

**EFIKASI *Beauveria bassiana* Balsamo ENDOFITIK pada
TANAMAN KAILAN terhadap *Plutella xylostella* L.**

Oleh:

ISMATUL BARORO



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

MALANG

2017

**EFIKASI *Beauveria bassiana* Balsamo ENDOFITIK pada
TANAMAN KAILAN terhadap *Plutella xylostella* L.**

**OLEH
ISMATUL BARORO**

125040201111217

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

SKRIPSI

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

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

MALANG

2017

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 2017

Ismatul Baroro

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Efikasi *Beauveria bassiana* Balsamo Endofitik pada
Tanaman Kailan terhadap *Plutella xylostella* L.

Nama Mahasiswa : Ismatul Baroro

NIM : 125040201111217

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS.
NIP. 19580208 198212 1001

Silvi Ikawati, SP., MP., MSc
NIP. 20130487 0819 2001

Diketahui,
Ketua Jurusan,

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

Tanggal Persetujuan:

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

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

Silvi Ikawati, SP., MP., MSc.
NIK. 20140486 1210 2 001

Penguji III

Penguji IV

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

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

Tanggal Lulus:

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Skripsi ini kupersembahkan untuk

*Kedua Orangtuaku Ibu Suparmi dan Bapak
Abu Su'ud tercinta,*

*Kakakku Siti Solicha, Siti Zubaidah,
Nikmatul Izzah, Umi Hanik dan Sodik
tersayang,*

*Serta Ibu Laila Azizah, Bapak Sugeng
Hartoyo dan Abdullah Baskoro tercinta.*

RINGKASAN

Ismatul Baroro. 125040201111217. Efikasi *Beauveria bassiana* Balsamo Endofitik pada Tanaman Kailan terhadap *Plutella xylostella*. Dibawah bimbingan Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS. dan Silvi Ikawati, SP., MP., MSc.

Kailan (*Brassica var alboglabra*) merupakan salah satu sayuran komersil yang digemari masyarakat karena mengandung nilai gizi cukup tinggi dan rasa yang lezat. Proses budidaya kailan sering mengalami gangguan dari serangan hama *Plutella xylostella* yang mengakibatkan kegagalan hasil panen. Alternatif untuk pengendalian hama *P. xylostella* adalah dengan penggunaan mikroba jamur endofit. Jamur endofit adalah mikroorganisme yang hidup dan berkoloni di dalam jaringan inang tanpa menimbulkan efek negatif. Jamur patogen serangga yang mampu berasosiasi dengan tanaman salah satunya *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin. Jamur *B. bassiana* terbukti berhasil sebagai endofit secara buatan pada tanaman tomat, sorgum manis, pinus, kedelai, buncis dan kubis. Penelitian ini bertujuan mempelajari kemampuan endofitik *B. bassiana* pada tanaman kailan, mengevaluasi perbedaan kemampuan endofitik *B. bassiana* pada tiga teknik inokulasi yang berbeda yaitu perendaman benih, penyemprotan daun dan penyiraman tanah serta mengevaluasi perbedaan efikasi jamur *B. bassiana* yang diaplikasikan pada larva *P. xylostella*. Inokulasi *B. bassiana* ke dalam daun tanaman dengan teknik dimasukkan langsung.

Penelitian dilaksanakan di Sublaboratorium Nematologi, Jurusan hama dan Penyakit Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya dan *Green house* di Desa Karangwidoro Kecamatan Dau, Kabupaten Malang. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Mei sampai dengan September 2016. Metode pelaksanaan yaitu penanaman kailan, perbanyakkan larva *P. xylostella* instar II, perbanyakkan jamur *B. bassiana*, inokulasi *B. bassiana*, kemampuan kolonisasi endofitik *B. bassiana*, efikasi endofit *B. bassiana* terhadap *P. xylostella*. Rancangan yang digunakan adalah RAK dengan 6 perlakuan dan 4 ulangan. Penanaman kailan dilakukan tiga kali secara bersamaan. Perlakuan dari penelitian ini yaitu perendaman benih (kontrol), penyemprotan daun (kontrol), penyiraman tanah (kontrol), perendaman benih, penyemprotan daun, dan penyiraman tanah dengan suspensi *B. bassiana* kerapatan 1×10^8 spora/ml. Viabilitas jamur *B. bassiana* yang digunakan 80%. Efikasi endofitik *B. bassiana* terhadap *P. xylostella* menggunakan larva instar II sebanyak 10 ekor per perlakuan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jamur *B. bassiana* berhasil menjadi endofit pada tanaman kailan. Hal ini dibuktikan dengan koloni jamur *B. bassiana* yang tumbuh pada bagian daun, batang dan akar tanaman kailan. Selain dibuktikan dengan koloni yang tumbuh pada bagian tepi, juga dibuktikan melalui mortalitas *P. xylostella*. Rata-rata persentase koloni jamur *B. bassiana* dengan tiga teknik inokulasi tertinggi diperoleh dari perendaman benih sebesar 13.87% dan terendah pada penyemprotan daun 5,55% serta penyiraman tanah 2,77%.

Persentase mortalitas tertinggi larva *P. xylostella* oleh endofit *B. bassiana* diperoleh dari teknik perendaman benih sebesar 45% dengan LT_{50} 409,48 dan hasil terendah dari penyemprotan daun 37,5% dengan LT_{50} 1090,21 serta penyiraman tanah sebesar 35% dengan LT_{50} 679,15.



SUMMARY

Ismatul Baroro. 125040201111217. Efficacy *Beauveria bassiana* Balsamo Endophytic in the Kailan to *Plutella xylostella* L. Supervised by Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS. and Silvi Ikawati, SP., MP., MSc.

Kailan (*Brassica* var *alboglabra*) is one of the popular community of commercial vegetables because they contain fairly high nutritional value and taste delicious. Kailan cultivation process often experience disturbances from pests *Plutella xylostella* which resulted in the failure of the harvest. Alternatives for pest control *P. xylostella* is to use microbes endophytic fungi. Endophytic fungi are microorganisms that live and colonize in the host tissue without causing negative effects. Entomopathogenic fungal can be association with plant include *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin. *B. bassiana* is succeeded to proceef as artificial of endophytic on tomato, sweet sorgum, pine, soybean,bean, and cabbage. This research aims to study the ability of endophytic *B. bassiana* on plant kailan, evaluate differences in the ability of endophytic *B. bassiana* on three different technique inoculation that seed soaking, spraying leaves and watering the soil as well as evaluating the efficacy differences fungus *B. bassiana* were applied on larvae *P. xylostella*, Inoculation of *B. bassiana* into the leaves of plants with a technique.

Research conducted at the Sublaboratorium Nematologi, Department of Plant Pest and Diseases, Faculty of agriculture, University of Brawijaya and Green House in the village Karangwidoro districts Dau, Malang. Time enforceabfrom May until September 2016. Evaluation endophytes *B. bassiana* to *P. xylostella*. Randomized used Randomized Complete Block Design (RCBD) with 6 treatment and 4 block until acquisition 24 plants. Treatment for research is inoculating seeds (control), leaves (control), soil (control), seeds, leaves, and soil with suspension of 1×10^8 spore/ml. Viability that used is 80%. Efficacy test used each densityheld 10 larvae.

The results showed that *B. bassiana* fungus manages to be endophyte in plants kailan. This is evidenced by colonies of *B. bassiana* fungus that grows on the edges of the leaves, stems and roots. Besides evidenced by colonies that grow on the edges, also evidenced by the mortality of *P. xylostella*. The average percentage of colonies of fungus *B. bassiana* with the three highest inoculation technique of soaking seeds obtained by 13.87% and the lowest at 5.55% leaf spraying and watering the soil of 2.77%. The highest mortality of larvae of *P. xylostella* by endophytic *B. bassiana* obtained from the soaking of seeds is 45% with LT_{50} 409,48 and the lowest result of spraying leaves is 37,5 with LT_{50} 1090,21 and of watering the soil by 35% with LT_{50} 679,15.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah dan puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan jalan dan ridho penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Efikasi *Beauveria bassiana* Balsamo Endofitik pada Tanaman Kailan terhadap *P. xylostella* L.”

Penulis menyadari telah banyak menerima bantuan dalam menyelesaikan Skripsi. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih atas segala bantuan dari semua pihak, terutama kepada Bapak Dr.Ir.Aminudin Afandhi, MS. dan Ibu Silvi Ikawati, SP., MP., MSc. selaku dosen pembimbing atas segala kesabaran, nasihat dan bimbingan kepada penulis selama penyusunan skripsi. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Ketua Jurusan Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. beserta seluruh dosen atas bimbingan dan arahan yang selama ini diberikan serta kepada karyawan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya atas fasilitas dan bantuan yang diberikan.

Penghargaan yang tulus penulis berikan kepada kedua orang tua dan kakak yang selalu memberikan dukungan, cinta, kasih sayang dan doanya kepada penulis. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Ibu Lailatu Azizah, Bpada Sugeng Hartoyo, Abdullah Baskoro, teman-teman Kos 260 D Summersari, Malang, teman-teman HPT FP UB 2012 dan teman-teman Agroekoteknologi 2012 yang tidak bisa disebutkan satu persatu dalam mendukung terlaksananya tugas akhir penulis.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi masyarakat dan memberikan sumbangan pemikiran bagi ilmu pengetahuan.

Malang, Januari 2017

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di kota Pasuruan pada tanggal 06 Juli 1994 sebagai anak keenam dari enam bersaudara pasangan Bapak Abu Su'ud dan Ibu Suparmi. Penulis menempuh pendidikan dasar di SD Negeri 1 Pasrepan, Pasuruan pada tahun 2000 hingga tahun 2006, kemudian penulis melanjutkan ke SMP Negeri 1 Gondangwetan pada tahun 2006 hingga tahun 2009. Setelah itu, penulis melanjutkan pendidikan ke SMA Negeri 1 Gondangwetan pada tahun 2009 hingga tahun 2012. Di tahun yang sama penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur, melalui jalur SNMPTN Undangan..

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah mengikuti Asisten Praktikum Manajemen Hama dan Penyakit Terpadu pada tahun 2015. Penulis juga mengikuti kegiatan PKM-GT pada tahun 2013, selain itu penulis juga pernah mengikuti organisasi HIMAPTA (Himpunan Mahasiswa Perlindungan Tanaman) yang menjabat sebagai anggota INFOKOM (Informasi dan Komunikasi) pada tahun 2015-2016. Penulis juga pernah aktif dalam kegiatan kepanitiaan EKSPEDISI (Eksplorasi Potensi dan Kreativitas) pada tahun 2015 yang menjabat sebagai anggota PDD pada tahun 2015 serta PROTEKSI (Pendidikan Dasar dan Orientasi Terpadu Keprofesian) pada tahun 2015 yang menjabat sebagai anggota pendamping.

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|---------|
| RINGKASAN | i |
| SUMMARY | ii |
| KATA PENGANTAR..... | iii |
| RIWAYAT HIDUP | iv |
| DAFTAR ISI..... | v |
| DAFTAR TABEL..... | vi |
| DAFTAR GAMBAR | vii |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| Latar Belakang | 1 |
| Tujuan..... | 3 |
| Hipotesis | 3 |
| Manfaat..... | 3 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| Tanaman Kailan (<i>Brassica var alboglabra</i>)..... | 4 |
| Biologi <i>P. xylostella</i> | 4 |
| Jamur Patogen Serangga <i>Beauveria bassiana</i> | 11 |
| Kemampuan Endofitik <i>B. bassiana</i> Berkolonisasi pada Jaringan Tanaman...12 | 12 |
| Mekanismae Endofitik <i>B. bassiana</i> | 14 |
| Kemampuan Endofitik <i>B. bassiana</i> dalam Mengendalikan Serangga | 15 |
| Mekanismae Endofitik <i>B. bassiana</i> dalam Mengendalikan Serangga | 16 |
| III. METODE PENELITIAN | 18 |
| Tempat dan Waktu Pelaksanaan | 18 |
| Alat dan Bahan | 18 |
| Metode Penelitian..... | 18 |
| Persiapan Penelitian | 18 |
| Penanaman Tanaman Kailan | 18 |
| Persiapan Larva <i>P. xylostella</i> Instar II..... | 19 |
| Persiapan Perbanyakkan Jamur <i>B. bassiana</i> | 19 |
| Pelaksanaan Penelitian | 22 |
| Inokulasi <i>B. bassiana</i> Pada Tanaman Kailan | 22 |
| Kemampuan Kolonisasi Endofitik <i>B. bassiana</i> pada Tanaman kailan..... | 23 |
| Efikasi Endofit <i>B. bassiana</i> terhadap <i>P. xylostella</i> | 24 |
| Variabel Pengamatan..... | 24 |
| Analisis Data | 26 |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | 27 |
| Kemampuan Endofitik <i>B. bassiana</i> Pada Tanaman Kailan | 27 |
| Kolonisasi <i>B. bassiana</i> Pada Tanaman Kailan..... | 28 |
| Efikasi Jamur <i>B. bassiana</i> Terhadap Larva <i>P. xylostella</i> | 31 |

| | |
|-------------------------------|----|
| V. KESIMPULAN DAN SARAN | 36 |
| Kesimpulan..... | 36 |
| Saran | 36 |
| DAFTAR PUSTAKA | 37 |
| LAMPIRAN | 42 |



DAFTAR TABEL

| Nomor | Teks | Halaman |
|-------|--|---------|
| 1. | Perlakuan Pengujian Metode Inokulasi | 22 |
| 2. | Rerata Persentase Mortalitas Larva <i>P. xylostella</i> Akibat <i>B. bassiana</i> dari seluruh Perlakuan | 28 |
| 3. | Rerata Persentase Endofitik <i>B. bassiana</i> pada Bagian Tanaman Kailan..... | 29 |
| 4. | Kolonisasi jamur <i>B. bassiana</i> pada Bagian Tanaman Kailan..... | 29 |
| 5. | Rerata Persentase Mortalitas Larva <i>P. xylostella</i> Akibat Jamur <i>B. bassiana</i> pada Perlakuan Teknik Inokulasi yang Berbeda | 31 |
| 6. | LT ₅₀ Jamur <i>B. bassiana</i> Terhadap Larva <i>P. xylostella</i> pada Teknik Inokulasi yang Berbeda | 33 |

Lampiran

| Nomor | Lampiran | Halaman |
|-------|--|---------|
| 1. | Deskripsi benih kailan..... | 43 |
| 2. | Analisis Sidik Ragam Tingkat Kolonisasi <i>B. bassiana</i> pada Bagian Daun Tanaman Kailan 7 hsi..... | 44 |
| 3. | Analisis Sidik Ragam Tingkat Kolonisasi <i>B. bassiana</i> pada Bagian Batang Tanaman Kailan 7 hsi..... | 44 |
| 4. | Analisis Sidik Ragam Tingkat Kolonisasi <i>B. bassiana</i> pada Bagian Akar Tanaman Kailan 7 hsi..... | 44 |
| 5. | Analisis Sidik Ragam Mortalitas <i>P. xylostella</i> Tanaman Kailan Endofitik <i>B. bassiana</i> Per 24 Jam Sampai Ke n..... | 44 |



DAFTAR GAMBAR

| Nomor | Teks | Halaman |
|-------|--|---------|
| 1. | <i>Plutella xylostella</i> | 9 |
| 2. | Endofit <i>B. bassiana</i> pada tepi daun, batang, dan akar kailan di media ADK .. | 27 |
| 3. | Morfologi endofit jamur <i>B. bassiana</i> dari tanaman Kailan..... | 28 |
| 4. | Tingkat Kolonisasi <i>B. bassiana</i> di dalam daun, batang dan akar kailan pada 7 HSI | 29 |
| 5. | Hifa <i>B. bassiana</i> pada tubuh larva <i>P. xylostella</i> | 33 |
| 6. | LT ₅₀ jamur <i>B. bassiana</i> terhadap larva <i>P. xylostella</i> pada teknik inokulasi yang berbeda | 34 |



Lampiran

| Nomor | Lampiran | Halaman |
|-------|--------------------------------------|---------|
| 1. | Denah pengacakan penelitian..... | 43 |
| 2. | Penanaman kailan pada polibag | 45 |
| 3. | Uji sterilisasi pada media ADK | 45 |
| 4. | Perlakuan pada tanaman kailan..... | 45 |



I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kailan (*Brassica var alboglabra*) merupakan salah satu sayuran komersil yang memiliki harga yang lebih stabil bila dibandingkan dengan brokoli (Zuhri, 2010). Fluktuasi produksi pada budidaya kailan sering terjadi. Penyebab fluktuasi produksi tanaman kailan salah satunya karena serangan *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) (Suharyon dan Susilawati, 2012). Hama *P. xylostella* merupakan hama yang merugikan tanaman Brassicaceae, selain kailan hama ini juga menyerang kubis, brokoli, kol dan *Brassica napus* (Batta, 2012). Di lapang, *P. xylostella* menyebabkan daun berlubang, pada tingkat populasi larva yang tinggi menyebabkan hanya tinggal tulang daunnya saja. Serangan *P. xylostella* menyebabkan kerugian hingga mencapai 83% dan merugikan sebagian besar petani (Wang *et al.*, 2004).

Upaya pengendalian hama *P. xylostella* ditingkat petani menggunakan pestisida karena lebih efektif dalam mengendalikan serangan hama. Penggunaan pestisida pada jangka panjang akan merusak lingkungan dan ketidakseimbangan agroekosistem. Alternatif untuk pengendalian hama *P. xylostella* adalah dengan penggunaan mikroba jamur endofit. Jamur endofit adalah mikroorganisme yang hidup dan berkoloni di dalam jaringan inang tanpa menimbulkan efek negatif (Prihatiningtias, 2006). Jamur endofit yang berasosiasi dengan tanaman tidak hanya berperan sebagai patogen serangga dan antagonis, tetapi juga patogen terhadap tanaman (Ariyanto *et al.*, 2013). Jamur patogen serangga yang mampu berasosiasi dengan tanaman kubis salah satunya *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Fatahuddin *et al.*, 2003 : Zhang dan Vidal, 2014)

Kemampuan jamur endofitik *B. bassiana* mempunyai peran yang luas untuk tanaman salah satunya sebagai patogen serangga. Pada tanaman kubis *B. bassiana* dapat menjadi endofit dan patogen serangga terhadap *P. xylostella* (Zhang dan Vidal, 2014). Endofit *B. bassiana* juga menyebabkan mortalitas dan penurunan populasi *Helicoverpa armigera* (Qayyum *et al.*, 2015). Endofit *B. bassiana* juga mampu menekan serangan *Helicoverpa zea* dan membantu mentransfer unsur hara dari tanah ke akar, sehingga mampu merangsang pertumbuhan tanaman kapas (Lopes dan Sword, 2015). Selain itu, *B. bassiana*

juga dapat menekan pertumbuhan patogen penyakit. Endofit *B. bassiana* menekan pertumbuhan patogen *Xanthomonas axonopodis* pv, *Rhizoctonia solani*, dengan antibiosis di tanaman tomat dan kapas (Ownley et al., 2008).

Kolonisasi jamur endofit dalam bagian jaringan tanaman berbeda setiap tanaman. Pada tanaman kakao jamur *B. bassiana* secara alami masuk dalam tanaman melalui daun (Thebroma, 2005). Jamur endofit mampu berkolonisasi dalam bagian tanaman secara alami maupun dengan cara inokulasi yang dihasilkan dari perendaman benih, penyemprotan daun maupun penyiraman tanah dengan suspensi *B. bassiana*. Pada tanaman kubis *B. bassiana* terbukti berhasil menjadi endofit dengan teknik inokulasi (Fatahuddin *et al.*, 2003; Zhang), kedelai (Kusuma, 2015), *Vicia faba* dan buncis (Akutse *et al.*, 2013), serta tomat (Qayyum *et al.*, 2015) .

Teknik inokulasi yang digunakan untuk *B. bassiana* menjadi endofit yaitu perendaman benih, penyemprotan daun, dan penyiraman tanah. Teknik perendaman benih dapat digunakan untuk membuat *B. bassiana* menjadi endofit pada tanaman buncis (Behie *et al.*, 2015). Selain teknik perendaman benih, penyemprotan daun juga dapat digunakan untuk menjadikan *B. bassiana* sebagai endofit pada tanaman *Brassica napus* dan tanaman buncis (Batta, 2012; Parsa *et al.*, 2013). Teknik penyiraman tanah juga dapat digunakan untuk membuat *B. bassiana* sebagai endofit pada tanaman buncis (Parsa *et al.*, 2013). Dari teknik perendaman benih menghasilkan tingkat kolonisasi *B. bassiana* yang lebih tinggi dibandingkan teknik penyiraman tanah pada tanaman buncis (Fatahuddin *et al.*, 2003). Sedangkan pada tanaman kedelai penyiraman tanah menghasilkan tingkat kolonisasi *B. bassiana* lebih tinggi dibandingkan perendaman benih dan penyemprotan daun (Kusuma, 2015). Pada tanaman tomat, perbedaan tingkat kolonisasi *B. bassiana* dan mortalitas *H. armigera* disebabkan oleh perbedaan teknik inokulasi yaitu penyemprotan daun, injeksi batang, perendaman akar dan pencampuran dengan pupuk (Qayyum, 2015).

Tujuan

Penelitian ini bertujuan:

1. Mempelajari kemampuan endofitik *B. bassiana* pada tanaman kailan.
2. Mengevaluasi perbedaan kemampuan endofitik *B. bassiana* pada tiga teknik inokulasi yang berbeda yaitu perendaman benih, penyemprotan daun dan penyiraman tanah.
3. Mengevaluasi perbedaan efikasi jamur *B. bassiana* yang diaplikasikan pada larva *P. xylostella*. Inokulasi *B. bassiana* ke dalam daun tanaman dengan teknik dimasukkan langsung yaitu perendaman benih, penyemprotan daun dan penyiraman tanah.

Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah:

1. Persentase kolonisasi endofit *B. bassiana* pada tanaman kailan menggunakan teknik perendaman benih lebih tinggi dibandingkan penyemprotan daun dan penyiraman tanah.
2. Mortalitas *P. xylostella* oleh infeksi endofit *B. bassiana* menggunakan teknik perendaman benih lebih tinggi mortalitasnya dibandingkan dengan penyemprotan daun dan penyiraman tanah.

Manfaat

Manfaat penelitian ini diharapkan memberikan informasi teknik inokulasi konidia jamur *B. bassiana* sebagai endofit pada tanaman kailan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Tanaman Kailan (*Brassica var alboglabra*)

Klasifikasi tanaman kailan masuk pada Sub kingdom Spermatophyta, Divisi Magnoliophyta, Kelas Magnoliopsida, Ordo Capparales, Famili Cruciferae (Brassicaceae), Genus *Brassica L. Mustard* dan Spesies *Brassica var alboglabra*. Syarat tumbuh tanaman kailan berkisar pada ketinggian 1000-2000 diatas permukaan air laut. Suhu yang baik berkisar antara 15-25° serta cukup mendapat sinar matahari. Tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman kailan yaitu keadaan tanah yang gembur dengan pH 5.5-6.5, umumnya tanaman kailan dapat tumbuh dan beradaptasi di semua jenis tanah baik tanah yang bertekstur ringan sampai berat (Suharyon dan Susilawati, 2012). Hama yang menyerang tanaman kailan yaitu ulat daun (*Plutella xylostella*), *Aphids* dan penyakit yang menyerang busuk basah (*Erwinia carotovora*) serta akar gada (*Plamodiophora brassicae*) (Suharyon dan Susilawati, 2012).

Biologi *Plutella xylostella*



Gambar 1. *Plutella xylostella*: (A= Larva *P. xylostella*, B= Pupa *P. xylostella*, C= Imago *P. xylostella*) (Nos, 1953)

Klasifikasi *Plutella xylostella* masuk pada Filum Arthropoda, Kelas Insecta, Ordo Lepidoptera, Famili Yponomeutidae, Genus *Plutella*, Spesies *Plutella xylostella*. *P. xylostella* merupakan serangga yang bersifat oligophagus

dan hidup pada tumbuhan dengan family brassicaea. Gejala serangan *P. xylostella* pada tanaman tergantung pada instar larva yang menyerang. Serangan larva instar kedua sampai keempat menimbulkan gejala jendela transparan pada daun, serangan yang hebat akan mengakibatkan daun hanya tinggal tulang-tulang daun (Sastrosiswojo, 1987).

Serangga dewasa *P. xylostella* berupa ngengat kecil dengan panjang 6 mm, berwarna coklat kelabu, dan aktif pada malam hari. Sayap depan terdapat tiga buah lekukan (undulasi) yang berwarna putih seperti berlian. Ngengat *P. xylostella* tidak dapat terbang jauh, jarak terbang horizontal adalah 3 sampai 4 m. Masa hidup ngengat betina berkisar 20,3 hari dan melakukan kawin hanya sekali (Vos, 1953).

Telur berbentuk telur oval berukuran 0,6 mm x 0,3 mm, berwarna kuning, berkilau dan lembek. Ngengat betina meletakkan telur secara tunggal atau dalam kelompok kecil (tiga atau empat butir), atau dalam gugusan (10-20 butir) di sekitar tulang daun pada permukaan daun kubis sebelah bawah (Vos, 1953). Ngengat betina bertelur selama 19 hari dan jumlah telur sekitar 244 butir, dengan lama stadium telur tiga hari (Vos, 1953).

Larva berbentuk silindris, berwarna hijau muda, relatif tidak berbulu, dan mempunyai lima pasang *proleg* (Harcourt 1954). Larva *P. xylostella* terdiri atas empat instar (Vos, 1953; Harcourt, 1957). Panjang larva dewasa instar ke tiga dan empat berkisar 1 cm. Larva memiliki pergerakan yang lincah dan jika tersentuh menjatuhkan diri serta menggantungkan diri dengan benang halus. Larva jantan dibedakan dari larva betina karena memiliki sepasang calon testis yang berwarna kuning (Sastrosiswojo, 1987). Lama stadium larva instar ke satu 3,7 hari, larva instar kedua 2,1 hari, larva instar ketiga 2,7 hari, dan larva instar keempat 3,7 hari (Vos, 1953).

Larva instar ke empat dengan prapupa tidak terjadi pergantian kulit (Harcourt, 1954). Panjang pupa berkisar 6,3-7,0 mm dan lebar 1,5 mm (Harcourt, 1954). Pupa *P. xylostella* dibungkus kokon (jala sutera) yang tebal dari benang-benang halus. Pupa berwarna kuning kehijauan setelah satu atau dua hari warnanya berubah menjadi kecoklatan sampai coklat gelap (Bhalla dan Dubey,

1986). Lama hidup pupa dipengaruhi oleh suhu, semakin tinggi suhu maa pupa akan semakin singkat (Koshihara, 1986).

Imago atau ngengat *P. xylostella* berwarna coklat keabu-abuan dengan panjang sayap jantan ± 1.97 mm dan betina ± 13.6 mm. Pada sayap depan terdapat tiga bentuk indulasi memanjang di bagian tepin sayap. Pada keadaan istirahat tiga bentuk indulasi tersebut membentuk pola yang menyerupai berlian (Bhalla dan Dubey, 1986).

Jamur Patogen Serangga *B. Bassiana*

Jamur *B. bassiana* yang merupakan jamur entomopatogen digolongkan ke dalam Filum Ascomycota, Kelas Hyphomycetes, Ordo Hypocreales, Famili Cordycipitaceae, Genus Beauveria, Spesies: *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Tesfaye dan Seyoum, 2010). Kenampakan jamur *B. bassiana* pada media mempunyai koloni berwarna putih dengan hifa menyerupai benang kapas (Afandhi *et al.*, 2012) kekuningan pada bagian tengah dan tepi. Koloni bertekstur halus, permukaan koloni menggunung dan memiliki miselia yang rapat. Bentuk koloni membulat, elevasi cembung dan tidak memiliki lingkaran konsentris.

Kenampakan jamur *B. bassiana* secara makroskopis mempunyai miselia yang bersekat dan berwarna putih dengan diameter 4 μm di dalam tubuh serangga, dan diluar tubuh serangga ukurannya lebih kecil yaitu 2 μm . Hifa fertil terdapat pada cabang (*branchlets*), tersusun melingkar (*verticillate*), dan biasanya menggelembung atau menebal. Konidia menempel pada ujung sisi konidiofor atau cabang-cabangnya. Konidia bersel satu, bentuknya oval agak bulat (*globose*) sampai dengan bulat telur (*obovate*). Konidiofor berbentuk zig-zag dan berkelompok, sedang miselium di bawahnya menggelembung. Bentuk konidiofor yang oval dan tumbuh secara zig-zag merupakan ciri khas dari genus Beauveria. *B. bassiana* juga dikenal sebagai penyakit *white muscardine mushroom* karena miselia dan konidia yang dihasilkan berwarna putih (Soetopo dan Indrayani, 2007). c

Faktor suhu dan kelembaban sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan konidia *B. bassiana*. *B. bassiana* tumbuh pada kelembaban 80-100% dan suhu optimal pertumbuhan berkisar antara 25-30°C, minimum 10°C dan maksimum 32°C. Konidia akan berkembang dengan baik pada kelembaban 92%

(Wiryadiputra, 1994). pH optimum untuk pertumbuhannya adalah 5,7-5,9 dan untuk pembentukan konidium 7-8 (Domsch *et al.*, 1993).

Kemampuan Endofitik *B. bassiana* Pada Tanaman

Jamur endofit hidup di jaringan tanaman yang sehat tanpa menyebabkan dampak negatif pada tanaman (Ghimire dan Hyde, 2004; Schulz dan Boyle, 2006). Jamur endofit terdapat pada jaringan tanaman seperti daun, buah, ranting, ataupun akar tanaman dan dapat ditemukan pada berbagai varietas inang di seluruh dunia, termasuk pada pohon, semak, lumut, rumput-rumputan dan tumbuhan paku. Endofit yang hidup di dalam jaringan tanaman membentuk koloni tanpa membahayakan tanaman (Prihatiningtias, 2006). Endofit berpengaruh positif pada tanaman seperti meningkatkan pertumbuhan dan ketahanan tanaman terhadap tekanan abiotik serta menghasilkan toksin sehingga tidak patogenik terhadap tanaman atau menginduksi ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit (M'Piga *et al.*, 1997).

Jamur endofit membentuk koloni ditanaman sehat hanya pada beberapa jaringan seperti akar, batang maupun daun tertentu, sehingga keberadaan jamur endofit tidak semuanya tumbuh dibagian tanaman. Beberapa jamur endofit hanya membentuk koloni di salah satu bagian tanaman, sehingga tidak semua bagian tanaman secara acak terjadi pertumbuhan jamur (Johnston *et al.*, 2006). Keberadaan jamur endofit berhubungan dengan banyaknya paparan sinar matahari yang diterima bagian tanaman. Paparan sinar matahari mengandung UV yang dapat membuat *B. bassiana* rusak (Behie *et al.*, 2015). Sinar UV dapat menyebabkan mutasi kromosom hingga merusak DNA (Raiet *et al.*, 2014). Jamur endofit berasosiasi dengan inangnya digolongkan menjadi dua kelompok yaitu mutualisme konstitutif dan induktif (Carrol, 1998). Mutualisme konstitutif merupakan asosiasi antara jamur dengan tumbuhan terutama rumput-rumputan, dengan menginfeksi ovula (benih) inang, dan penyebarannya melalui benih serta organ penyerbukan. Mutualisme induktif asosiasi antara jamur dengan tumbuhan, dengan penyebaran air dan udara, dan menginfeksi bagian batang dan daun dalam keadaan metabolisme inaktif.

Jamur *B. bassiana* sebagai endofit pada tanaman jagung (Bing dan Lewis, 1991), pisang (Cao *et al.*, 2002), dan sorgum (Tefera and Vidal, 2009). Jamur

endofit *B. bassiana* pada tanaman juga mampu menekan pertumbuhan serta menyebabkan kematian hama *Helicoverpa armigera* pada tanaman tomat (Qayyum *et al.*, 2015), hama *Plutella xylostella* pada kubis, dan *Plutella xylostella* pada tanaman *Brassica napus* (Batta, 2012). Selain sebagai pengendalian hama jamur *B. bassiana* juga mampu menekan serangan penyakit pada tanaman tomat (Pramesti, 2015). Endofit *B. bassiana* selain mampu menekan serangan hama dan penyakit juga dapat merangsang pertumbuhan tanaman kapas (Loper dan Sword, 2015). Mekanisme endofit dalam merangsang pertumbuhan tanaman belum diketahui secara jelas, kecuali beberapa spesies memiliki kemampuan dalam memproduksi fitohormon seperti etilen, auksin, sitokinin (Bacon dan Hinton 2002) atau meningkatkan kemampuan tanaman dalam menyerap hara (Hallmann *et al.*, 1997). Jamur *B. bassiana* membantu transfer unsur hara dari dalam tanah masuk ke tanaman, sehingga nutrisi tanaman terpenuhi dan merangsang pertumbuhan tanaman (Saikkonem *et al.*, 2015)

Kemampuan jamur *B. bassiana* berasosiasi menjadi endofit pada tanaman melalui inokulasi. Metode inokulasi jamur endofit yang digunakan dengan perendaman benih, penyemprotan daun, penyiraman suspensi pada tanah dan biasanya juga melalui penyemprotan suspensi pada bunga. Pengujian mengenai endofitisme yang sering dilakukan oleh peneliti antara lain melalui perendaman benih, penyemprotan suspensi pada daun, dan penyiraman suspensi pada tanah. Metode inokulasi yang digunakan berpengaruh pada tingkat kolonisasi jamur menjadi endofit. Jamur patogen serangga *B. bassiana* dengan metode suspensi yang disiramkan ke tanah serta penyemprotan pada daun mendapatkan tingkat kolonisasi yang lebih tinggi menjadi endofit dibandingkan dengan metode perendaman benih pada kedelai (Kusuma, 2015). Tanaman *Brassica napus* dengan penyemprotan suspensi pada daun menghasilkan endofit hingga 83% (Batta, 2012), sedangkan pada tanaman kubis metode aplikasi perendaman benih *B. bassiana* memiliki tingkat kolonisasi 97% bila dibandingkan dengan penyiraman suspensi pada tanah yang mencapai 96% (Fatahuddin *et al.*, 2003).

Mekanisme Endofitik *B. bassiana* Pada Tanaman

Jamur endofit berasosiasi dengan tanaman dibagi menjadi dua yaitu, *Clavicipitaceus* dan *Non-Clavicipitaceus*. *Clavicipitaceus* berasosiasi dengan tanaman dengan transmisi vertikal dari biji dan reproduksi spora, sedangkan *Non-Clavicipitaceus* dengan transmisi horizontal (Rodriguez *et al.*, 2009). Khusus jamur endofit yang mampu berasosiasi dengan tanaman di bawah atau di atas permukaan tanah dari divisi Zygomycota dan Ascomycota (Vidal dan Jaber, 2015). Jamur patogen serangga termasuk *Non-Clavicipitaceus* meliputi *B. bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, dan *isaria (Paecilomyces)* spp. memberi pengaruh negatif terhadap serangga hama, patogen tanaman dan pemacu pertumbuhan tanaman (Owenley *et al.*, 2008; Vega *et al.*, 2009).

Mekanisme infeksi dan perkembangan endofit pada jaringan inang masuk melalui perakaran sekunder dengan mengeluarkan enzim selulosa atau pektinase (Agarwal dan Shenden, 1987) atau bagian atas tanaman seperti batang, bunga, radikel kecambah, stomata maupun kotiledon dan daun yang sobek (Kobayashi dan Plumbo, 2000). Jamur endofit berkoloni di titik tempat masuk atau menyebar ke seluruh bagian tanaman (Halmann *et al.*, 1997) hidup dalam sel, ruang interseluler atau dalam sistem pembuluh. Sumber inokulum jamur endofit umumnya spora yang terbang di udara, bisa juga ditularkan melalui biji atau vektor serangga (Ghimire dan Hyde, 2004; Aly *et al.*, 2011).

Jamur endofit melindungi tanaman terhadap serangan patogen atau serangga meliputi, penghambatan pertumbuhan patogen secara langsung melalui senyawa antibiotik dan enzim litik yang dihasilkan, penghambatan secara tidak langsung melalui perangsangan endofit terhadap tanaman dalam pembentukan metabolit sekunder seperti asam salisilat, asam jasmonat, dan etilene yang berfungsi dalam pertahanan tanaman terhadap serangan patogen atau yang berfungsi sebagai antimikroba seperti fitoaleksin, perangsangan pertumbuhan tanaman sehingga lebih kebal dan tahan terhadap serangan patogen, kolonisasi jaringan tanaman sehingga patogen sulit penetrasi dan hiperparasit (Gao *et al.*, 2010).

Pada metode inokulasi *B. bassiana* dengan perendaman benih terjadi proses imbibisi secara difusi, air masuk ke dalam benih mengakibatkan perubahan fisik

kulit benih menjadi lunak, sehingga benih merekah dan konidia *B. bassiana* yang menempel akan masuk ke dalam jaringan benih (Fatahuddin *et al.*, 2003). Konidia jamur endofit dapat berada dalam jaringan tanaman dengan cara menembus kulit benih (Rodriguez *et al.* 2008). Jamur endofit dapat berada dalam jaringan tanaman melalui benih, karena benih mengandung karbohidrat yang merupakan sumber nutrisi bagi perkembangan jamur (Fatahuddin *et al.*, 2003).

Jamur *B. bassiana* dapat menjadi endofit dengan penyemprotan daun masuk melalui stomata daun. Suspensi konidia *B. bassiana* yang disemprotkan ke daun kopi akan menempel dipermukaan daun, selanjutnya akan masuk ke jaringan daun melalui stomata (Posada *et al.*, 2007). *B. bassiana* melakukan penetrasi di stomata daun (Jaber, 2015). *B. bassiana* melakukan penetrasi di epidermis daun dan berpindah melalui jaringan vaskuler yaitu xilem, pada tanaman bayam (Landa *et al.*, 2013). *B. bassiana* dapat tumbuh dan berpindah tempat melalui jaringan vaskuler pada tanaman jagung (Wagner dan Lewis, 2000). Hifa *B. bassiana* yang diamati melalui mikroskop elektro pada tanaman kopi tumbuh di xilem (Posada *et al.*, 2007).

Metode inokulasi suspensi *B. bassiana* disiram ke tanah, konidia dapat melekat pada permukaan akar, masuk melalui bulu akar bersama dengan air menuju pembuluh xilem menyebar ke batang dan daun (Fatahuddin *et al.*, 2003). Jamur yang berada dalam tanah dapat melakukan penetrasi melalui akar dan menyebar ke jaringan tanaman (Agrios, 1996). Berdasarkan pernyataan diatas diduga konidia *B. bassiana* dapat penetrasi melalui bulu akar bersama dengan air dan menyebar melalui xilem.

Kemampuan Endofitik *B. bassiana* Dalam Mengendalikan Serangga

Jamur endofit *B. bassiana* dapat mengendalikan hama. Endofit *B. bassiana* pada tanaman tomat dapat mengendalikan *Helicoverpa armigera* dengan meningkatkan mortalitas dan menurunkan populasi (Qayyum *et al.*, 2015). Pada tanaman kapas endofit *B. bassiana* mampu meningkatkan ketahanan terhadap *Helicoverpa zea* sampai generasi kedua (Lopez dan Sword, 2015). Endofit *B. bassiana* selain menyebabkan mortalitas juga berpengaruh terhadap kelangsungan hidup dan lama hidup *Liriomiza huidobrensis* pada kacang babi (Akutse *et al.*, 2013). Jamur *B. bassiana* juga berpengaruh pada mortalitas dan kelangsungan

hidup *P. xylostella* pada tanaman kubis (Fatahudin *et al.*, 2003; Zhang, 2014).Jamur endofit *B. bassiana* meningkatkan mortalitas, menekan populasi dan merubah perilaku serangga sampai generasi kedua.Semakin tinggi persentase kolonisasi *B. bassiana* dalam jaringan tanaman, maka semakin tinggi mortalitas yang dihasilkan (Qayyum *et al.*, 2015).

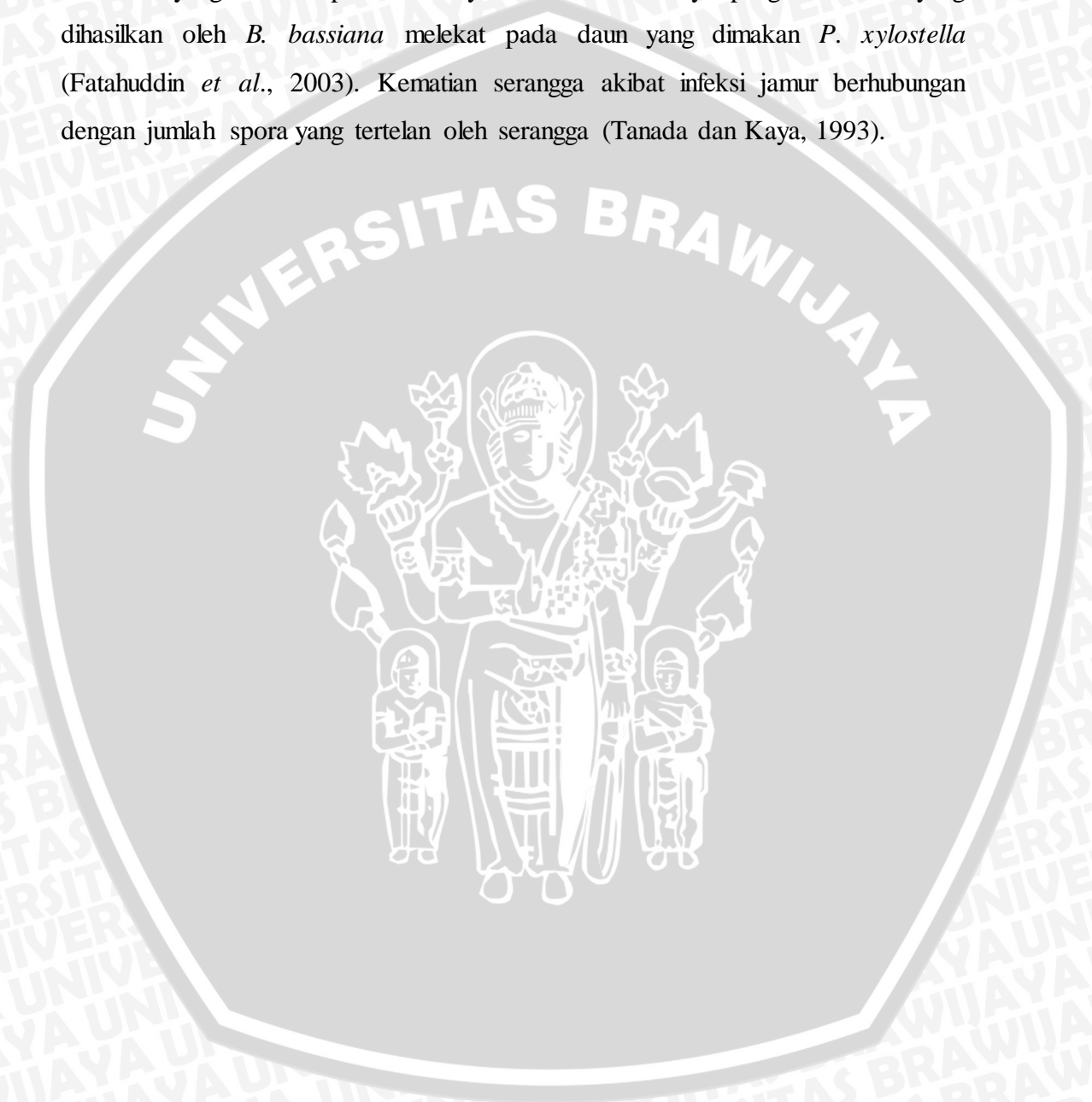
Endofit *B. bassiana* dapat bersifat racun terhadap serangga dengan menghasilkan feeding deterrent atau antibiotik (Bing dan Lewis, 1992).Antibiosis adalah semua pengaruh fisiologis pada serangga merugikan yang bersifat sementara atau yang tetap sebagai akibat dari serangga yang makan dan mencerna jaringan atau cairan tanaman tertentu (Untung, 1996).Gejala penyimpangan yang terjadi pada serangga dipengaruhi oleh antibiosis antara lain kematian larva, pengurangan laju pertumbuhan, peningkatan mortalitas pupa, ketidakberhasilan imago keluar dari pupa, masa hidup serangga dewasa berkurang, perilaku gelisah dan abnormalitas (Fatahuddin *et al.*, 2003).

Mekanisme Endofitik *B. bassiana* Dalam Mengendalikan Serangga

Mekanisme infeksi *B. bassiana* sebagai endofit dengan cara masuk ke dalam tubuh melalui saluran pencernaan. Jamur *B. bassiana* akan membentuk hifa dan spora di dalam tubuh serangga. Pertumbuhan hifa akan mengeluarkan enzim yaitu protease, lipolitik, amilase, dan kitinase yang mampu menghidrolisis protein di dalam integument serangga (Rayogo *et al.*, 2005). Hifa jamur *B. bassiana* akan tumbuh ke dalam sel-sel tubuh larva, kemudian menyerap air dan nutrisi sehingga mengakibatkan larva mati dalam keadaan tubuh yang mengeras (Ahmad, 2008). Jamur *B. bassiana* mampu menghasilkan *beauvericin* yang menyebabkan paralisis pada anggota tubuh serangga (Soetopo dan Indrayani, 2007).Paralisis menyebabkan kehilangan koordinasi sistem gerak, sehingga gerakan serangga tidak teratur dan lama kelamaan melemah, kemudian berhenti dan mati setelah lima hari. Toksin menyebabkan kerusakan jaringan, terutama pada saluran pencernaan, otot, sistem syaraf, dan system pernafasan. Serangga kemudian mati dan jamur *B. bassiana* akan terus melanjutkan pertumbuhan siklusnya dalam fase saprofitik.

Jamur *B. bassiana* yang berada dalam jaringan tanaman jagung menghasilkan toksin yang umumnya *beauverisin*, sehingga menyebabkan

kematian pada larva *Ostrinia furnacalis* berada dalam jaringan batang yang diakibatkan adanya senyawa toksin pada tanaman yang dimakan oleh larva *O. furnacalis* (Daud, 2003). Jamur *B. bassiana* juga dapat menyebabkan mortalitas pada *P. xylostella*, kematian larva yang tidak menunjukkan adanya miselium *B. bassiana* yang tumbuh pada tubuhnya disebabkan adanya pengaruh toksin yang dihasilkan oleh *B. bassiana* melekat pada daun yang dimakan *P. xylostella* (Fatahuddin *et al.*, 2003). Kematian serangga akibat infeksi jamur berhubungan dengan jumlah spora yang tertelan oleh serangga (Tanada dan Kaya, 1993).



III. METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Sub Laboratorium Pengendalian Hayati Jurusan HPT FP UB dan *Green house* di Desa Karangwidoro Kecamatan Dau, Kabupaten Malang. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Mei sampai dengan September 2016.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian, yaitu sekop kecil, penggaris 30 cm, polibag (d=15), *autoclave*, panci, kompor, timbangan, gelas ukur, *erlenmeyer* 250 ml, *aluminium foil*, *Laminar air flow cabinet* (LAFC), cawan Petri (d= 9 cm), *hand spayer*, pinset, *cork boarer*, *plastic wrapping*, botol Schott, jarum ose, kaca preparat, *shaker*, *haemocytometer*, *handcounter*, mikroskop binokuler, plastik penyungkup, gunting, pisau pemotong, kertas label, kertas saring, kapas, *tissue*, pipet, micropipet, tabung reaksi, stik L dan kamera digital.

Bahan yang digunakan, yaitu benih kailan varietas Winsa, isolat jamur *B. bassiana* yang digunakan dari wereng koleksi dari Laboratorium HPT, larva *P. xylostella* II diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Serat dan Pemanis (BALITTAS) Karangploso, Malang, tanah dan pasir steril, NPK (16:16:16), alkohol 70% dan natrium hipoklorit (NaOCl) 0,5%, akuades, Media Agar Dekstrosa Kentang (ADK): kentang 250 g, dekstrosa 20 g, Agar 20 % gr, air 1 liter dan khloramfenikol 1 gr, dan Media Ekstrak Kentang Dekstrosa (EKD): Kentang 125 gr, dekstrosa 10 gr, khloramfenikol 1 gr.

Metode Penelitian

Persiapan Penelitian

Penanaman Tanaman Kailan

Benih kailan yang digunakan harus disterilkan dengan direndam selama 2 menit pada NaOCl 0.5% dan 2 menit alkohol 70%, kemudian dibilas menggunakan akuades steril sebanyak 3 kali. Untuk memastikan bahwa proses sterilisasi telah berhasil dengan cara akuades steril bilasan terakhir disebar ke media ADK, kemudian diinkubasi selama 10 hari. Proses sterilisasi benih diulang apabila ada mikroorganisme yang tumbuh didalam media.

Media tanam yang digunakan adalah campuran tanah dan pasir dengan perbandingan 3:1. Media tanam yang digunakan disterilisasi menggunakan autoklaf dengan suhu 121° C tekanan 1 atm selama 45 menit. Media tanam yang steril diratakan, kemudian dimasukkan pada polibag dengan ukuran 3 kg. Penanaman dilakukan sebanyak 3 kali dengan 6 perlakuan dan 4 kali ulangan sehingga terdapat 72 polibag yang ditanami benih kailan.

Polibag yang sudah diisi dengan media tanam dilubangi sedalam 0,5 cm. Setiap lubang ditanam dengan 1 benih kailan. Pemeliharaan yang dilakukan meliputi penyulaman, pemberian pupuk NPK dengan perbandingan (N=16: P=16: K=16), penyiraman, dan penyiangan gulma. Penyulaman dilakukan ketika tanaman berumur 10 HST (hari setelah tanam). Pemupukan diberikan pada saat awal penanaman menggunakan pupuk NPK (16:16:16) dengan dosis pupuk 2.5 g/250 ml pertanaman. Penyiraman dilakukan 1 kali sehari menggunakan akuades steril pH 6.6 (Kusuma, 2015).

Perbanyakkan Larva *P. xylostella* Instar II

Larva *P. xylostella* didapatkan dari Balai Penelitian Tanaman Serat dan Pemanis (BALITAS) Karangploso, Malang. Larva *P. xylostella* ditempatkan dalam toples (p= 25 cm, l= 25 cm, t= 20 cm) diberimakan daun kailan. Kotoran *P. xylostella* dibersihkan setiap hari menggunakan kuas. Pupa yang sudah terbentuk dipindah ke toples (p= 50 cm, l= 50 cm, t= 50 cm). Imago yang sudah terbentuk diberi makan larutan madu (1 ml madu ditambah 10 ml akuades steril). Telur yang sudah ada kemudian ditakkan pada toples (p= 25 cm, l= 25 cm, t= 20 cm). Larva dipelihara di Sublaboratorium Nematologi, HPT FP UB. Larva *P. xylostella* ditempatkan dalam toples (p= 25 cm, l= 25 cm, t= 20 cm) diberimakan daun kailan.

Perbanyakkan jamur *B. bassiana*

Isolat *B. bassiana* yang digunakan adalah koleksi dari Laboratorium HPT, FP UB. Persiapan jamur *B. bassiana* meliputi peremajaan dan perbanyakkan jamur *B. bassiana*. Jamur *B. Bassiana* diremajakan pada media ADK dengan cara mengambil koloni konidia jamur *B. bassiana* menggunakan jarum ose. Koloni jamur *B. bassiana* yang sudah diambil kemudian dimasukkan pada media ADK

selanjutnya ditutup rapat dengan menggunakan plastik *wrapping* dan diinkubasi selama 7-10 hari pada tempat yang diberi *tissue* basah untuk mendapatkan kondisi lingkungan lembab dan baik bagi pertumbuhan jamur. Pada miselium jamur *B. bassiana* yang sudah memenuhi permukaan petri kemudian diidentifikasi makroskopis dan mikroskopis sebagai bahan evaluasi keberadaan jamur *B. bassiana* pada bagian tanaman. Jamur *B. bassiana* yang digunakan dengan kerapatan 1×10^8 spora/ml (Zhang dan Vidal, 2014) dan viabilitas yang baik pada jamur adalah 80%. Persiapan jamur *B. bassiana* meliputi pembuatan media ADK dan EKD, serta perhitungan kerapatan dan perhitungan viabilitas. Persiapan tersebut meliputi:

a. Pembuatan media ADK dan EKD, media yang digunakan dalam pemeliharaan jamur *B. bassiana* adalah media ADK (*Agar Dextrose Kentang*) dan EKD (*Ekstrak Kentang Dextrose*). Pembuatan media ADK adalah merebus 250 gram kentang dengan 1000 ml akuades steril hingga mendidih. Kentang disaring untuk memisahkan sari kentang. Sari kentang yang sudah dipisahkan dari kentang kemudian ditambahkan 20 gram *dextrose* dan 10 gram agar, serta 10 gram pepton. Campuran media tersebut yang ditambahkan dengan akuades steril hingga 1000 ml dan 1 gram kloramfenikol untuk mencegah kontaminasi bakteri. Media yang sudah jadi dimasukkan ke dalam botol schott 250 ml dan ditutup rapat untuk disterilisasi menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C pada tekanan 1 atm selama 30 menit.

Pembuatan media EKD digunakan untuk mempermudah proses perhitungan viabilitas dan kerapatan konidia jamur *B. bassiana* di bawah mikroskop. Media EKD dibuat dengan merebus 125 gram kentang dengan 500 ml akuades steril hingga mendidih. Kentang disaring untuk memisahkan sari kentang dan kentang. Sari kentang yang sudah dipisahkan dari kentang kemudian ditambahkan 10 gram *dextrose* dan 5 gram pepton. Campuran media ditambahkan akuades steril hingga 500 ml dan 0,5 gram kloramfenikol untuk mencegah kontaminasi bakteri. Media yang sudah jadi dimasukkan ke dalam gelas erlenmeyer 250 ml dan ditutup rapat untuk disterilisasi menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C pada tekanan 1 atm selama 30 menit.

b. Perhitungan Kerapatan *B. bassiana*, kerapatan konidia jamur *B. bassiana* dihitung dengan mengambil 1 ml suspensi konidia dari media EKD. Suspensi konidia jamur *B. bassiana* dilarutkan pada 10 ml akuades steril. Larutan suspensi konidia jamur *B. bassiana* diambil 0,01 ml menggunakan mikropipet yang ditetaskan perlahan pada *haemocytometer*. Kerapatan konidia jamur *B. bassiana* dihitung menggunakan *haemocytometer* dibawah mikroskop dengan perbesaran 400x dari pada 5 kotak terbesar ke dua. Setelah jumlah konidia didapatkan, kerapatan konidia jamur *B. bassiana* dihitung dengan menggunakan rumus:

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

Dimana J adalah jumlah konidia dalam satu ml media (konidia/ml), t adalah jumlah konidia dalam semua kotak bujur sangkar yang dihitung, d adalah faktor pengenceran bila harus diencerkan (d=1 berarti tidak diencerkan; d =10 berarti diencerkan 1: 10), 0,25 adalah kostanta, dan n adalah jumlah kotak yang dihitung (5 kotak besar x 16 kotak kecil).

c. Perhitungan Viabilitas Konidia, viabilitas konidia jamur *B. bassiana* yang baik mencapai 80%. Cara menghitung viabilitas konidia ditentukan dengan cara mengambil spora dari media ADK, kemudian dipindah ke media EKD. Media EKD yang berisi spora jamur *B. bassiana* dikocok menggunakan *shaker* dengan kecepatan 120 rpm selama 3x24 jam, kemudian diinkubasi selama 7 hari. Setelah spora terlihat pada permukaan EKD, spora diambil sebanyak 0,01 ml menggunakan mikropipet yang kemudian diletakkan pada kaca preparat dan ditutup dengan *cover glass*. Jamur *B. bassiana* yang sudah diletakkan pada *cover glass* diinkubasi selama 24 jam pada tempat yang diberi *tissue* basah untuk mendapatkan keadaan yang lembab. Setelah itu diamati pada mikroskop dan dihitung persentase perkecambahan konidia dengan menggunakan rumus:

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

Dimana V adalah persentase konidia yang berkecambah, g adalah jumlah konidia yang berkecambah dan u adalah Jumlah konidia yang tidak berkecambah.

Pelaksanaan Penelitian

Inokulasi *B. bassiana* sebagai Endofit

Pengujian *B. bassiana* sebagai endofit menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 6 perlakuan dengan 4 ulangan sehingga diperoleh 24 tanaman. Penanaman dilakukan sebanyak 3 kali sehingga total tanaman yang digunakan adalah 72 tanaman. Pada inokulasi jamur *B. bassiana* menggunakan 3 perlakuan dengan metode perendaman benih, penyemprotan daun dan penyiraman tanah dengan suspensi jamur *B. bassiana* dengan kerapatan 1×10^8 konidia/ml dan untuk kontrol menggunakan akuades steril (Tabel 1).

Tabel 1. Perlakuan pengujian metode inokulasi

| No | Perlakuan |
|----|--|
| 1 | Perendaman benih dengan akuades steril (kontrol) |
| 2 | Penyemprotan daun dengan akuades steril (Kontrol) |
| 3 | Penyiraman tanah dengan akuades steril (kontrol) |
| 4 | Perendaman benih suspensi <i>B. bassiana</i> kerapatan 1×10^8 spora/ml |
| 5 | Penyemprotan daun suspensi <i>B. bassiana</i> kerapatan 1×10^8 spora/ml |
| 6 | Penyiraman tanah suspensi <i>B. bassiana</i> kerapatan 1×10^8 spora/ml |

Inokulasi jamur *B. bassiana* pada tanaman kailan melalui tiga metode, yaitu metode perendaman benih, penyemprotan daun, dan penyiraman tanah. Metode penyemprotan daun dan penyiraman tanah dilakukan saat tanaman mulai mengeluarkan daun sejati pertama kali atau 14 HST.

Metode perendaman benih dilakukan sebelum penanaman dengan cara merendam benih kailan ke dalam 20 ml suspensi konidia *B. bassiana* dengan kerapatan 1×10^8 konidia/ml selama 30 menit pada cawan petri (d=9 cm) didalam LAFC. Pada perlakuan kontrol benih direndam akuades steril. Pelaksanaan inokulasi dilakukan pada pagi atau sore hari yang bertujuan untuk menjaga virulensi *B. bassiana*.

Metode penyemprotan daun dilaksanakan dengan cara menyemprotkan 20 ml/tanaman suspensi konidia *B. bassiana* dengan kerapatan 1×10^8 konidia/ml dan akuades steril untuk perlakuan kontrol. Pada saat aplikasi, bagian permukaan polibag ditutup menggunakan aluminium foil untuk mencegah konidia turun ke tanah. Setelah aplikasi penyemprotan daun selesai, aluminium foil diambil dan tanaman kailan disungkup menggunakan plastik bening selama 24 jam untuk mendapatkan kondisi lingkungan yang lembab dan baik bagi pertumbuhan jamur. Pada perlakuan kontrol daun disemprot menggunakan akuades steril. Pelaksanaan inokulasi dilakukan pada pagi atau sore hari untuk menjaga virulensi *B. bassiana*.

Metode penyiraman tanah dilaksanakan dengan cara membasahi tanah menggunakan 20 ml suspensi konidia *B. bassiana* dengan kerapatan 1×10^8 konidia/ml pada permukaan tanah. Pada perlakuan kontrol penyiraman tanah menggunakan akuades steril. Pelaksanaan inokulasi dilakukan pada pagi atau sore hari untuk menjaga virulensi *B. bassiana*.

Kemampuan Kolonisasi Endofitik *B. bassiana* pada Tanaman Kailan.

Evaluasi dilakukan dua kali yaitu pada 7 hsi dan 14 hsi (hari setelah inokulasi) jamur (Batta, 2012). Evaluasi dilakukan dengan mencabut tanaman kailan secara berhati-hati dan kemudian membersihkan bagian tanaman kailan dengan menggunakan air mengalir. Tanaman kailan yang diambil bagian daun, batang, dan akar. Dari setiap tanaman diambil sampel 2 buah daun, 2 buah batang dan 2 helai akar. Daun yang digunakan adalah 2 daun sejati, dipotong 1×1 cm sebanyak 3 buah/daun, batang dan akar yang digunakan berukuran 1×1 cm sebanyak 3 buah untuk diisolasi dan diidentifikasi endofitnya secara makroskopis dan mikroskopis. Sampel disterilkan di dalam LAFC menggunakan NaOCl 1%, alkohol 70%, dan dibilas 3 kali menggunakan akuades steril, masing-masing selama 2 menit serta dikeringkan diatas *tissue* steril. Bagian tepi luar dari sampel dipotong dan dibuang untuk mengeliminasi sampel yang terkena disinfektan.

Sampel bagian tanaman diisolasi ke dalam media ADK yang telah ditambahkan antibiotik klorampenikol sebanyak 1 mg/lt untuk mencegah kontaminasi bakteri. Kemudian, diamati hingga muncul koloni *B. bassiana* dengan ciri miselia padat menjadi krem kuning pucat ditepi. Setelah itu, dilakukan purifikasi koloni untuk mencegah kontaminasi. Koloni yang berhasil dipurifikasi

dan diinkubasi selama 14 hari, selanjutnya dilakukan pengamatan penampakan secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan makroskopis meliputi bentuk dan warna dari koloni yang tumbuh pada media, sedangkan pengamatan mikroskopis dilakukan dengan mengamati bentuk konidia, hifa, dan konidiofor. Identifikasi jamur *B. bassiana* dilakukan menurut kunci Barnett dan Hunter (1972).

Efikasi Endofit *B. bassiana* terhadap *P. xylostella*

Pengaruh yang diamati dari endofit *B. bassiana* pada tanaman kailan terhadap *P. xylostella* yaitu mortalitas. Teknik yang digunakan untuk mengukur nilai tersebut dengan mengambil 24 sampel daun tanaman kailan hasil dari tiga teknik inokulasi endofit *B. bassiana* dan tanaman kontrol yang dipetik daun sejati yang kemudian diletakkan pada toples ($p = 25$ cm, $l = 25$ cm, $t = 20$ cm), perlakuan yang digunakan sebagai pakan untuk *P. xylostella*. Tanaman kailan umur 24 HST digunakan untuk perhitungan mortalitas disebabkan intensitas serangan *P. xylostella* tertinggi (Hendriwal *et al.*, 2013). Sepuluh ekor larva *P. xylostella* instar II dimasukkan dengan daun kailan di dalam toples. Larva yang digunakan instar II disebabkan pada instar II masuk pada saat larva aktif makan.

Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan penelitian ini yaitu:

1. Kemampuan Endofit *B. bassiana*

Sampel yang diamati endofit *B. bassiana* yang tumbuh di ujung tepi akar, batang dan daun tanaman kailan yang ditanam pada media ADK. Jamur yang tumbuh di ujung tepi akar, batang dan daun mempunyai koloni warna putih, menebal dan padat. Jamur yang tumbuh dilakukan purifikasi dan identifikasi. Kunci identifikasi yang digunakan adalah buku *illustrated genera of imperfect fungi* pengarang Barnett dan Hunter tahun 1998. Ciri makroskopis dan mikroskopis disesuaikan kesamaannya dengan *B. bassiana* yang digunakan untuk inokulasi, untuk memastikan jamur *B. bassiana* dapat berada didalam jaringan tanaman.

Sampel yang diamati kedua yaitu larva *P. xylostella* yang mati disebabkan memakan daun kailan yang mengandung *B. bassiana*. Larva *P.*

xylostella yang mati menunjukkan bukti bahwa *B. Bassiana* mampu endofit dalam tanaman kailan.

2. Kolonisasi *B. bassiana*

Pengamatan kolonisasi endofit *B. bassiana* pada tiga teknik yaitu perendaman benih, penyemprotan daun dan penyiraman tanah dilakukan pada 7 dan 14 hsi. Sampel yang digunakan tiga potong akar, tiga potong batang dan tiga potong daun ditanam di media ADK. Pengamatan jamur *B. bassiana* yang tumbuh dari akar, batang dan daun di purifikasi dan identifikasi. Penghitungan persentase jamur yang tumbuh di daun, batang dan akar tanaman kailan yang sudah dipotong di tanam pada ADK. Perhitung persentase kolonisasi menggunakan rumus:

$$\text{Kolonisasi} = \frac{\text{Jumlah jamur yang tumbuh}}{\text{Jumlah sampel tanaman}} \times 100\%$$

3. Mortalitas jamur *B. bassiana* terhadap *P. xylostella*

Sampel pengamatan mortalitas dari larva *P. xylostella* yang mati akibat memakan daun kailan yang mengandung *B. bassiana*. Inokulasi *B. bassiana* ke dalam daun dengan menggunakan tiga teknik yaitu perendaman benih, penyemprotan daun dan penyiraman tanah. Mortalitas larva *P. xylostella* diamati setelah 7 hari aplikasi dengan rumus:

$$P = \frac{a}{a+b} \times 100\%$$

Dimana P adalah persentase mortalitas *P. xylostella*, a adalah serangga *P. xylostella* yang mati, dan b adalah serangga *P. xylostella* yang hidup.

Pengamatan waktu kematian dilakukan dengan melihat larva *P. xylostella* yang mati setiap (24 jam). Analisa waktu kematian menggunakan Probitmenurut Hsin Chi (1997) untuk mengetahui *Median Letal Time* (LT₅₀). *Median Letal Time* (LT₅₀) adalah waktu yang dibutuhkan untuk mematikan larva *P. xylostella* mencapai 50% kematian.

Analisis Data

Data pengamatan yang diperoleh dianalisis menggunakan sidik ragam, jika respon dari perlakuan berpengaruh secara nyata, maka dilanjutkan dengan uji Duncan dengan taraf kesalahan 5%. Untuk menentukan LT_{50} dari perlakuan konidi jamur *B. bassiana* pada larva *P. xylostell* digunakan aplikasi analisis probit menurut Hsin Chi (1997).



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

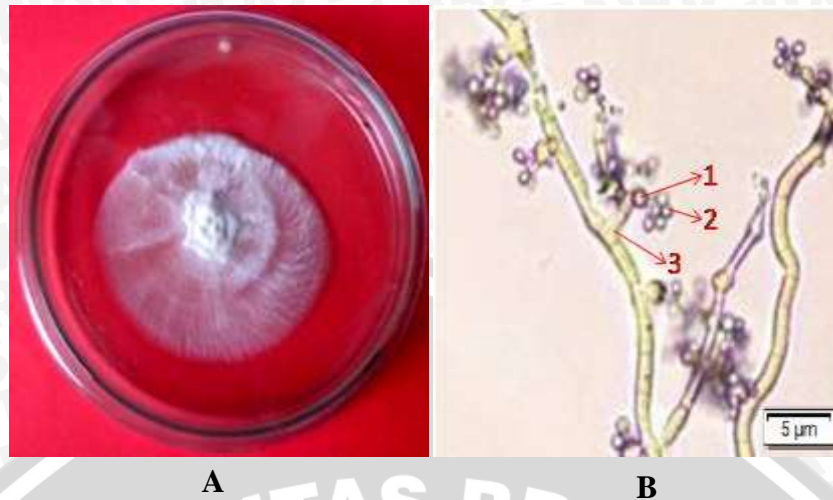
Kemampuan Endofitik *B. bassiana* pada Tanaman Kailan

Endofitik adalah kemampuan mikroorganisme yang berkoloni dalam jaringan akar, batang dan daun tanaman. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan endofitik *B. bassiana* dibuktikan dari tumbuhnya koloni *B. bassiana* yang terletak pada tepi daun, batang dan akar tanaman kailan yang ditanam pada media ADK (Gambar 1). Koloni *B. bassiana* yang tumbuh pada media ADK memiliki ciri-ciri berwarna putih, berbentuk bulat dan tekstur tepi halus secara beraturan pada tepi daun, batang dan akar.



Gambar 2. Endofit *B. bassiana* pada 7 hsi di tepi daun, batang dan akar kailan media ADK

Jamur endofit *B. bassiana* secara makroskopis memiliki ciri berwarna putih, bertekstur tepi halus dan tersebar tidak beraturan. Tekstur jamur *B. bassiana* pada permukaan memiliki koloni agak kasar dan koloni tumbuh agak rapat (Gambar 2A). Sedangkan secara mikroskopis jamur endofit *B. bassiana* memiliki ciri hifa bersekat, berwarna hialin dengan lebar 1,10 μm , konidia berwarna hialin berbentuk bulat hingga oval dengan diameter 1,50 μm dan kumpulan konidia bergerombol pada konidiofor (Gambar 2B). Hal ini sesuai dengan Soetopo dan Indrayani (2007) jamur *B. bassiana* dikenal sebagai *white muscardine* karena miselium dan konidium (spora) berwarna putih, miselia bersekat, konidia bersel satu berbentuk oval agak bulat seperti telur, konidiofor tumbuh zig zag. Miselia *B. bassiana* bersekat, konidia bersel satu berbentuk oval agak bulat seperti telur dan konidiofor tumbuh zig-zag (Barnett, 1998).



Gambar 3. Morfologi endofit jamur *B. bassiana* dari tanaman kailan : (A= Makroskopis 14 hari; B= Mikroskopis (Pembesaran 400x, (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa).

Kemampuan endofitik *B. bassiana* pada tanaman kailan selain dibuktikan dengan tumbuhnya koloni pada tepi daun, batang dan akar juga dibuktikan dari mortalitas larva *P. xylostella*. Dari hasil penelitian jamur *B. bassiana* yang diinokulasikan pada tanaman kailan menyebabkan mortalitas *P. xylostella* dari semua perlakuan mencapai rata-rata 39,17% dan kontrol 0.00% (Tabel 2).

Tabel 2. Rerata persentase mortalitas larva *P. xylostella* akibat jamur *B. bassiana* dari seluruh perlakuan.

| Teknik inokulasi | ΣMortalitas (%) |
|------------------|-----------------|
| Kontrol | 0,00 |
| Perlakuan | 39,17 |

Konidia *B. bassiana* yang berada di dalam tanaman kailan dapat membunuh larva *P. xylostella* yang menandakan potensi keberhasilan endofit. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Fatahuddin *et al.* (2003), dan Zhang *et al.*,(2014) jamur *B. bassiana* menjadi endofit pada tanaman kubis (*Brassica oleraceae*) dibuktikan dengan kematian *P. xylostella*. Mortalitas *P. xylostella* disebabkan larva memakan daun kailan yang mengandung endofit *B. bassiana*.

Kolonisasi *B. bassiana* pada Tanaman Kailan

Hasil kolonisasi jamur *B. bassiana* berada pada jaringan tanaman kailan dibuktikan dari koloni *B. bassiana* yang tumbuh di dalam daun, batang dan akar. Kolonisasi *B. bassiana* pada tanaman kailan mendapatkan persentase yang

berbeda pada setiap jaringan tanaman. Rata-rata koloni *B. bassiana* yang tumbuh di dalam daun sebesar 13,89%, batang 2,77% dan akar 5,55 % (Tabel 3).

Tabel 3. Rerata persentase endofitik *B. bassiana* pada bagian tanaman kailan

| Bagian Tanaman | Σ Koloni <i>B. bassiana</i> (%) |
|----------------|--|
| Daun | 13,89 |
| Batang | 2,77 |
| Akar | 5,55 |

Hasil penelitian menunjukkan persentase kolonisasi jamur *B. bassiana* pada bagian daun, batang, dan akar dipengaruhi dari tiga teknik inokulasi yang digunakan. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa teknik perendaman benih mendapatkan tingkat kolonisasi yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan penyemprotan daun dan penyiraman tanah (Tabel 4). Pengamatan jamur *B. bassiana* dapat tumbuh pada 7 hsi dan tidak tumbuh setelah 14 hsi dibagian tanaman kailan, sehingga menunjukkan bahwa endofit pada tanaman kailan mengalami penurunan.

Tabel 4. Kolonisasi Jamur *B. bassiana* pada Bagian Tanaman Kailan

| Teknik Inokulasi | Kolonisasi <i>B. bassiana</i> (%) | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------|
| | Daun | Batang | Akar |
| | $\bar{x} \pm SD$ | $\bar{x} \pm SD$ | $\bar{x} \pm SD$ |
| Perendaman Benih (Kontrol) | 0,0 a \pm 0,0 | 0,0 a \pm 0,0 | 0,0 a \pm 0,0 |
| Penyemprotan Daun (Kontrol) | 0,0 a \pm 0,0 | 0,0 a \pm 0,0 | 0,0 a \pm 0,0 |
| Penyiraman Tanah (Kontrol) | 0,0 a \pm 0,0 | 0,0 a \pm 0,0 | 0,0 a \pm 0,0 |
| Perendaman Benih | 25 a \pm 27,64 | 8,33 a \pm 14,43 | 8,33 a \pm 14,43 |
| Penyemprotan Daun | 16,67 a \pm 16,67 | 0,0 a \pm 0,0 | 0,0 a \pm 0,0 |
| Penyiraman Tanah | 0,0 a \pm 0,0 | 0,0 a \pm 0,0 | 8,3 a \pm 14,43 |

Gambar 4. Tingkat kolonisasi *B. bassiana* di dalam daun, batang dan akar kailan pada 7 hsi. Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh notasi huruf yang sama, berarti tidak berbeda nyata pada uji Duncan (0,05); data ditransformasi menggunakan rumus arcsin ($\sqrt{x + 0,5}$) untuk keperluan analisis statistik.

Perbedaan persentase kolonisasi *B. bassiana* pada bagian daun, batang dan akar pada tanaman kailan diduga dipengaruhi oleh tiga teknik inokulasi yang digunakan. Sesuai dengan hasil penelitian Terefa dan Vidal, (2009) *B. Bassiana* dapat masuk pada tanaman dan membentuk koloni jaringan tanaman dipengaruhi oleh metode inokulasi yang digunakan. Selain pengaruh teknik inokulasi yang digunakan, inokulasi jamur *B. bassiana* juga membutuhkan waktu

untuk menyebar ke dalam jaringan tanaman (Vidal *et al.*, 2014). Persentase koloni jamur *B. bassiana* pada 7 hsi dengan teknik inokulasi perendaman benih tertinggi berada pada bagian daun, penyemprotan daun berada didaun dan penyiraman tanah berada diakar. Hal ini sesuai dengan penelitian Fatahuddin *et al.* (2003), yang melaporkan bahwa persentase jamur *B. bassiana* membentuk koloni pada jaringan tanaman kubis tertinggi dari metode perendaman benih dan terendah pada metode penyiraman pada tanah.

Penyebaran jamur *B. bassiana* yang diinokulasikan dengan teknik berbeda tidak merata dalam bagian tanaman kailan disebabkan penyerapan suspensi konidia *B. bassiana* masuk ke dalam jaringan tanaman. Suspensi konidia *B. bassiana* masuk dalam benih dengan perendaman benih, penyemprotan daun melalui stomata daun dan akar dengan teknik penyiraman tanah. Menurut Agrios (1996) jumlah, panjang, dan laju pertumbuhan tabung kecambah atau pergerakan konidia dipengaruhi oleh jumlah eskudat tumbuhan serta kepadatan mikroflora saprofitik pada permukaan tanaman. Menurut Fatahuddin *et al.* (2003) dan Rodriguez *et al.* (2008) inokulasi suspensi *B. bassiana* menggunakan perendaman benih, konidia akan masuk bersamaan proses imbibisi secara difusi, dan menembus dinding biji. Penelitian Posada *et al.*, (2007) dan Jaber (2015) menyatakan bahwa inokulasi suspensi *B. bassiana* menggunakan penyemprotan daun, konidia akan menempel dipermukaan daun, selanjutnya masuk melalui stomata. Sedangkan penyiraman tanah, konidia dapat melekat pada permukaan akar masuk melalui bulu akar bersama dengan air menuju pembuluh xilem menyebar ke batang dan daun (Fatahuddin *et al.*, 2003; Agrios, 1996). Penyebaran *B. bassiana* di dalam tanaman melalui jaringan vaskuler yaitu xilem (Landa *et al.*, 2013; Wagner dan Lewis, 2000).

Penyebaran jamur *B. bassiana* yang tidak merata pada tanaman kailan selain daya penyerapan suspensi konidia, diduga juga disebabkan oleh faktor lingkungan disekitar tanaman dan juga faktor internal dalam jaringan tanaman. Menurut Agrios (1996) jumlah, panjang, dan laju pertumbuhan tabung kecambah atau pergerakan konidia dipengaruhi oleh lingkungan fisik seperti suhu, dan kelembaban jenis. Penelitian Wagner dan Lewis (2000) juga mendukung bahwa *B. bassiana* dapat tumbuh dan berpindah melalui jaringan vaskuler pada tanaman

jagung. Faktor lain menurut Behie *et al.* (2015) melaporkan banyak faktor pada tanaman dan jamur, termasuk fisiologi jamur, jenis tanaman, umur tanaman, paparan sinar UV, suhu dan kondisi tanaman (Kessler *et al.*, 2003) yang bisa mempengaruhi adanya keberadaan jamur endofit pada tanaman.

Penurunan atau penghambat jamur *B. bassiana* ditanaman kailan pada 14 hsi disebabkan karena faktor suhu dan kelembaban yang tidak sesuai di *green house*. Suhu di dalam *green house* mencapai 28-30,5°C dan kelembapan sebesar 90%, sedangkan perkembangan maksimum jamur *B. bassiana* dengan suhu 23-25°C dan kelembapan 92 %. Menurut Zhang dan Vidal (2014) penurunan koloni *B. bassiana* di dalam tanaman kubis bisa disebabkan oleh suhu tinggi yang tidak sesuai dengan pertumbuhan jamur. Radiasi matahari mampu menurunkan virulensi jamur diakibatkan kerusakan DNA yang menyebabkan mutasi (Rai *et al.*, 2014). Keberadaan endofit dalam jaringan tanaman kubis bersifat tidak permanen karena dipengaruhi oleh faktor lingkungan (Fatahudin *et al.*, 2003).

Efikasi jamur *B. bassiana* terhadap larva *P. xylostella*.

Hasil mortalitas larva *P. xylostella* akibat *B. bassiana* berbeda pada tiga metode inokulasi yaitu perendaman benih, penyemprotan daun dan penyiraman tanah. Persentase mortalitas *P. xylostella* tertinggi dihasilkan dari teknik perendaman benih sebesar 45% (Tabel 5).

Tabel 5. Rerata persentase mortalitas larva *P. xylostella* akibat jamur *B. bassiana* pada perlakuan teknik inokulasi yang berbeda

| Teknik inokulasi | Mortalitas (%) |
|-----------------------------|----------------|
| Perendaman Benih (Kontrol) | 0,00 a |
| Penyemprotan daun (Kontrol) | 0,00 a |
| Penyiraman tanah (Kontrol) | 0,00 a |
| Perendaman Benih | 45,00 c |
| Penyemprotan daun | 35,00 b |
| Penyiraman tanah | 37,50 b |

Keterangan: Angka – angka yang diikuti oleh notasi huruf yang sama, berarti tidak berbeda nyata pada uji Duncan ($p=0,05$); data ditransformasi menggunakan rumus $\arcsin(\sqrt{x + 0,5})$ untuk keperluan analisis statistik.

Teknik inokulasi perendaman benih menyebabkan mortalitas *P. xylostella* tertinggi dipengaruhi jumlah konidia yang masuk dalam jaringan tanaman kailan. Selain jumlah konidia yang masuk dalam tanaman, kematian larva *P. xylostella*

dipengaruhi dari endofit *B. bassiana* pada tanaman kailan menghasilkan toksin yang terkandung pada tanaman. Hal ini sesuai dengan Fatahuddin *et al.* (2003), menyatakan bahwa kematian larva diduga karena mekanisme kontak langsung antara larva dengan permukaan tanaman yang mengandung spora atau konidia *B. bassiana* dan juga karena terbentuknya toksin di dalam tanaman tersebut.

Berdasarkan pengamatan larva *P. xylostella* yang mati karena *B. bassiana* memiliki ciri-ciri tubuh mengering, berwarna kecoklatan serta mengeras, dan setelah diinkubasi pada tissue yang dibasahi menggunakan aquades steril larva *P. xylostella* ditumbuhi hifa berwarna putih yang menyelimuti permukaan tubuh larva (Gambar 4). Herlinda *et al.* (2005) menyatakan bahwa larva *P. xylostella* yang mati dikarenakan *B. bassiana* mempunyai ciri-ciri tubuhnya menjadi mengkerut, keras, kaku, dan diselimuti miselia berwarna putih. Gejala seperti ini disebut penyakit *white muscardine* yang disebabkan oleh jamur patogen *B. bassiana*.



Gambar 5. Hifa *B. bassiana* pada tubuh larva *P. xylostella*

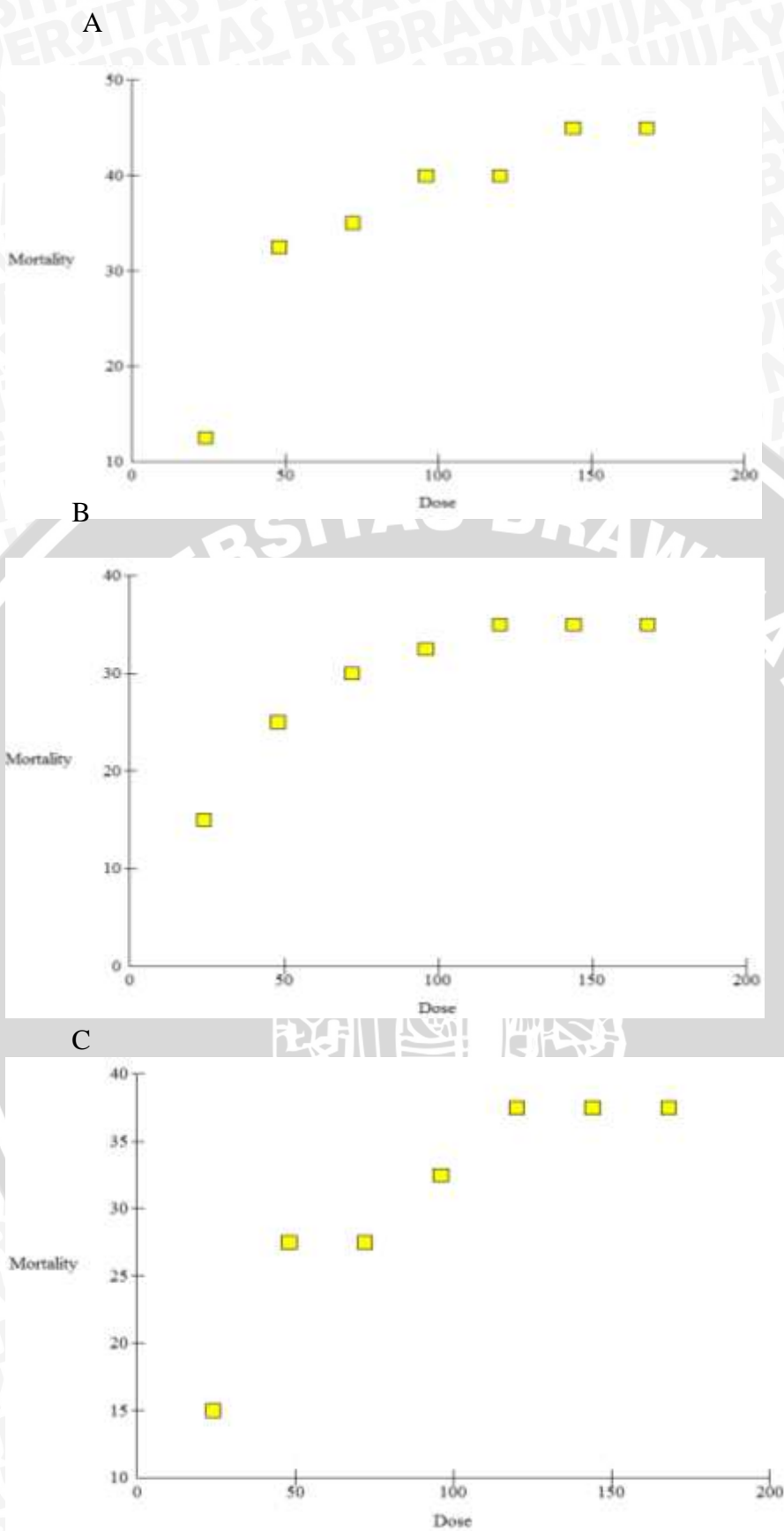
Pada kematian larva *P. xylostella* yang tidak menunjukkan adanya hifa pada tubuh larva disebabkan akibat adanya pengaruh toksin yang dihasilkan oleh *B. bassiana*. Menurut Diana (2003) menyatakan bahwa *B. bassiana* yang berada dalam jaringan tanaman jagung menghasilkan toksin *beauverisin*, sehingga kematian larva *Ostrinia furnacalis* yang berada dalam jaringan batang diduga disebabkan memakan senyawa toksin yang ada pada tanaman. Pada pengamatan larva *P. xylostella* yang tidak mengalami kematian dan perubahan menjadi pupa dan imago diduga karena mengalami terhambatnya perkembangan larva. *B. bassiana* yang masuk dalam jaringan tanaman dapat bersifat sebagai antibiosis, sehingga mengakibatkan tidak hanya berpengaruh secara langsung terhadap

mortalitas larva tetapi secara tidak langsung berpengaruh terhadap perkembangan larva untuk menjadi pupa dan imago. Menurut (Bing dan Lewis, 1992) endofit *B. bassiana* dapat bersifat racun terhadap serangga dengan menghasilkan *feeding deterrent* atau antibiotik. Antibiosis adalah semua pengaruh fisiologis pada serangga merugikan yang bersifat sementara atau yang tetap sebagai akibat dari serangga yang makan dan mencerna jaringan atau cairan tanaman tertentu (Untung, 1996). Gejala penyimpangan yang terjadi pada serangga dipengaruhi oleh antibiosis antara lain kematian larva, pengurangan laju pertumbuhan, peningkatan mortalitas pupa, ketidakberhasilan imago keluar dari pupa, masa hidup serangga dewasa berkurang, perilaku gelisah dan abnormalitas (Fatahuddin *et al.*, 2003).

Tabel 6. LT_{50} jamur *B. bassiana* terhadap larva *P. xylostella* pada teknik inokulasi yang berbeda.

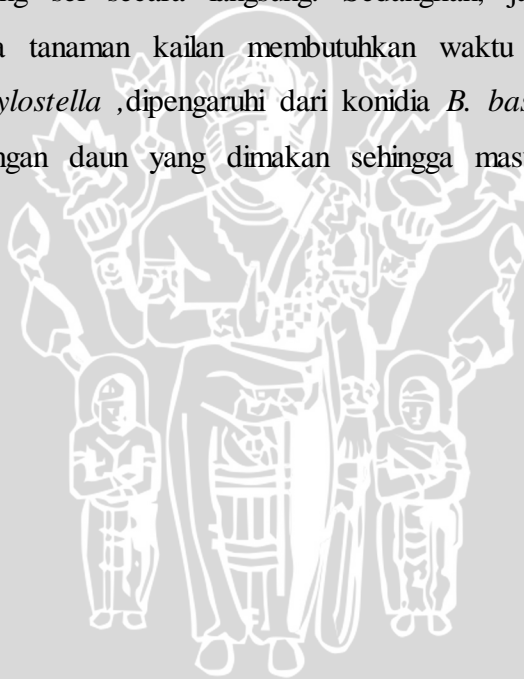
| Teknik inokulasi | Persamaan regresi | SE | LT_{50} (Jam) | 95% Batas Probit | |
|-------------------|---------------------|------|-----------------|------------------|----------|
| | | | | Bawah | Atas |
| Perendaman benih | $Y = 2,86 + 0,84 x$ | 0,58 | 409,48 | 287,14 | 806,46 |
| Penyemprotan daun | $Y = 2,53 + 0,81 x$ | 0,74 | 1090,21 | 499,92 | 10415,89 |
| Penyiraman tanah | $Y = 2,29 + 0,96 x$ | 0,72 | 679,15 | 346,83 | 6440,96 |

Perbedaan teknik inokulasi menyebabkan kematian larva *P. xylostella* memiliki waktu yang berbeda. Analisa Probit Hsin chi (1997) digunakan untuk menghitung LT_{50} . Nilai LT_{50} adalah waktu yang diperlukan untuk menyebabkan kematian 50% pada serangga yang diuji. Jamur *B. bassiana* yang menyebabkan LT_{50} tercepat dengan teknik inokulasi perendaman benih sebesar 409,48 jam. Sedangkan kematian *P. xylostella* LT_{50} paling lama dihasilkan dari teknik penyemprotan daun sebesar 1090,21. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kolonisasi konidia *B. bassiana* pada daun kailan, maka nilai LT_{50} semakin cepat (Tabel 6).



Gambar 6. LT_{50} jamur *B. bassiana* terhadap larva *P. xylostella* pada teknik inokulasi yang berbeda (A= Perendaman Benih, B= Penyemprotan Daun, C= Penyiraman Tanah).

Larva *P. xylostella* mengalami kematian hingga mencapai 168 jam pada teknik perendaman benih, penyemprotan daun dan penyiraman tanah (Gambar 6). Pada jamur *B. bassiana* yang diaplikasikan dengan metode pencelupan larva dengan perbedaan kerapatan menyebabkan waktu kematian 298,97 jam dengan kerapatan $1,47 \times 10^9$ konidia/ml (Budi *et al.*, 2003). Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi jamur *B. bassiana* yang bukan endofit menyebabkan waktu kematian yang lebih cepat bila dibandingkan yang endofit pada tanaman kailan. Pengaruh waktu kematian yang cepat dipengaruhi dari cara penginfeksi yang berbeda. Cara infeksi jamur *B. bassiana* yang bukan endofit masuk secara kontak langsung antara jamur *B. bassiana* bersentuhan dengan permukaan kulit serangga, sehingga membutuhkan waktu untuk menginfeksi larva dengan membentuk apresorium yang menembus dinding sel secara langsung. Sedangkan, jamur *B. bassiana* bersifat endofitik pada tanaman kailan membutuhkan waktu yang lama untuk menginfeksi larva *P. xylostella*, dipengaruhi dari konidia *B. bassiana* yang masuk secara bersamaan dengan daun yang dimakan sehingga masuk melalui saluran pencernaan.



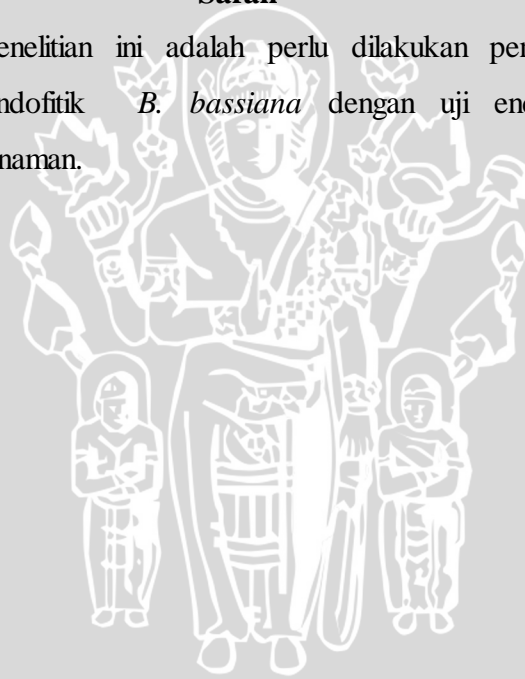
V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Jamur *B. bassiana* berhasil menjadi endofit pada tanaman kailan.
2. Persentase kolonisasi endofit *B. bassiana* tertinggi diperoleh dari hasil inokulasi perendaman benih sebesar 13,87% dan terendah dari penyemprotan daun 5,55% serta penyiraman tanah 2,77%.
3. Persentase mortalitas *P. xylostella* tertinggi diperoleh dari teknik perendaman benih sebesar 45% dengan LT_{50} 409,48 dan hasil terendah dari penyemprotan daun 37,5% dengan LT_{50} 1090,21 serta penyiraman tanah sebesar 35% dengan LT_{50} 679,15.

Saran

Saran pada penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai teknologi endofitik *B. bassiana* dengan uji endofit menggunakan pewarnaan jaringan tanaman.



DAFTAR PUSTAKA

- Afandhi, A, Rasminah S. C, Syamsidi, Saubari M, Mimbar Adb Wiroatmodjo B. 2012. Isolation And Phenotypic characterization of morphology in fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin colony naturally from leaf surface, soil, and Insect as host in Tomato plantation. Pest and Plant Disease Department, Agriculture Faculty, University of Brawijaya. Malang.
- Agarwal S. dan Shende S.T. 1987. Tetrazolium reducing microorganisms inside the root of *Brassica* species. *Current Science* 56:187-188
- Agrios G. N. 1996. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Universitas Gajah Mada Press. Yogyakarta. Hal 94.
- Ahmad, R. Z. 2008. Pemanfaatan cendawan untuk meningkatkan produktivitas dan kesehatan ternak. *Jurnal Litbang Pertanian* 27(3): 84-92.
- Akutse K. S, Maniania N. K, Fiaboe K. K. M, Berg J. V. D, dan Ekese S. 2013. Endophytic Colonization of *Vicia faba* and *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae) by Fungal Pathogens and their Effects on the Life-history Parameters of *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae). *Journal Fungal Ecology* 6: 293-301
- Ariyanto E. F, Abadi A. L, Djauhari S. 2013. Keaneragaman Jamur Endofit pada Daun Tanaman Padi (*Oriza sativa* L.) dengan Sistem Pengelolaan Hama Terpadu (PHT) dan Konvensional Desa Bayem Kecamatan Kasembon, Kabupaten Malang. *Jurnal Hama dan Penyakit Tanaman* 1 (2): 37-51
- Alexopoulos, Mims, and Blackwell M, 1996. *Introductory Mycology*. Jhon Wiley & Sons Inc. New York.
- Aly A. H, Debbab A, and Proksch.P, 2011. Fungal endophytes: unique plant inhabitants with great promises. *Appl Microbiol Biotechnol*.
- Barnett H. L dan Hunter B. B. 1998. *Illustrated marga of imperfect fungi*. 4th ed. USA: Prentice-Hall, Inc.
- Batta, Y. A. 2012. Efficacy of endophytic and applied *Metarhizium anisopliae* (Metch.) Sorokin (Ascomycota: Hypocreales) against larvae of *Plutella xylostella* L. (Yponomeutidae: Lepidoptera) infesting *Brassica napus* plants. Faculty of Agriculture, An-Najah National University; Palestinian Authority. *Crop protection* 44: 128-134.
- Behie S. W, Jones S. J, Bidochka M. J. 2015. Plant Tissue Localization of the Endophytic Insect Pathogenic Fungi *Metarhizium* and *Beauveria*. *Journal Fungal Ecology* 13: 112-119.

- Bellone C. H. dan Silvi B. 2012. Interaction of *Azospirillum brasilense* and *Glomus intraradix* in Sugar Cane Roots Indian. *Journal of Microbiology* 52:70–75
- Bhalla, O. P. dan J. K. Dubey, 1986. Bionomics of the *Diamond Back Moth* in the Northwestern Himalaya In Proceedings of the First International Workshop, Tainan, Taiwan 11 – 15 March 1985. *Diamond Back Moth Management*. The Asian Vegetable Research and Development Center. Shanhua, Taiwan. Pp. 55 - 61.
- Budi Setyo Agung, 2013. Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Balsamo (Deuteromycetes: Moniliales) pada Larva *Spodoptera Litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya,
- Carrol, G. C. 1988. Fungal Endophyte in Stems and Leaves. From Latent Pathogens to Mutualistic Symbiont. *J. Eco.* 69 (1): 2-9.
- Daud I. D. 2003. Kajian Endofitisme: Studi Kasus *Beauveria bassiana* Vull. Pada Tanaman Jagung dan Pengaruhnya terhadap *Ostrinia furnacalis* Guenee (Lepidoptera: Pyralidae). Program Pascasarjana Universitas Hasanudin Makasar (Disertas). Hal 121.
- Domsch, K. H., Gams W, dan Anderson T. H, 1993. *Compendium of Soil Fungi*. Volume 2. IHW-Verlag, Eching. 1264
- Fatahuddin, Amin N., Daud. I. D., Chandra. Y. 2003. Uji Kemampuan *Beauveria bassiana* Vuillemin (Hypomycetes: Moniliales) Sebagai Endofit Pada Tanaman Kubis dan Pengaruhnya Terhadap Larva *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae). Fakultas Pertanian dan kehutanan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan; Universitas Hasanuddin.
- Gabriel B. P dan Riyatno. 1989. *Metarhizium anisopliae* (Metc) Sor: Taksonomi, Patologi, Produksi dan Aplikasinya. Jakarta: Direktorat Perlindungan Tanaman Perkebunan, Departemen Pertanian.
- Gao F. K., Dai C. H, dan Liu X. Z. 2010. Mechanisms of fungal endophytes in plant protection against pathogens. *African Journal of Microbiology Research* 4: 1346-1351.
- Ghimire S. R dan Hyde K. D. 2004. Fungal Endophyte In A. Varma, L. Abbott, D. Werner, R. Hampp (Eds.). *Plant Surface Microbiology*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Pp. 281-292
- Hallmann, J. A., Hallmann A, Mahaffee W. F, and Kloeper J.W, 1997. Bacterial endophytes in agricultural crops. *Canadian Journal of Microbiology* 43: 895-914

- Harcourt, D. G. 1957. Biology of the diamondback, *Plutella maculipennis* (Curt.) in Eastern Ontario. II. Life History, Behavior and host relationships. Canadian Entomol. 89: 554-564.
- Hendriwal, Latifah, dan Hayu R. 2013. Perkembangan *Spodoptera litura* F.(Lepidoptera: Noctuidae) pada Kedelai. Jurnal Floratek 8: 88–100.
- Jaber, lara R. 2015. Grapevine leaf tissue colonization by the fungal entomopathogen *Beauveria bassiana* s.l. and its effect against *Downy mildew*. Bio Control 60: 103–112
- Johnston P. R, Sutherland P. W and Joshee S. 2006. Visualising endophytic fungi within leaves by detection of (1/3)- β -D-glucans in fungal cell walls. Journal Mycologist 20: 159-162
- Kusuma R. M. 2015. Potensi Jamur *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Hypocreales: Cordycipitaceae) sebagai Jamur Endofit dan Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan pada Tanaman Kedelai *Glycine max* (L.) Merrill. Skripsi. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.
- Kobayashi, D. Y dan Palumbo, J. D. 2000. Bacterial Endophytes and Their Effects on Plants and Uses in Agriculture, New York.
- Landa B. B, López. C, Jiménez-Fernández D, Montes-Borrego M, Muñoz-Ledesma FJ, Ortiz-Urquiza A, Quesada-Moraga E. 2013. In-plant Detection and Monitorization of Endophytic Colonization by a *Beauveria bassiana* Strain Using a new-developed Nested and Quantitative PCR-based Assay and Confocal Laser Scanning Microscopy. Journal of Invertebrate Pathology 114: 128–138.
- M'Piga P, Bélanger R, Paulitz T. N, Benhamou N. 1997. Increased resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *Radicleslycopersici* in tomato plants treated with the endophytic bacterium *Pseudomonas fluorescens* strain 63-28. Physiological and Molecular Plant Pathology 50: 301-320.
- Nuryanti, Wibowo, Azis. 2012. Penambahan Beberapa Jenis Bahan Nutrisi pada Media Perbanyakan untuk Meningkatkan Virulensi *Beauveria bassiana* terhadap Hama Walang Sangit. Jurnal hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika 12 (1): 64 – 70.
- Ooi, P. A. C. 1992. Role of parasitoids in *managing diamondback moth* in the Cameron Highlands, Malaysia. Dalam Talekar, N.S. (ed). Diamondback moth and other crucifer pests. Proceedings of the Second International Workshop: 255-262. Tainan, Taiwan, 10-12 December 1990.
- Ownley B. H, Griffin M. R, Klingeman W. E, Gwinn K. D, Moulton J. K, Pereira R M. 2008. *Beauveria bassiana*: Endophytic Colonization and Plant Disease Control. Journal Invertebrate. Pathology. 98: 267–270

- Parsa S, Ortiz V, and Vega F. E. 2013. Establishing Fungal Entomopathogens as Endophytes: Towards Endophytic Biological Control. *Journal of Visualized Experiments* 74: 1-5.
- Posada F, Aime M. C, Peterson S. W, Rehner S.A, and Vega F. E. 2007. Inoculation of coffee plants with the fungal entomopathogen *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales). *Journal Mycological Research* 3:748-757
- Pramesti N. R. 2015. Pengembangan Jamur Patogen Serangga *Beauveria bassiana* (Ascomycota:Hypocreales) menjadi Endofit Tanaman Tomat dan Potensinya sebagai Pengendali Biologis Endofitik terhadap Penyakit Layu Fusarium (*Fusariumoxysporum* F. Sp. *Lycopersici*). Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Prihatiningtias, W. dan Wahyuningsih M. S. H. 2006. Prospek Mikroba Endofit sebagai Sumber senyawa Bioaktif. *Fakultas Farmasi UGM. Yogyakarta*. hal 1-5.
- Qayyum M. A, Wakil W, Arif M. J, Sahi S. T, dan Dunlap C. A. 2015. Infection of *Helicoverpa armigera* by Endophytic *Beauveria bassiana* Colonizing Tomato Plants. *Journal Biological Control* 90: 200–207.
- Rai D, Updhyay, Mehra P, Rana M, Pandey A. K. 2014. Potential of Entomopathogenic Fungi as Biopesticides. *Journal Science and Technology* 2 (5): 7-13.
- Rinaga R. 2009. Efektivitas Pestisida Nabati terhadap Hama *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) pada Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabaccum* L.). Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Sumatera Utara.
- Rodriguez R. J, White J. J. F, Arnold A. E, Redman R. S. 2009. Fungal Endophytes: Diversity and Functional Roles. *Journal New Pathology*. 182: 314–330
- Sastrosiswojo, S. 1987. Perpaduan pengendalian secara hayati dan kimiawi hama ulat daun kubis *Plutella xylostella* L (Lepidoptera : Yponomeutidae) pada tanaman kubis. Disertasi : Fakultas Pascasarjana UNPAD, Bandung. 388h.
- Schulz B. J. E and Boyle C. J. C. 2006. What are endophytes In Schulz BJE, Boyle CJC & Sieber TN, (eds). *Microbial Root Endophytes*, pp. 1–13. Springer-Verlag, Berlin.
- Soetopo, D dan Indrayani, I. 2007. Status Teknologi, dan Prospek *Beauveria bassiana* untuk Pengendalian Serangga Hama. *Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, Malang*. 6 (1): 29-46.

- Suharyon dan Susilawati. E. 2012. Teknologi Budidaya Kailan Dalam Pot. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP). Jambi.
- Tesfaye D dan Seyoum E. 2010. Studies on the pathogenicity of native entomopathogenic fungal isolates on the cotton or melon *aphid*, *Aphis gossypii*(Homoptera: Aphididae) Glove under different temperature regimes. J. Afr. Entomo. 18 (2): 302-312.
- Utomo, C dan Pardede, D. J.1990.Efikasi Jamur *Beauveria bassiana*.Buletin Perkebunan. Kanisius.hal 34-46.
- Vega, F. E., 2008. Insect pathology and fungal endophytes. J. Invertebr. Pathol. 98, 277-279.
- Vega F .E, Mark S, Goettel M. S, Blackwell M, Chandler D. 2009. Fungal Entomopathogens: New Insights in their Ecology. Journal Fungal Ecology. 2: 149–159
- Vidal S, Jaber L. R. 2015. Entomopathogenic Fungi as Endophytes: Plant-Endophyte Herbivore Interaction and Prospects for Use in Biological Control. Journal Current Science 109 (1): 46-54
- Vos H. C. 1953. Introduction in Indonesia of *Angitia cerophaga* Grav., a parasite of *Plutella maculipennis* Curt. Pemberitaan Balai Besar Penyelidikan Pertanian Bogor.No.134-32 h.
- Wang X. G, Duff J, Keller M. A, Zalucki M. P, Liu S and Bailey P. 2004. Role of *Diadegma semiclausum* (Hymenoptera : Ichneumonidae) in controlling *Plutella xylostella* (Lepidoptera:Plutellidae) cage exclusion experiments and direct observation. Biocontrol Science and Tecnology 14 (6):571-586
- Wagner B. L dan Lewis L. C. 2000. Colonization of corn, *Zea mays*, by the Entomopathogenic Fungus *Beauveria bassiana*. Journal Environment Microbiology**66**: 3468–3473.
- Wiryadiputra, S. 1994. Prospek dan Kendala Pengembangan Jamur Entomopatogen, *Beauveria bassiana* untuk pengendalian hayati hama penggerek buah kopi *Hypothenemus hampei*. Pelita Perkebunan 9 (1): 92-99.
- Zhang, Leilei. 2014. Colonization pattern of crop plants by endophytic fungi. International Ph. D. Program for Agricultural Sciences in Goettingen (IPAG) at the Faculty of Agricultural Sciences, Georg-August-University Göttingen, Germany.Disertation.
- Zuhri, elza. 2010. Aplikasi KNO_3 Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kailan (*Brassica alboglabra* L.). Laboratorium Pemuliaan Tanaman, Fakultas Pertanian; Universitas Riau. Vol. 9 No. 2 : 2-11.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LAMPIRAN

Lampiran 1. Deskripsi Benih Kailan

| Variabel Deskripsi | Keterangan |
|--------------------|-------------------------|
| Varietas Benih | Winsa Kaelan Sharp Leaf |
| Produksi | Taiwan |
| Berat Bersih | 20 gram |
| Daya Tumbuh | 85 % |
| Kemurnian | 98 % |

Gambar Lampiran 1. Denah Pengacakan Penelitian



Keterangan:

| | |
|--|---|
| | Perendaman benih dengan aquades steril (kontrol) |
| | Penyemprotan daun dengan aquades steril (kontrol) |
| | Pembasahan tanah dengan aquades (kontrol) |
| | Perendaman benih <i>B. bassiana</i> kerapatan 1×10^8 spora/ml |
| | Penyemprotan daun <i>B. bassiana</i> kerapatan 1×10^8 spora/ml |
| | Pembasahan tanah <i>B. bassiana</i> kerapatan 1×10^8 spora/ml |

Tabel lampiran 3. Analisis sidik ragam tingkat kolonisasi *B. bassiana* pada bagian daun tanaman kailan 7 HSI

| SK | Db | JK | KT | F hit | F tab 5% | Ket |
|-----------|----|--------|------|-------|----------|-----|
| Perlakuan | 5 | 44,09 | 0,24 | 1,95 | 2,90 | - |
| Ulangan | 3 | 0,71 | 8,82 | 0,05 | 3,29 | |
| Galat | 15 | 67,91 | 4,53 | | | |
| Total | 23 | 112,71 | 4,90 | | | |

Keterangan: Data ditransformasi menggunakan $Arc \sin (\sqrt{x + 0,5})$ Tabel lampiran 4. Analisis sidik ragam tingkat kolonisasi *B. bassiana* pada bagian batang tanaman kailan 7 HSI

| SK | Db | JK | KT | F hit | F tab 5% | Ket |
|-----------|----|-------|------|-------|----------|-----|
| Perlakuan | 5 | 5,44 | 1,08 | 1,00 | 2,90 | - |
| Ulangan | 3 | 3,26 | 1,08 | 1,00 | 3,29 | |
| Galat | 15 | 16,32 | | | | |
| Total | 23 | 25,02 | | | | |

Keterangan: Data ditransformasi menggunakan $Arc \sin (\sqrt{x + 0,5})$ Tabel lampiran 5. Analisis sidik ragam tingkat kolonisasi *B. bassiana* pada bagian akar tanaman kailan 7 HSI

| SK | Db | JK | KT | F hit | F tab 5% | Ket |
|-----------|----|-------|------|-------|----------|-----|
| Perlakuan | 5 | 8,70 | 1,45 | 0,75 | 2,90 | - |
| Ulangan | 3 | 4,35 | 1,74 | 0,63 | 3,29 | |
| Galat | 15 | 34,81 | 2,32 | | | |
| Total | 23 | 47,86 | | | | |

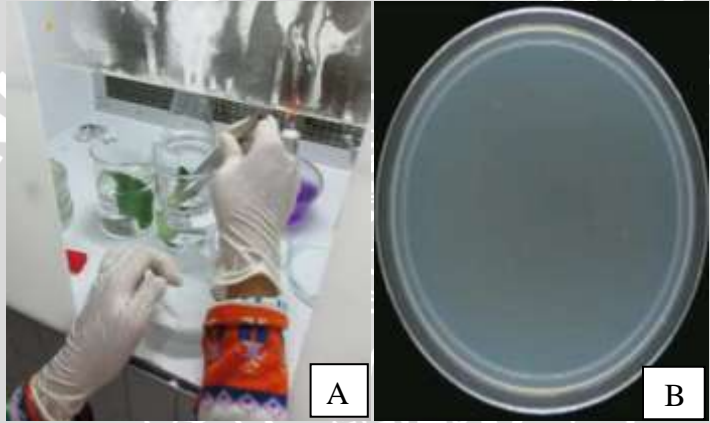
Keterangan: Data ditransformasi menggunakan $Arc \sin (\sqrt{x + 0,5})$ Tabel lampiran 6. Analisis sidik ragam mortalitas *P. xylostella* tanaman kailan endofitik *B. bassiana* per 24 jam sampai ke n

| SK | Db | JK | KT | F hit | F tab 5% | Ket |
|-----------|----|--------|-------|--------|----------|-----|
| Perlakuan | 5 | 187,51 | 37,50 | 328,31 | 2,90 | * |
| Ulangan | 3 | 0,07 | 0,03 | 0,03 | 3,29 | |
| Galat | 15 | 1,73 | 0,11 | | | |
| Total | 23 | 189,30 | | | | |

Keterangan: Data ditransformasi menggunakan $Arc \sin (\sqrt{x + 0,5})$



Gambar Lampiran 5. Penanaman kailan pada polibag



Gambar lampiran 6. Uji sterilisasi pada media ADK (A=Sterilisasi akar, batang dan daun tanaman kailan suspensi untuk sterilisasi) ; (B= Hasil uji sterilisasi).



Gambar Lampiran 7. Perlakuan Pada Tanaman Kailan (A= Penyemprotan Suspensi *B. bassiana* Pada Tanaman Kailan); (B= Penyungkupan Tanaman Kailan).