepung Kulit Udang sebagai Media Perbanyakan Jamur *B. bassiana*

Perlakuan	Keterangan
P1	Media SDAY
P2	Media Molase 5%
P3	Media Molase 10%
P4	Media Air Kelapa 5%
P5	Media Air Kelapa 10%
P6	Media Tepung Kulit Udang 5%
P7	Media Tepung Kulit Udang 10%

Pengamatan pengaruh media pertumbuhan jamur *B. bassiana* dilakukan dengan cara perhitungan kerapatan konidia, viabilitas konidia, dan patogenisitas jamur *B. bassiana* terhadap larva *S. litura*. Kerapatan, viabilitas konidia, dan uji patogenisitas untuk semua perlakuan dilakukan dengan cara menghitung masing-masing jumlah konidia jamur *B. bassiana* setelah 15 hari diinokulasi pada media pertumbuhan.

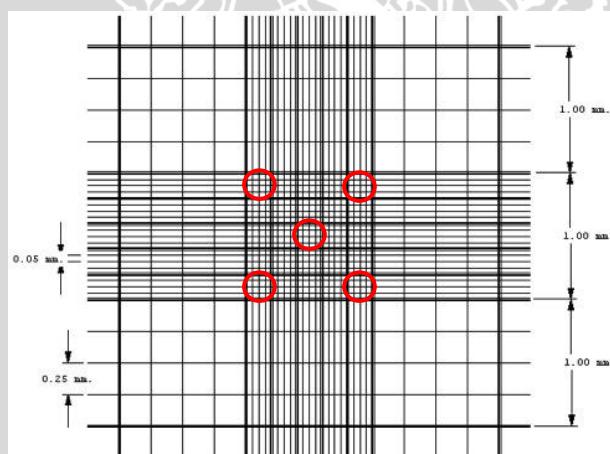
#### **Kerapatan Konidia**

Perhitungan dilakukan dengan menyiapkan suspensi konidia terlebih dahulu. Suspensi konidia disiapkan dengan cara pemanenan konidia menurut



Trizelia *et al.* (2011) yang dimodifikasi, yakni dengan cara menambahkan 10 ml akuades steril dan 0,02% Tween 80 ke dalam cawan Petri yang berisi isolat murni jamur *B. bassiana*, dan dikocok selama 3 menit. Konidia jamur *B. bassiana* dilepas secara perlahan dari media dengan L stik, kemudian suspensi disaring menggunakan kertas saring. Suspensi yang didapatkan dari setiap perlakuan digunakan untuk menghitung kerapatan konidia dan viabilitas jamur *B. bassiana*.

Perhitungan kerapatan konidia menggunakan hemositometer yang dilakukan berdasarkan metode Herlinda *et al.* (2006). Suspensi yang telah disiapkan, diambil sebanyak 0,1 mL menggunakan mikropipet, kemudian diteteskan ke dalam hemositometer. Jumlah kerapatan konidia dihitung menggunakan mikroskop dengan perbesaran 400 kali. Konidia dihitung pada lima kotak contoh terbesar kedua (Gambar 8). Setiap satu kotak contoh terdapat 16 kotak kecil, sehingga total terdapat 80 kotak kecil yang diamati. Kerapatan konidia jamur *B. bassiana* untuk semua perlakuan yang digunakan pada uji mortalitas larva *S. litura* adalah  $10^7$  konidia/ ml akuades.



Gambar 6. Bidang Pandang Hemositometer (Hoffman, 2006)

Kerapatan konidia dihitung menggunakan rumus menurut Agus *et al.* (2015) yakni sebagai berikut:

$$S = \frac{t \times d}{0,25 \times N} \times 10^6$$

Keterangan:

- $S$  = jumlah konidia dalam 1 ml media (konidia/ ml)
- $t$  = jumlah konidia dalam kotak bujur sangkar yang dihitung
- $d$  = faktor pengenceran bila harus diencerkan  
( $d=1$  berarti tidak diencerkan,  $d=10$  berarti diencerkan 1:10)
- 0,25 = volume suspensi spora

N = jumlah kotak contoh yang dihitung

### Viabilitas Konidia

Viabilitas konidia untuk semua perlakuan ditentukan berdasarkan metode Herlinda *et al.* (2006) dengan mengambil suspensi sebanyak 0,1 mL menggunakan mikropipet, diteteskan pada kaca preparat, lalu ditutup dengan menggunakan kaca penutup. Kaca preparat dimasukkan dalam cawan Petri steril dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu kamar. Jumlah konidia yang berkecambah dan tidak berkecambah dihitung pada bidang pandang di bawah mikroskop dengan perbesaran 400 kali. Konidia yang berkecambah ditandai dengan perubahan bentuk konidia dari bulat menjadi lonjong. Viabilitas konidia dihitung berdasarkan rumus Agus *et al.* (2015) yakni sebagai berikut:

$$G = \frac{a}{(a+b)} \times 100\%$$

Keterangan:

G = persentase konidia yang berkecambah

a = jumlah konidia yang berkecambah

b = jumlah konidia yang tidak berkecambah

### Uji Patogenisitas Jamur *B. bassiana*

Uji patogenisitas jamur *B. bassiana* terhadap mortalitas dan waktu kematian larva *S. litura* menggunakan metode celup, yaitu larva *S. litura* dicelupkan dalam suspensi konidia jamur *B. bassiana* pada kerapatan  $10^7$  konidia/ml akuades selama 5 detik dan dikeringangkan. Setiap ulangan terdiri dari 20 larva *S. litura* instar II. Larva *S. litura* yang sudah dicelup ke dalam suspensi kemudian dimasukkan ke dalam wadah plastik yang masing-masing berisi 5 larva dan diberi pakan daun jarak kepyar segar (Budi *et al.*, 2013).

Variabel pengamatan uji patogenisitas meliputi persentase mortalitas larva, waktu kematian, dan gejala infeksi jamur *B. bassiana* pada larva *S. litura*. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 7 hari dengan mencatat jumlah larva yang mati. Mortalitas larva dihitung dengan menggunakan rumus Nuryanti *et al.* (2012) yakni sebagai berikut:

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



Keterangan:

- P = persentase kematian larva *S. litura*  
A = jumlah larva *S. litura* yang mati  
B = jumlah larva *S. litura* yang diuji

Pengamatan waktu kematian dilakukan untuk mengetahui rerata waktu yang dibutuhkan jamur *B. bassiana* untuk mematikan larva *S. litura*. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 7 hari. Perhitungan rerata waktu kematian dihitung dengan menggunakan metode Edde dan Amatobi (2003) dalam El-Hawary dan Abd El-Salam (2009), yakni sebagai berikut:

$$\text{Waktu kematian (hari)} = \frac{X_1Y_1 + X_2Y_2 + \dots + X_nY_n}{\text{total larva mati}}$$

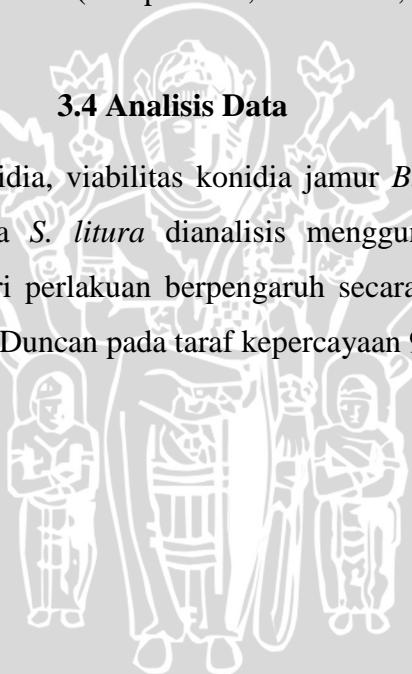
Keterangan:

X = jumlah kematian larva yang terjadi pada hari tertentu

Y = jumlah hari saat pengamatan (hari pertama, hari kedua, hingga hari akhir pengamatan)

### 3.4 Analisis Data

Data kerapatan konidia, viabilitas konidia jamur *B. bassiana*, mortalitas, dan waktu kematian larva *S. litura* dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA), jika respon dari perlakuan berpengaruh secara nyata, maka analisis data dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%.



## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pengaruh Media Molase, Air Kelapa, dan Tepung Kulit Udang pada Kerapatan Konidia Jamur *B. bassiana*

Kerapatan konidia jamur *B. bassiana* tergantung pada nutrisi media pertumbuhan. Hasil pengujian perbedaan kerapatan konidia jamur *B. bassiana* yang diperbanyak pada media molase, air kelapa, dan tepung kulit udang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rerata Kerapatan Konidia Jamur *B. bassiana* yang Diperbanyak pada Media Molase, Air Kelapa, dan Tepung Kulit Udang

Perlakuan	Kerapatan Konidia Jamur <i>B. bassiana</i> ( $10^7$ konidia/ ml)
Media SDAY (P1)	6,14 b
Media Molase 5% (P2)	7,05 c
Media Molase 10% (P3)	3,85 a
Media Air Kelapa 5% (P4)	6,06 b
Media Air Kelapa 10% (P5)	7,23 c
Media Tepung Kulit Udang 5% (P6)	3,80 a
Media Tepung Kulit Udang 10% (P7)	7,11 c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%

Konidia jamur *B. bassiana* yang diperbanyak pada media air kelapa 10%, media tepung kulit udang 10% dan media molase 5% menunjukkan kerapatan konidia yang sama. Jamur *B. bassiana* yang diperbanyak pada media air kelapa 10% menunjukkan kerapatan konidia tertinggi dibandingkan perlakuan lain, yakni sebesar  $7,23 \times 10^7$  konidia/ ml. Kerapatan konidia jamur *B. bassiana* yang diperbanyak pada media tepung kulit udang 5% menunjukkan kerapatan konidia terendah yakni sebesar  $3,80 \times 10^7$  konidia/ml.

Hal ini sesuai dengan Sahayaraj dan Namasivayam (2008) yang menyatakan bahwa pertumbuhan dan produksi konidia pada media air kelapa lebih tinggi daripada media dari produk pertanian lain. Nutrisi-nutrisi yang terkandung dalam air kelapa dapat menjadi sumber nutrisi untuk mendukung pertumbuhan mikroorganisme seperti jamur patogen serangga, sehingga air kelapa dapat

dimanfaatkan sebagai media pertumbuhan dalam skala penelitian di laboratorium atau teknologi industri (Sathiyavimal *et al.*, 2014).

Air kelapa berdasarkan hasil analisis proksimat mengandung 3,72%/5gram karbohidrat, 0,16%/5gram protein, dan 94,67%/5gram air. Tepung kulit udang mengandung 32,64%/5 gram karbohidrat, 2,82%/5 gram protein, dan 24,13%/5 gram air. Molase mengandung 0,16%/5 gram karbohidrat, 41,87%/5 gram protein, dan 21,41%/5 gram air. Hasil analisis proksimat molase, air kelapa, dan tepung kulit udang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Proksimat dari Molase, Air Kelapa, dan Tepung Kulit Udang

Jenis Bahan Organik	Kandungan (%/ 5 gram sampel)		
	Karbohidrat	Protein	Kadar Air
Air Kelapa	3,72	0,16	94,67
Tepung Kulit Udang	32,64	2,82	24,13
Molase	0,16	41,37	21,41

Keterangan: Uji analisis proksimat berdasarkan hasil dari Laboratorium Teknik Kimia, Institut Teknologi Nasional, Malang (2016)

Pertumbuhan miselium dan konidia jamur patogen serangga pada media buatan tergantung pada isolat jamur dan komponen sumber karbon serta protein sebagai nutrisi yang digunakan dalam media kultur (Gao *et al.*, 2007). Karbon merupakan komponen penting utama yang diperlukan semua molekul organik (Mustafa dan Kaur, 2009). Protein berperan dalam pembentukan konidia, sintesis enzim dalam pembentukan apikal hifa, proses perkembangan, dan proses adhesi pada mekanisme infeksi jamur patogen serangga (Webster dan Weber, 2007).

#### **4.2 Pengaruh Media Molase, Air Kelapa, dan Tepung Kulit Udang pada Viabilitas Konidia Jamur *B. bassiana***

Viabilitas konidia jamur *B. bassiana* tergantung pada nutrisi media pertumbuhan (Ibrahim, 2002). Hasil pengujian perbedaan viabilitas konidia jamur *B. bassiana* yang diperbanyak pada media molase, air kelapa, dan tepung kulit udang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rerata Viabilitas Konidia Jamur *B. bassiana* yang Diperbanyak pada Media Molase, Air Kelapa, dan Tepung Kulit Udang

Perlakuan	Viabilitas Konidia Jamur <i>B. bassiana</i> (%)
Media SDAY (P1)	56 ab
Media Molase 5% (P2)	59 ab
Media Molase 10% (P3)	57 ab
Media Air Kelapa 5% (P4)	58 ab
Media Air Kelapa 10% (P5)	61 b
Media Tepung Kulit Udang 5% (P6)	48 a
Media Tepung Kulit Udang 10% (P7)	60 b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf kepercayaan 95%

Jamur *B. bassiana* yang diperbanyak pada media air kelapa 10%, media tepung kulit udang 10% dan media molase 5% menunjukkan viabilitas konidia yang sama. Jamur *B. bassiana* yang diperbanyak pada media air kelapa 10% menunjukkan viabilitas konidia tertinggi dibandingkan perlakuan lain, yakni sebesar 61%. Viabilitas konidia jamur *B. bassiana* yang diperbanyak pada media tepung kulit udang 5% menunjukkan viabilitas terendah yakni 48%.

Persentase viabilitas konidia pada berbagai jenis media pertumbuhan dari residu organik ini masuk dalam kategori kurang. Viabilitas konidia dikategorikan baik apabila berkisar antara 85-100%, kategori sedang apabila viabilitas berkisar antara 70-85%, dan kategori kurang apabila viabilitas berkisar antara 55-75% (Ramli, 2004). Viabilitas konidia jamur patogen serangga yang digunakan sebagai agens hidup minimal sebesar 80% (Kassa, 2003).

Kandungan nutrisi pada media air kelapa dan tepung kulit udang diduga sesuai untuk perkecambahan konidia jamur *B. bassiana*. Media pertumbuhan berpengaruh terhadap viabilitas jamur *B. bassiana* (Francisco *et al.* 2006). Sumber karbon dan nitrogen pada media pertumbuhan dapat meningkatkan pembentukan hifa dan perkecambahan konidia (Hoe *et al.*, 2009). Media air kelapa 10% diduga mengandung sumber karbon dan nitrogen yang dibutuhkan jamur *B. bassiana*. Isolat jamur patogen serangga yang digunakan dan unsur-unsur yang digunakan dalam media pertumbuhan berpengaruh terhadap pertumbuhan miselium dan perkecambahan (Latifian *et al.*, 2013).

Faktor fisik lingkungan seperti suhu, cahaya, kelembaban, pH, kadar O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> juga dapat berpengaruh terhadap viabilitas konidia (Moore-Landecker, 1972).

#### **4.3 Pengaruh Media Molase, Air Kelapa, dan Tepung Kulit Udang pada Patogenisitas Jamur *B. bassiana* terhadap Larva *S. litura***

##### **Mortalitas Larva *S. litura* akibat Infeksi Jamur *B. bassiana***

Mortalitas larva *S. litura* akibat infeksi jamur *B. bassiana* tergantung pada nutrisi media pertumbuhan. Hasil pengujian perbedaan mortalitas larva *S. litura* akibat infeksi jamur *B. bassiana* yang diperbanyak pada media molase, air kelapa, dan tepung kulit udang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rerata Mortalitas Larva *S. litura* akibat Infeksi Jamur *B. bassiana* yang Diperbanyak pada Media Molase, Air Kelapa, dan Tepung Kulit Udang

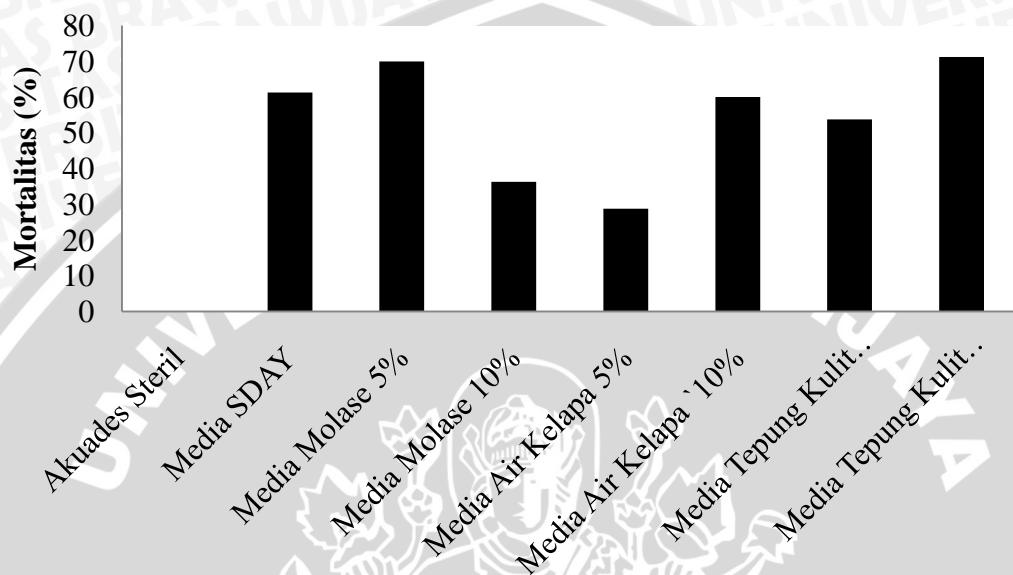
Perlakuan	Mortalitas Larva <i>S. litura</i> (%)
Akuades Steril	00,00 a
Media SDAY (P1)	61,25 c
Media Molase 5% (P2)	70,00 c
Media Molase 10% (P3)	36,25 b
Media Air Kelapa 5% (P4)	28,75 b
Media Air Kelapa 10% (P5)	60,00 c
Media Tepung Kulit Udang 5% (P6)	53,75 c
Media Tepung Kulit Udang 10% (P7)	71,25 c

##### Keterangan:

- Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf kepercayaan 95%
- Uji lanjut berdasarkan hasil transformasi Arc-sin

Mortalitas larva *S. litura* lebih tinggi akibat infeksi jamur *B. bassiana* yang diperbanyak pada media tepung kulit udang 10%, kemudian diikuti mortalitas larva *S. litura* akibat infeksi jamur *B. bassiana* yang diperbanyak pada media molase 5%, media SDAY, dan media air kelapa 10% (Gambar 7). Hal ini menunjukkan bahwa jamur *B. bassiana* yang diperbanyak pada media tepung kulit udang 10% lebih patogen.

Jamur *B. bassiana* yang diperbanyak pada media tepung kulit udang 10% menunjukkan mortalitas tertinggi dibandingkan perlakuan lain, yakni sebesar 71,25%. Mortalitas larva *S. litura* akibat infeksi jamur *B. bassiana* yang diperbanyak pada media air kelapa 5% menunjukkan mortalitas terendah yakni sebesar 28,75%.



Gambar 7. Rerata Mortalitas Larva *S. litura* akibat Infeksi Jamur *B. bassiana*

Seluruh aplikasi jamur *B. bassiana* yang diperbanyak pada media molase, air kelapa, dan tepung kulit udang menunjukkan kematian dari hari pertama sampai hari ketujuh. Kematian larva *S. litura* mulai terjadi pada 3 HSI. Faktor-faktor yang mempengaruhi keefektifan jamur patogen serangga adalah patogenisitas jamur patogen serangga (fisiologi jamur, produksi enzim dan toksin, viabilitas konidia, kerapatan konidia), serangga inang, dan faktor lingkungan (radiasi matahari, suhu, kelembaban, pH, tanah) (Inglis *et al.*, 2001).

Karbohidrat dan protein yang terkandung dalam tepung kulit udang dapat menjadi sumber karbon dalam memproduksi mikotoksin *beauvericin* dan enzim lipase, protease, dan kitinase. *Beauvericin* merupakan toksin yang diproduksi oleh jamur *B. bassiana*. Sumber karbon dan nitrogen yang optimal untuk memproduksi *beauvericin* adalah glukosa, protein, dan NaNO<sub>3</sub> (Wang dan Xu, 2012). *Beauvericin* mengakibatkan paralisis sel pada organela sel inang, gangguan pada fungsi hemolimfa dan inti sel serangga, serta kehilangan kesadaran dan kerusakan jaringan tubuh secara menyeluruh pada sel inang (Mollier *et al.*, 1994; Ahmad *et*

*al.*, 2008; Soetopo dan Indrayani, 2008). Enzim lipase, protease, dan kitinase berfungsi dalam penetrasi kutikula serangga inang dengan cara merusak kutikula secara mekanis atau enzimatis sehingga jamur patogen serangga dapat menyerap nutrisi dari serangga inang (Sanchez-Perez *et al.*, 2014).

Persentase mortalitas larva *S. litura* dari semua perlakuan tidak mencapai 100%. Larva *S. litura* yang hidup tetap tumbuh dan berkembang hingga menjadi pupa dan imago. Pupa dan imago tampak normal dan tidak mengalami perubahan bentuk. Pupa dan imago yang mengalami kelainan bentuk akibat infeksi jamur *B. bassiana* ditandai dengan pupa tidak terbentuk sempurna, sedangkan pada imago tampak tubuh dan sayap tidak terbentuk sempurna (Kaur *et al.*, 2011).

### **Waktu Kematian Larva *S. litura* akibat Infeksi Jamur *B. bassiana***

Seluruh aplikasi jamur *B. bassiana* yang diperbanyak pada media molase, air kelapa, dan tepung kulit udang menunjukkan rerata waktu kematian dari hari pertama sampai hari ketujuh yang berkisar antara 3,45-3,77 hari setelah aplikasi. Hasil pengujian perbedaan waktu kematian larva *S. litura* akibat infeksi jamur *B. bassiana* yang diperbanyak pada media molase, air kelapa, dan tepung kulit udang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rerata Waktu Kematian Larva *S. litura* akibat Infeksi Jamur *B. bassiana* yang Diperbanyak pada Media Molase, Air Kelapa, dan Tepung Kulit Udang

Perlakuan	Waktu Kematian Larva <i>S. litura</i> (hari)
Media SDAY (P1)	3,75 a
Media Molase 5% (P2)	3,77 a
Media Molase 10% (P3)	3,77 a
Media Air Kelapa 5% (P4)	3,45 a
Media Air Kelapa 10% (P5)	3,64 a
Media Tepung Kulit Udang 5% (P6)	3,74 a
Media Tepung Kulit Udang 10% (P7)	3,65 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf kepercayaan 95%

Rerata waktu kematian larva *S. litura* akibat infeksi jamur *B. bassiana* pada semua perlakuan ini sesuai dengan Rajanikanth *et al.* (2011) yang menyatakan

bahwa masing-masing isolat jamur *B. bassiana* dengan perlakuan berbagai media dari sorghum, bekatul, ampas tebu, dan jerami mematikan larva *S. litura* dengan rerata waktu kematian tersingkat 3,30-4,84 hari. Petlamul dan Prasertsan (2012) menyatakan bahwa kematian larva *S. litura* akibat infeksi jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae* dimulai dari hari kedua sampai kelima setelah inokulasi.

Jamur *B. bassiana* membutuhkan waktu dalam proses menginfeksi sampai mematikan serangga inang. Infeksi dimulai dari penempelan konidia pada tubuh serangga, perkecambahan, penetrasi, invasi, dan kolonisasi dalam *haemocoel*, jaringan, serta organ serangga inang (Hasyim *et al.*, 2009).

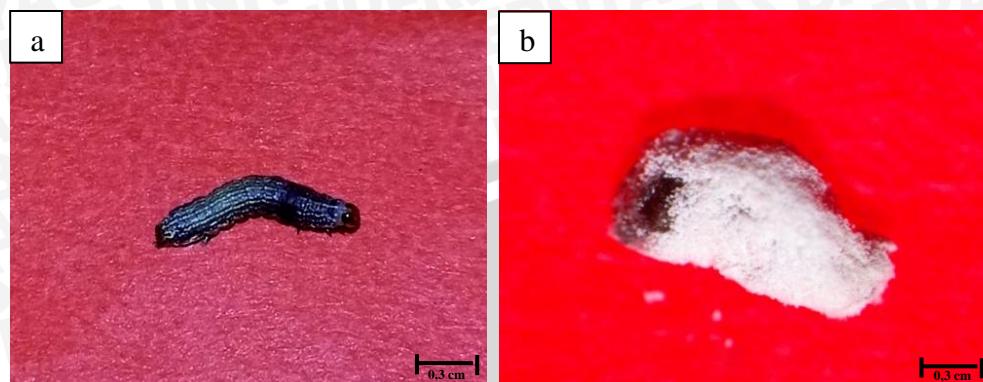
Spora jamur *B. bassiana* yang memperbanyak diri akan berkecambah, melakukan penetrasi terhadap tubuh serangga inang, dan masuk ke *haemocoel* (Untung, 2006). Jamur patogen serangga membutuhkan beberapa tahap untuk menginfeksi dan mematikan serangga inang dan waktu untuk tiap tahap bervariasi tergantung pada jenis jamur patogen serangga, serangga inang, lingkungan, patogenisitas isolat jamur patogen serangga, dan dosis aplikasi jamur patogen serangga (Neves dan Alves, 2004).

### **Gejala Infeksi Jamur *B. bassiana* pada Larva *S. litura***

Larva *S. litura* instar II yang tidak terinfeksi jamur *B. bassiana* berdasarkan pengamatan berwarna hijau, pada bagian kepala terdapat titik hitam, aktif bergerak dan makan (Gambar 7a). Hal ini sesuai dengan deskripsi menurut Tithi *et al.* (2010) dan Noviana (2011) yang menyatakan bahwa larva *S. litura* instar II berwarna hijau, tidak ada bulu pada permukaan tubuh, pada ruas abdomen pertama terdapat garis hitam meningkat pada bagian dorsal terdapat garis putih memanjang dari toraks hingga ujung abdomen, pada toraks terdapat 4 titik hitam yang berbaris dua-dua, aktif bergerak dan makan. Instar II larva *S. litura* berlangsung selama 3 hari.

Larva *S. litura* instar II yang terinfeksi jamur *B. bassiana* berdasarkan pengamatan terjadi perubahan morfologi dan tingkah laku. Gejala yang tampak pada larva *S. litura* yang terinfeksi jamur *B. bassiana* adalah aktivitas gerak dan makan berkurang, terjadi perubahan warna pada tubuh menjadi menghitam, kaku,

dan mengeras hingga larva mati serta terdapat miselium berwarna putih pada permukaan tubuh larva (Gambar 7b).



Gambar 8. Larva *S. litura* instar II (a: tidak terinfeksi jamur *B. bassiana*, b: terinfeksi jamur *B. bassiana* yang ditumbuhi miselium berwarna putih)

Hal ini sesuai dengan deskripsi menurut Saleh *et al.* (2000) dan Moorthi *et al.* (2011) yang menyatakan bahwa aktivitas larva *S. litura* yang terinfeksi jamur *B. bassiana* terlihat lamban, nafsu makan berkurang, warna tubuh larva tampak kusam dan pucat, tubuh kaku, bentuk tubuh larva mengecil dan kurus, isi saluran pencernaan kering dan berwarna hitam, kulit larva bagian dalam berwarna merah dengan warna putih di sekitarnya, permukaan tubuh larva ditutupi miselium berwarna putih. Prayogo *et al.* (2005) serta Soetopo dan Indrayani (2007) menyatakan bahwa jaringan dan cairan tubuh serangga inang diserap oleh jamur *B. bassiana*, serta terjadi gangguan pada nukleus serangga inang akibat toksin *beauvericin* sehingga terjadi pengerasan pada tubuh serangga inang yang terinfeksi jamur *B. bassiana*.

Mekanisme jamur *B. bassiana* menyebabkan penyakit pada serangga inang dimulai dengan proses pengenalan patogen terhadap inang (masa prapenetrasii). Tahap pertama dari masa prapenetrasii yaitu terjadi kontak dan penempelan antara konidia jamur *B. bassiana* dengan serangga inang. Konidia jamur *B. bassiana* kemudian berkecambah pada permukaan tubuh serangga inang. Proses perkecambahan membutuhkan karbohidrat dan protein yang dapat diperoleh dari epikutikula serangga inang atau nutrisi dari media pertumbuhan (Roberts dan Humber, 1981).

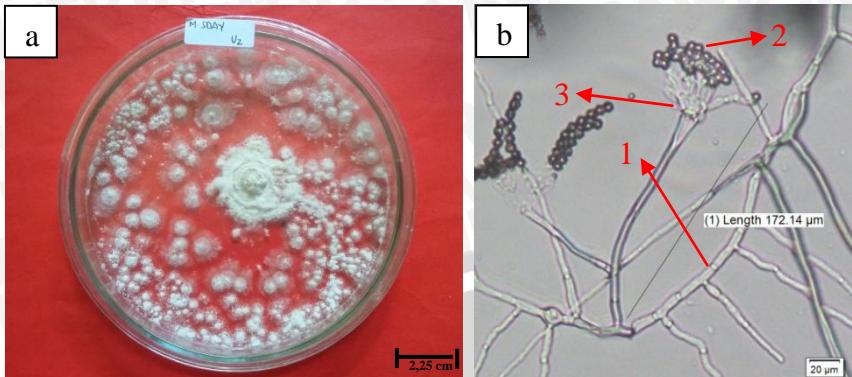
Tahap berikutnya yaitu penetrasi kutikula serangga inang. Proses penetrasi tergantung pada ketebalan kutikula serangga inang dan kandungan nutrisi yang

diperoleh jamur *B. bassiana*. Penetrasi merupakan hasil gabungan proses mekanik dan enzimatik. Proses secara mekanik terjadi melalui tekanan yang disebabkan oleh konidia *B. bassiana* yang tumbuh, di mana konidia berkecambah dan membentuk apresorium untuk menembus kutikula serangga inang. Proses secara enzimatik yakni menggunakan enzim protease, kitinase, dan lipase. Enzim-enzim ini mampu menghidrolisis kompleks protein di dalam integumen serangga inang, menghancurkan kutikula serangga inang sehingga hifa dapat menembus masuk ke dalam tubuh serangga inang. Penetrasi berlangsung dalam waktu 12-24 jam (Tanada dan Kaya, 1993).

Tahap berikutnya yaitu jamur *B. bassiana* masuk ke dalam jaringan dan *haemocoel* serangga inang (masa pasca penetrasi), menyebar ke hemolimfa, dan mensintesis metabolit sekunder yang bertindak sebagai racun pada serangga inang. Jamur *B. bassiana* menghasilkan toksin *beauvericin*. Daya kerja toksin ini yaitu paralisis pada anggota tubuh serangga inang, merusak jaringan atau organ hemosel seperti saluran pencernaan, otot, sistem syaraf, dan sistem pernafasan. Jamur *B. bassiana* membentuk hifa sekunder dan menyerang jaringan lain. Serangga inang kemudian mati, hifa *B. bassiana* menembus keluar integumen sehingga seluruh tubuh serangga inang akan dipenuhi oleh miselium putih jamur *B. bassiana*, dan jamur *B. bassiana* akan melanjutkan pertumbuhan siklus dalam fase saprofitik. Jamur *B. bassiana* akan disebar dengan bantuan perantara dan menginfeksi serangga inang sasaran baru (Roberts dan Humbert, 1981).

Larva *S. litura* yang telah mengalami kematian akibat infeksi jamur *B. bassiana* dilakukan identifikasi morfologi jamur *B. bassiana* secara makroskopis dan mikroskopis. Identifikasi dilakukan dengan cara mengisolasi larva *S. litura* yang telah mati pada media SDAY. Hasil identifikasi berdasarkan pengamatan secara makroskopis menunjukkan ciri-ciri jamur *B. bassiana* yakni koloni jamur berwarna putih kekuningan, bertekstur halus seperti tepung, dan pertumbuhan koloni jamur menyebar (Gambar 8a).





Gambar 9. Morfologi Jamur *B. bassiana* 7 HSI (a: makroskopis, b: mikroskopis (perbesaran 400x), 1. hifa, 2. konidia, 3. konidiofor)

Koloni jamur *B. bassiana* berwarna putih kekuningan, bagian belakang koloni berwarna putih dan berwarna kuning pada bagian tengah, tepi koloni regular, bertekstur halus seperti kapas dan tepung, pertumbuhan koloni tersebar merata, tidak berpola, tidak membentuk lingkaran konsentris, dan waktu memenuhi cawan Petri 7-8 hari (Oliveira *et al.*, 2010; El-Ghany *et al.*, 2012; Herdatiarni *et al.*, 2014; Kulu *et al.*, 2015).

Hasil identifikasi berdasarkan pengamatan secara mikroskopis menunjukkan ciri-ciri jamur *B. bassiana* yakni konidia berbentuk bulat dan hialin, hifa hialin dan bersekat, dan konidia muncul di ujung konidiofor (Gambar 8b). Hal ini sesuai dengan pernyataan Alves *et al.* (2002), Purnama *et al.* (2003), Effendy *et al.* (2010), dan El-Ghany *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa konidia jamur *B. bassiana* bersel satu, konidia hialin dan berbentuk bulat, ukuran konidia 2-3  $\mu\text{m}$ , hifa bersekat, konidiofor berbentuk zig-zag.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Media molase, air kelapa, dan tepung kulit udang berpengaruh pada kerapatan konidia dan viabilitas jamur *B. bassiana*. Kerapatan konidia dan viabilitas jamur *B. bassiana* tertinggi pada perlakuan media air kelapa 10%
2. Jamur *B. bassiana* yang diperbanyak pada media molase, air kelapa, dan tepung kulit udang berpengaruh terhadap mortalitas hama *S. litura*. Mortalitas hama *S. litura* akibat infeksi jamur *B. bassiana* tertinggi pada perlakuan media tepung kulit udang 10%
3. Rerata waktu kematian hama *S. litura* akibat infeksi jamur *B. bassiana* yang ditumbuhkan pada media molase, air kelapa, dan tepung kulit udang berkisar antara 3,45-3,77 hari.

### 5.2 Saran

Pada penelitian selanjutnya dapat disarankan diteliti dari segi harga dan kemudahan dalam memperoleh molase, air kelapa, dan tepung kulit udang, sehingga dapat digunakan sebagai media alternatif pertumbuhan jamur *B. bassiana* secara massal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abraham, T., S. Easwaramoorthy, dan G. Santhalakshmi. 2003. Mass Production of *Beauveria bassiana* Isolated from Sugarcane Root Borer, *Emmalocera depresella* Swinhoe. Journal of Sugar Technology 5(4): 225-229
- Ahmad, M., M.I. Arif, M. Ahmad. 2007. Occurrence of Insecticide Resistance in Field Populations of *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) in Pakistan. Journal of Crop Protection 26: 809-817
- Ahmad, R.Z., D. Haryunintyas, dan A. Wardhana. 2008. Lethal Time 50 Cendawan *Beauveria bassiana* dan *Metarrhizium anisopliae* terhadap *Sacoptes scabiei*. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Hlm. 498-503
- Ahmad, R.Z. 2008. Pemanfaatan Cendawan untuk Meningkatkan Produktivitas dan Kesehatan Ternak. Jurnal Litbang Pertanian 27(3): 84-92
- Agus, N., A.P. Saranga, A. Rosmana, dan A. Sugiarti. 2015. Viability and Conidial Production of Entomopathogenic Fungi *Penicillium* sp. International Journal of Scientific and Technology Research 4(1): 193-194
- Ajit, P., P. Yengkokpam, B. Neha, T.E. Devi, dan L. Usharani. 2013. Mass Production of Entomopathogenic Fungi *Trichoderma viridae*, *Pacilomyces liliaceae*, and *Verticillium lecanii*. International Journal of Current Research 5(6): 1448-1450
- Alves, S.B., L.S. Rossi, R.B. Lopes, M.A. Tamai, dan R.M. Pereira. 2002. *Beauveria bassiana* Yeast Phase on Agar Medium and Its Pathogenicity against *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Journal of Invertebrate Pathology 81: 70-77
- Aneja, K. R. 2003. Experiments in Microbiology Plant Pathology and Biotechnology, Fourth Edition. New Delhi. New Age International Publishers
- Appaiah, P., L. Sunil, P. K. P. Kumar, dan A. G. G. Krishna. 2014. Physico-chemical Characteristics and Stability Aspects of Coconut Water and Kernel at Different Stages of Maturity. Journal of Food Science Technology 52(8): 196-203
- Asi, M.R., M.H. Bashir, M. Afzal, dan M. Akram. 2013. Potential of Entomopathogenic Fungi for Biocontrol of *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). The Journal of Animal and Plant Sciences 23(3): 913-918
- Atlas, R.M. 2010. Handbook of Microbiological Media. 4<sup>th</sup> Edition. New York. CRC Press

- Barnet H.L. dan B.B. Hunter. 1998. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. 4<sup>th</sup> Edition. American Phytopathological Society Press
- Bidochka, M.J. dan C.L. Small. 2005. Phylogeography of *Metarhizium*, an Insect Pathogenic Fungus. hlm. 28-50. dalam Vega, F.E. dan M. Blackwell (Eds.). Insect-fungal Associations: Ecology and Evaluation
- Boucias, D.G. dan J.C. Pendland. 1998. Principles of Insect Pathology. Kluwer Academic Publisher
- Budi, A.S., A. Afandhi, dan R.D. Puspitarini. 2013. Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Balsamo (Deuteromycetes: Moniliales) pada Larva *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). Jurnal HPT 1(1): 57-65
- Cohen, E. dan T. Joseph. 2008. Photostabilization of *Beauveria bassiana* Conidia Using Anionic Dyes. Journal of Applied Clay Science 42: 569-574
- Dangar, T.K., L. Geetha, S.D. Jaypal, G.B. Pillai. 1991. Mass Production of The Entomopathogens *Metarhizium anisopliae* in Coconut Water. Journal of Plantation Crop 19: 54-59
- Derakhshan, A., R.J. Rabindra, B. Ramanujam, M. Rahimi. 2008. Evaluation of Different Media and Methods of Cultivation on The Production and Viability of Entomopathogenic Fungi, *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas. Journal of Biological Sciences 11: 1506-1509
- Effendy, T.A., R. Septiadi, A. Salim, dan A. Mazid. 2010. Jamur Entomopatogen Asal Tanah Lebak di Sumatera Selatan dan Potensinya Sebagai Agensi Hayati Walang Sangit (*Leptocoris oratorius* (F.)). Jurnal HPT Tropika 10(2): 154-161
- El-Ghany, T.M. Abd., H.H. El Sheikh, G.A. Abdel-Rahman, A.K. Abd El Nasser. 2012. Bioactivity of Certain Fungi on Root Knot Nematode. Journal of Jazan University 2(1): 27-30
- El-Hawary, F.M. dan Abd El-Salam, A.M.E. 2009. Laboratory Bioassay of Some Entomopathogenic Fungi on *Spodoptera littoralis* (Boisd.) and *Agrotis ipsilon* (Hufn.) Larvae (Lepidoptera: Noctuidae). Egypt Academy Journal of Biology Science 2(2): 1-4
- Fachry, A.R. dan A. Sartika. 2012. Pemanfaatan Limbah Kulit Udang dan Limbah Kulit Ari Singkong sebagai Bahan Baku Pembuatan Plastik Biodegradable. Jurnal Teknik Kimia 3(18): 1-9
- Fernandes, E.K.K., V.R.E.P. Bittencourt, dan D.W. Roberts. 2012. Perspectives on The Potential of Entomopathogenic Fungi in Biological Control of Ticks. Journal of Experimental Parasitology (130): 300-305

Francisco, E.A., D.A. Mochi, A.C.B. Correia, dan A.C. Monteiro. 2006. Influence of Culture Media in Viability Test of Conidia of Entomopathogenic Fungi. Journal of Ciencia Rural 36(4): 1309-1312

Freemon, Y. dan Ziller. 1996. The Coconut Palm International Potash Institute. Vol. II. Ohio. CRC Press, Inc.

Florido, E.B., P.B. Camilo, L. Mayorga-Reyes, R.G. Cervantes, P.M. Cruz, dan A. Azaola. 2009.  $\beta$ -N-Acetylglucosaminidase Production by *Lecanicillium (Verticillium) lecanii* ATCC 26854 by Solid-State Fermentation Utilizing Shrimp Shell. Journal *Interciencia* 34(5): 356-360

Gabarty, A., H.M. Salem, M.A. Fouda, A.A. Abas, A.A. Ibrahim. 2013. Pathogenicity Induced by The Entomopathogenic Fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in *Agrotis ipsilon* (Hufn.). Journal of Radiation Research and Applied Sciences (7): 95-100

Gao, L., M.H. Sun, X.Z. Liu, dan Y.S. Che. 2007. Effects of Carbon Concentrations and Carbon to Nitrogen Ratio on The Growth and Sporulation of Several Biocontrol Fungi. Journal of Mycological Research III: 87-92

Hasyim, A., Nuraida, dan Trizelia. 2009. Patogenisitas Jamur Entomopatogen terhadap Stadia Telur dan Larva Hama Kubis *Crocidolomia pavonana* Fabricius. Jurnal Hortikultura 19(3): 334-343

Herdatiarni, F., T. Himawan, dan R. Rachmawati. 2014. Eksplorasi Cendawan Entomopatogen *Beauveria* sp. Menggunakan Serangga Umpan pada Komoditas Jagung, Tomat dan Wortel Organik di Batu, Malang. Jurnal HPT 1(3): 1-11

Herlinda, S., M.D. Utama, Y. Pujiastuti, dan Suwandi. 2006. Kerapatan dan Viabilitas Spora *Beauveria bassiana* (Bals.) akibat Subkultur dan Pengayaan Media, serta Patogenisitasnya terhadap Larva *Plutella xylostella* (Linn.). Jurnal HPT Tropika 6(2): 70-78

Hill, D.S. 1983. Agricultural Insect Pests of the Tropics and their Control, Second Edition. Cambridge University Press

Hoe, P.K., C.F.J, Boong, K. Jugah, dan A. Rajan. 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

Hoffman, T.L. 2006. Counting Cells. Hlm. 22. Dalam Celis J. E. (Ed.). Cell Biology, A Laboratory Handbook, Third Edition, Volume 1. London. Elsevier Academic Press

- Humber, R. A. 2008. Evolution of Entomopathogenicity in Fungi. *Journal of Invertebrate Pathology* 98: 262-266
- Hussain, A., M.Y. Tian, S. Ahmed, dan M. Shahid. 2012. Current Status of Entomopathogenic Fungi as Mycoinsecticides and Their Inexpensive Development in Liquid Cultures. Shanghai. *Journal InTech*
- Ibrahim, L., T.M. Butt, dan P. Jenkinson. 2002. Effect of Artificial Culture Media on Germination, Growth, Virulence, and Surface Properties of The Entomopathogenic Hyphomycete *Metarhizium anisopliae*. *Journal of Mycological Research* 106(6): 705-715
- Inglish, G.D., M.S. Goettel, T.M. Butt, dan H. Strasser. 2001. Use of Hyphomycetous Fungi for Managing Insect Pests. Hlm. 23-69. Dalam T.M. Butt, C. Jackson, dan N. Magan (Eds.). *Fungi as Biocontrol Agents. Progress, Problems and Potential*. CABI Publishing
- Karthikeyan, A., V. Shanthi, dan A. Nagasathya. 2008. Effect of Different Media and pH on the Growth of *Beauveria bassiana* and Its Parasitism on Leaf Eating Caterpillars. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences* 4(2): 117-119
- Kassa, A. 2003. Development and Testing of Mycoinsecticides Based on Submerged Conidias and Aerial Conidia of The Entomopathogenic Fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyponycetes) for Control of Locust Grasshoppers and Storage Pest. *Disertasi. Fakultas Imu Pertanian, Universitas Georg-Augus-Göttingen*
- Kaur, S., H.P. Kaur, K. Kaur, dan A. Kaur. 2011. Effect of Different Concentrations of *Beauveria bassiana* on Development and Reproductive Potential of *Spodoptera litura* (Fabricius). *Journal of Biopesticides* 4(2): 161-168
- Khodijah, N.A. 2012. Pengaruh Penambahan Tepung Kulit Udang pada Medium Pertumbuhan terhadap Kemampuan *Metarhizium majus* UICC 295 Menginfeksi Larva *Oryctes rhinoceros* Linnaeus. *Skripsi. FMIPA, Departemen Biologi, Universitas Indonesia. Depok*
- Kolczarek, R. dan K. Jankowski. 2014. Occurrence of Entomopathogenic Fungi in Soils from *Festuca pratensis* Huds. *Crop. Journal of Ecological Engineering* 15(2): 73-77
- Kulu, I.C., A.L. Abadi, A. Afandhi, dan Nooraidawati. 2015. Morphological and Molecular Identification of *Beauveria bassiana* as Entomopathogen Agent from Central Kalimantan Peatland, Indonesia. *International Journal of ChemTech Research* 8(4): 2079-2084
- Laoh, J.H., F. Puspita, dan Hendra. 2003. Kerentanan Larva *Spodoptera litura* (F.) terhadap Virus Nuklear Polyhedrosis. *Jurnal Natur Indonesia* 5(2): 145-151

- Latifian, M., B. Rad, M. Amani, dan E. Rahkhodaei. 2013. Mass Production of Entomopathogenic Fungi *Beauveria bassiana* (Balsamo) by Using Agricultural Products Based on Liquid-Solid Diphasic Method for Date Palm Pest Control. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 5(19): 2337-2341
- Lestari, S., T.B. Ambarningrum, H. Pratiknyo. 2013. Tabel Hidup *Spodoptera litura* Fabr. dengan Pemberian Pakan Buatan yang Berbeda. Jurnal Sain Veteriner 31(2): 166-179
- Malarvannan, S., P.D. Murali, S.P. Shanthakumar, V.R. Prabavathy, dan S. Nair. 2010. Laboratory Evaluation of The Entomopathogenic Fungi, *Beauveria bassiana* Against to The Tobacco Caterpillar, *Spodoptera litura* Fabricius (Noctuidae: Lepidoptera). Journal of Biopesticides 3: 126-131
- Marwoto dan Suharsono. 2008. Strategi dan Komponen Teknologi Pengendalian Ulat Grayak (*Spodoptera litura* Fabricius) pada Tanaman Kedelai. Jurnal Litbang Pertanian 27(4): 131-136
- McPartland, J.M., R.C. Clarke, dan D.P. Watson. 2000. Hemp Diseases and Pests, Management and Biological Control. CABI Publishing
- Mollier, P., J. Lagnel, B. Fournet, A. Aioun, dan G. Riba. 1994. A Glycoprotein Highly Toxic for *Galleria mellonella* Larvae Secreted by The Entomopathogenic Fungus *Beauveria sulfurescens*. Journal of Invertebrate Pathology 64: 200-207
- Moore-Landecker, E. 1972. Fundamentals of The Fungi, Fourth Edition. New Jersey. Prentice Hall
- Moorthi, P.V., C. Balasubramanian, dan T. Kubendran. 2011. Efficacy of Local Isolates of *Beauveria bassiana* against *Spodoptera litura* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae)
- Muniappan, R., B.M. Shepard, G.R. Carner, dan P.A.C. Ooi. 2012. Arthropod Pests of Horticultural Crops in Tropical Asia. London. CABI International Publishing
- Mustafa, U. dan G. Kaur. 2009. Effects 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
- Namasivayam, S.K.R. dan P.V. Kumar. 2009. Influence of Growth Media on Pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin Against *Chilo partellus* (Swinhoe). Journal of Biopesticides 2(1): 92-93

- Neves, P.M.O.J. dan S.B. Alves. 2004. External Events Related to The Infection Process of *Cormitermes cumudana* (Kollar) (Isoptera: Termitidae) by The Entomopathogenic Fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. Journal of Neotropical Entomology 33(1): 51-56
- Noma, T., M. Colunga-Garcia, M. Brewer, J. Landis, dan A. Gooch. 2010. Oriental Leafworm *Spodoptera litura* – Integrated Pest Management. Michigan State Universit
- Noviana, E. 2011. Uji Potensi Ekstrak Daun Suren (*Toona sureni* Blume) sebagai Insektisida Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.). Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta
- Nugroho, B.A. 2005. Patogenisitas *Beauveria bassiana* dengan Penambahan Ekstrak Daun Paitan terhadap Hama *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang
- Nuraida dan A. Hasyim. 2009. Isolasi, Identifikasi, dan Karakterisasi Jamur Entomopatogen dari Rizosfir Pertanaman Kubis. Jurnal Hortikultura (4): 419-432
- Nuryanti, N.S.P., W. Lestari, dan A. Azis. 2012. Penambahan Beberapa Jenis Bahan Nutrisi pada Media Perbanyakan untuk Meningkatkan Patogenisitas *Beauveria bassiana* terhadap Hama Walang Sangit. Jurnal HPT Tropika 12(1): 64-70
- Oliveira, I., J.A. Pereira, A. Bento, P. Baptista. 2010. Viability of *Beauveria bassiana* Isolates After Storage Under Several Preservation Methods. Journal of Annals Microbiology
- Pele, M. dan C. Cimpeanu. 2012. Biotechnology, An Introduction. Boston. WIT Press
- Petlamul, W. dan P. Prasertsan. 2012. Evaluation of Strains of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* against *Spodoptera litura* on The Basis of Their Virulence, Germination Rate, Conidia Production, Radial Growth and Enzyme Activity. Journal of Mycobiology 40(2): 111-116
- Posada, F. dan F.E. Vega. 2005. Establishment of The Fungal Entomopathogen *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales) as an Endophyte in Cococa Seedlings (*Theobroma cacao*). Journal Mycologia 97(6): 1195-1200
- Prayogo, Y., W. Tengkano, dan Suharsono. 2002. Jamur Entomopatogen pada *Spodoptera litura* dan *Helicoverpa armigera*. Seminar Hasil Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Balitkabi. Malang

- Prayogo, Y., W. Tengkano, dan Marwoto. 2005. Prospek Cendawan Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* untuk Mengendalikan Ulat Grayak *Spodoptera litura* pada Kedelai. Jurnal Litbang Pertanian 24(1): 19-26
- Poinar, G. O. dan G. M. Thomas. 1984. Laboratory Guide to Insect Pathogens and Parasites. New York. Plenum Press
- Posada, F. dan F. Vega. 2005. Establishment of The Fungal Entomopathogen *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales) as an Endophyte in Cocoa Seedings (*Theobroma cacao*). Journal of Mycologia 97(6): 1195-1200
- Purnama, P.C., S.J. Nastiti, dan J. Situmorang. 2003. Uji Patogenisitas Jamur *Beauveria bassiana* pada *Aphis craccivora*. Jurnal BioSMART 5(2): 81-88
- Raimbault, M. 1998. General and Microbiological Aspects of Solid Substrate Fermentation. International Training Course on Solid-State Fermentation. Prosiding. Brazil. Hlm 1-20
- Rajanikanth, P., G.V. Subbaratnam, dan S.J. Rahaman. 2011. Evaluation of Pathogenicity to *Spodoptera litura* Fabricius of Different *Beauveria bassiana* Vuillemin Isolates Mass Multiplied on Economically Viable Substrates. International Journal of Bio-Resource and Stress Management 2(3): 293-297
- Ramdhania, D. 2015. Keefektifan *Beauveria bassiana* terhadap Rayap Tanah *Coptotermes curvignathus*. Tesis. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor
- Ramli, N. 2004. Petunjuk Teknis pada Berbagai Kegiatan Laboratorium, Laboratorium Lapangan. Balai Pengembangan Proteksi Tanaman Perkebunan Sumatera Utara
- Rao, G.V.R. dan H.C. Sharma. 2015. Integrated Pest Management (IPM) in Grain Legumes in Asia. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT)
- Roberts, D.W. dan R.A. Humber. 1981. Entomogenous Fungi. Hlm. 211-213. Dalam G.T Cole dan B. Kendrick (Eds.). Biology of Conidial Fungi Volume 2. Academic Press
- Sahayaraj, K. dan M.G. Paulraj. 1998. Screening The Relative Toxicity of Some Plant Extracts to *Spodoptera litura* Fab. (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae) of Groundnut. Journal of Fresenius Environment Bull 7: 557-560
- Sahayaraj, K. dan S.K.R. Namasivayam. 2008. Mass Production of Entomopathogenic Fungi Using Agricultural Products and By Products. African Journal of Biotechnology 7(12): 1907-1910



- Saleh, R.M., R. Thalib, dan Suprapti. 2000. Pengaruh Pemberian *Beauveria bassiana* Vuill terhadap Kematian dan Perkembangan Larva *Spodoptera litura* Fabricius di Rumah Kaca. Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika 1(1): 7-10
- Samuels, R.I., D.L.A. Coracini, C.A. Martins dos Santos, dan C.A.T. Gava. 2002. Infection of *Blissus antillus* (Hemiptera: Lygaeidae) Eggs by The Entomopathogenic Fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana*. Journal of Biological Control 23: 269-273
- Sanchez-Perez, L.C., J.E. Barranco-Florido, S. Rodriguez-Navarro, J. F. Cervantes-Mayagoitia, dan M.A. Ramos-Lopez. 2014. Enzymes of Entomopathogenic Fungi, Advances and Insights. Scientific Research Publishing Inc.
- Saputra, W.H. 2008. Pengaruh Penambahan Molase terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Udang Windu, *Penaeus monodon* Fab. yang Diberi Bakteri Probiotik Vibrio SKT-b. Skripsi. Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor
- Sathiyavimal, S., S. VasanthaRaj, S. Jagannathan, R.P. Senthilkumar, S. Vijayaram. 2014. Natural Sources of Coconut Component Used for Microbial Culture Media (NSM). International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research 26(2): 28-32
- Sekar, N., S. K. Veetil, dan M. Neerathilingam. 2013. Tender Coconut Water an Economical Growth Medium for The Production of Recombinant Proteins in *Escherichia coli*. Journal of BMC Biotechnology 13(70): 1-9
- Sianturi, N.B., Y. Pangestiningsih, dan L. Lubis. 2014. Uji Efektifitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals.) dan *Metarhizium anisopliae* (Metch) terhadap *Chilo sacchariphagus* Boj. (Lepidoptera: Pyralidae) di Laboratorium. Jurnal Online Agroekoteknologi 2(4): 1607-1613
- Sintim, H.O., T. Tashiro, dan N. Motoyama. 2009. Response of The Cutworm *Spodoptera litura* to Sesame Leaves or Crude Extracts in Diet. Journal of Insect Science 9: 52
- Soccol, C.R. dan L.S.P. Vandenberghe. 2003. Overview of Applied Solid-State Fermentation in Brazil. Journal of Biochemical Engineering 13: 205-213

- Soetopo, D. dan I.G.A.A Indrayani. 2007. Status, Teknologi, dan Prospek *Beauveria bassiana* untuk Pengendalian Serangga Hama. Jurnal Perspektif 6(1): 29-46

- Su, J., T. Lai, dan J. Li. 2012. Susceptibility of Field Populations of *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) in China to Chlorantraniliprole and The Activities of Detoxification Enzymes. *Journal of Crop Protection* 42: 217-222
- Suharto. 2004. Patogenitas Beberapa Isolat *Beauveria bassiana* pada *Plutella xylostella*. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 10(1): 8-12
- Sukamto, S. dan K. Yuliantoro. 2006. Pengaruh Suhu Penyimpanan terhadap Viabilitas *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. dalam Beberapa Pembawa. *Jurnal Pelita Perkebunan* 22(1): 40-57
- Suresh, P. V. dan M. Chandrasekaran. 1998. Utilization of Prawn Waste for Chitinase Production by Marine Fungus *Beauveria bassiana* by Solid State Fermentation. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 14: 655-660
- Tanada, Y. dan H.K. Kaya. 1993. *Insect Pathology*. New York. San Diego Academic Press, INC. Harcourt Brace Jovanovich Publisher
- Tithi, D.A., M.R. Amin, S.M.A. Hossain, dan H.M.S. Azad. 2010. Feeding and Development of *Spodoptera litura* larvae on Different Cotton Varieties. *Journal of Agroforestry Environment* 4(2): 113-116
- Toharisman, A. dan H. Santosa. 1999. Mutu Bahan Baku dan Preparasi Medium Fermentasi Pelatihan Teknologi Alkohol. *Pusat Penelitian Perkebunan Indonesia*
- Trizelia, M. Syahrawati, dan A. Mardiah. 2011. Patogenitas Beberapa Isolat Cendawan Entomopatogen *Metarhizium* spp. terhadap Telur *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). *Jurnal Entomologi Indonesia* 8(1): 45-54
- Untung, K. 2006. *Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu* (Edisi Kedua). Yogyakarta. Gadjah Mada University Press
- Wang, Q. dan L. Xu. Beauvericin, a Bioactive Compound Produced by Fungi: A Short Review. 2012. *Journal of Molecules* 17: 2367-2377
- Warisno. 2004. Mudah dan Praktis Membuat Nata de Coco. Jakarta. Media Pustaka
- Webster, J. dan R.W.S. Weber. 2007. *Introduction to Fungi*, Third Edition. Cambridge University Press
- Willet, D. dan C. Morrison. 2006. Using Molasse to Control Inorganic Nitrogen and pH in Aquaculture Ponds. Department of Primary Industries and Fisheries. *Journal of Queensland Aquaculture News* 28 (6-7)



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LAMPIRAN

**Tabel Lampiran 1. Hasil Analisis Ragam Kerapatan Konidia Jamur *B. bassiana* ( $10^7$  konidia/ ml)**

SK	dB	JK	KT	$F_{hitung}$	F tab 5%
Perlakuan	6	52,972	8,829	77,311*	2,57
Galat	21	2,398	0,114		
Total	27	55,370			

Keterangan: SK: Sumber Keragaman; dB: Derajat Bebas; JK: Jumlah Kuadrat; KT: Kuadrat Tengah; \* adalah berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95%

**Tabel Lampiran 2. Hasil Analisis Ragam Viabilitas Konidia Jamur *B. bassiana* (%)**

SK	dB	JK	KT	$F_{hitung}$	F tab 5%
Perlakuan	6	463,37	77,23	1,343	2,57
Galat	21	1207,31	57,49		
Total	27	1670,69			

Keterangan: SK: Sumber Keragaman; dB: Derajat Bebas; JK: Jumlah Kuadrat; KT: Kuadrat Tengah. Data yang digunakan adalah data hasil transformasi Arc-sin

**Tabel Lampiran 3. Hasil Analisis Ragam Mortalitas Larva *S. litura* yang Terinfeksi Jamur *B. bassiana***

SK	dB	JK	KT	$F_{hitung}$	F tab 5%
Perlakuan	7	10233,47	1461,92	32,11*	2,57
Galat	24	1092,65	45,53		
Total	31	11326,12			

Keterangan: SK: Sumber Keragaman; dB: Derajat Bebas; JK: Jumlah Kuadrat; KT: Kuadrat Tengah; \* adalah berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95%. Data yang digunakan adalah data hasil transformasi Arc-sin

**Tabel Lampiran 4. Hasil Analisis Ragam Waktu Kematian Larva *S. litura* yang Terinfeksi Jamur *B. bassiana* (hari)**

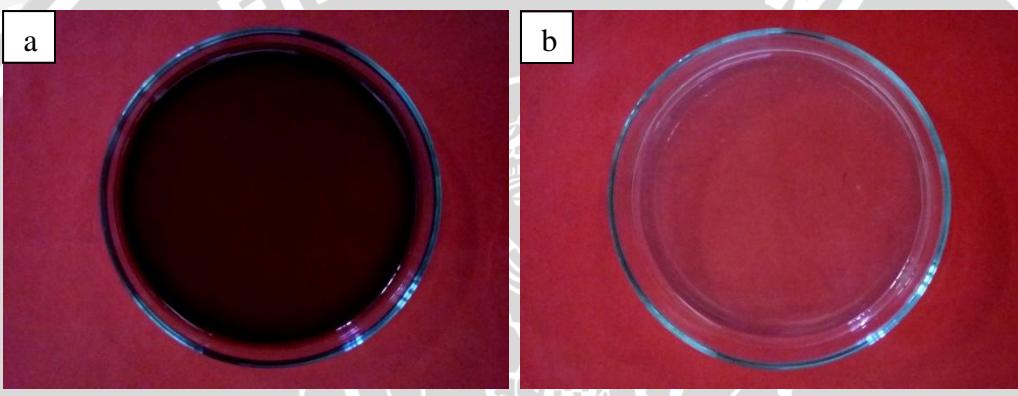
SK	dB	JK	KT	$F_{hitung}$	F tab 5%
Perlakuan	6	0,438	0,073	2,29	2,57
Galat	21	0,668	0,032		
Total	27	1,106			

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

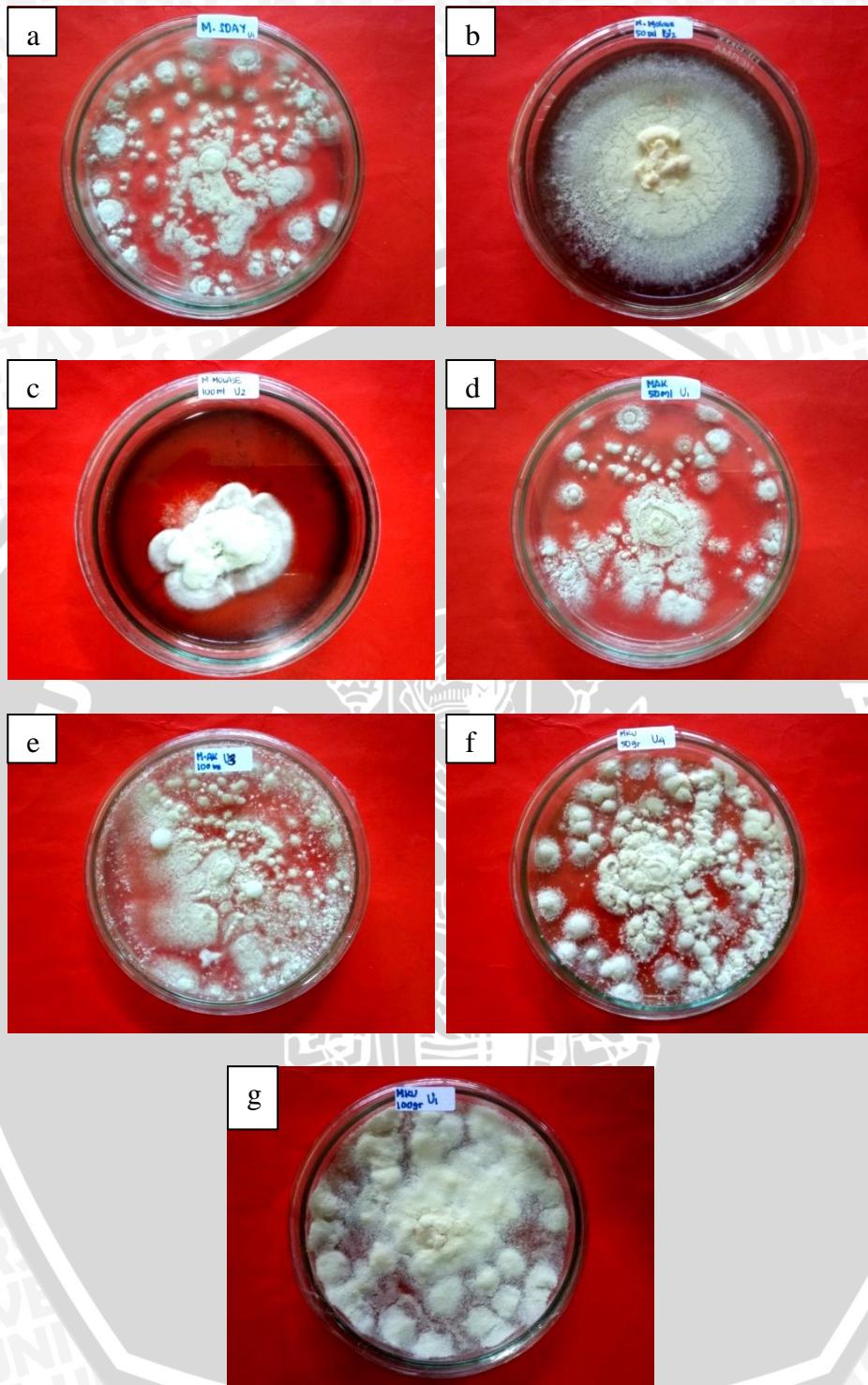




Gambar Lampiran 1. Perbanyakan Isolat Jamur *B. bassiana* (14 HSI)



Gambar Lampiran 2. Bahan yang Digunakan sebagai Media Pertumbuhan pada Penelitian (a: molase, b: air kelapa, c: tepung kulit udang)



Gambar Lampiran

3. Media Pertumbuhan dari Berbagai Bahan yang Diinokulasikan Jamur *B. bassiana* 14 HSI (a: media SDAY, b: media molase 5%, c: media molase 10%, d: media air kelapa 5%, e: media air kelapa 10%, f: media tepung kulit udang 5%, g: media tepung kulit udang 10%)