

SKRIPSI

**UJI HAYATI FILTRAT BIAKAN JAMUR
ENTOMOPATOGEN YANG DIINKUBASIKAN PADA SUHU
25 °C DAN SUHU 34 °C TERHADAP LARVA *Spodoptera litura*
(FABRICIUS) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) PADA CABAI
(*Capsicum annuum* L.)**

**BIOASSAY OF THE FILTRATE OF ENTOMOPATHOGENIC
FUNGAL CULTURE INCUBATED UNDER TEMPERATURE
25 °C AND 34 °C AGAINST LARVAE OF *Spodoptera litura*
(FABRICIUS) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) ON CHILLI
(*Capsicum annuum* L.)**



**Annisa Jacqueline Fajriah
05071181520020**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

SUMMARY

ANNISA JACQUELINE FAJRIAH, Bioassay of the filtrate of Entomopathogenic Fungal Culture Incubated under Temperature 25 °C and 34 °C against Larvae of *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) on Chilli (*Capsicum annuum* L.) (Supervised by **SITI HERLINDA**).

Spodoptera litura is one of important pest of chilli on which the insect can cause damage up to 40%. Entomopathogenic fungi such *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* have been widely used to control *S. Litura*. Entomopathogenic fungi is microorganism usually used as biological control agent producing endotoxin and toxic against insect. There fore, the objective of this research were: 1) knowing the effect of culture filtrate of *Beauveria bassiana* incubated under temperature 25 °C and 34 °C on the mortality and lethal time of *Spodoptera litura* larvae, 2) knowing the effect of culture filtrate of *Metarhizium anisopliae* incubated under temperature 25 °C and 34 °C on the mortality and lethal time of *Spodoptera litura* larvae.

The experiment was arranged in a Completely Randomized Block Design (CRBD) with 2 factors, the first factor was temperature and the second was fungal isolate. Entomopathogenic fungi was incubated under room temperature for 5 weeks then incubated under 25 °C and 34 °C for 7 days, depended on the treatment. The isolates used were 20 isolates consisting of 10 isolates of *Beuveria bassiana* and 10 isolates of *Metarhizium anisopliae*. The insect used was second instar of *Spodoptera litura*, 25 larvae per replicate. Data collected was analyzed using ANOVA. Individual mortality recorded daily was used to determined LT₅₀ using probit analyses.

The results showed that the highest mortality caused by isolate *B. bassiana* was found on the fungus incubated under 25 °C and was significantly different from that of temperature 34 °C. There was an interaction between the first and second factor, means that certain isolate was affected by certain temperature. For isolate factor (second factor), the highest mortality on isolate BTmPc (96%) incubated under temperature 25 °C, and was not significantly different from isolate Btmtr (93.33%), Blepd (90.57%), BTmkt (90.67%) temperature 25 °C,. The significant different was found between isolate BtmGa (74.67%), isolate BMkMs (80.00%), BPCmS (76.00%), BTmTs (61.00%), Ts1d3 (54.67%), Ts1d2 (61.33%) temperature 25 °C, BTmPc (9.33%), BtmGa (8.00%), Blepd (12.00%), BMkMs (18.67%), BPCmS (14.67%), BTmkt (18.67%), BTmTr (14.67%), BTmTs (14.67%), Ts1d3 (14.67%), Ts1d2 (18.67%) temperature 34 °C

Under treatment of *M. anisopliae*, the highest mortality was found on the fungus incubated under temperature 25 °C which was significant different from those of temperature 34 °C, but no interaction between first and second factor.

The shortest LT₅₀ of larvae *S. litura* dropped with culture filtrate of *B. bassiana* was found on the fungus incubated under temperature 25 °C and significantly different from that of temperature 34 °C. There was no interaction between the first and second factors.

The shortest LT₅₀ of larvae *S. litura* dropped with culture filtrate of *M. anisopliae* was found on the fungus incubated under temperature 25 °C and significantly different from that of temperature 34 °C. There was no interaction between the first and second factors.

For *B. bassiana*, the highest mortality was found on isolate BTmPc incubated under temperature 25 °C with shortest LT₅₀ (7.51 days), which was not significantly different from isolate BTmTr incubated under temperature 25 °C with LT₅₀ (7.31 days). Therefore, isolate BTmTr incubated under temperature 25 °C was the most effective in killing larvae of *S. litura*.

For *M. anisopliae* the highest mortality was found on isolate MPdB incubated under temperature 25 °C with shortest LT₅₀ (8.34 days), which was not significantly different from isolate MSwTp2 incubated under temperature 25 °C with LT₅₀ (8.16 days). Therefore, isolate MSwTp2 incubated under temperature 25 °C was the most effective in killing larvae of *S. litura*.

Keyword : *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Spodoptera litura*, Temperature.

RINGKASAN

ANNISA JACQUELINE FAJRIAH, Uji Hayati Filtrat Biakkan Jamur Entomopatogen yang diinkubasikan pada suhu 25 °C dan 34 °C terhadap Larva *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) pada cabai (*Capsicum annuum* L.) (Dibimbing oleh **SITI HERLINDA**).

Spodoptera litura adalah salah satu hama penting yang menyerang cabai serangannya dapat merusak tanaman hingga 40%. Untuk mengendalikan *S. litura* banyak digunakan jamur entomopatogen, seperti *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae*. Jamur entomopatogen merupakan jenis mikroorganisme yang dapat digunakan sebagai agens hayati yang menghasilkan endotoksin dan bersifat racun bagi serangga. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk 1) mengetahui pengaruh filtrat biakan *Beauveria bassiana* yang diinkubasikan pada suhu 25 °C dan 34 °C terhadap mortalitas dan waktu kematian larva *Spodoptera litura*. 2.) mengetahui pengaruh filtrat biakan *Metarhizium anisopliae* yang diinkubasikan pada suhu 25 °C dan 34 °C terhadap mortalitas dan waktu kematian larva *Spodoptera litura*.

Percobaan ini menggunakan RAK (Rancangan Acak Kelompok) Faktorial dengan 2 faktor, faktor 1 suhu dan faktor 2 isolat jamur. Jamur entomopatogen diinkubasikan pada suhu kamar selama 5 minggu lalu dilanjutkan inkubasinya pada perlakuan inkubasi pada suhu 25 °C dan 34 °C selama 7 hari. Lalu, disaring menggunakan kertas saring dan saringan bakteri untuk mendapatkan filtrat biakan. Isolat yang digunakan sebanyak 20 isolat terdiri dari 10 *Beuveria bassiana* dan 10 *Metarhizium anisopliae*. Serangga uji yang digunakan adalah larva instar 2 sebanyak 25 ekor perulangan. Data perbedaan antar perlakuan dianalisis dengan menggunakan ANOVA. Waktu kematian yang dicatat setiap hari digunakan untuk menghitung LT₅₀ menggunakan analisis probit.

Hasil menunjukkan untuk isolat *B. bassiana* mortalitas larva tertinggi ditemukan pada jamur yang diinkubasikan pada suhu 25 °C berbeda nyata dengan suhu 34 °C interaksi antar faktor utama dan faktor kedua berbeda nyata artinya, isolat tertentu dipengaruhi oleh suhu tertentu. Untuk faktor isolat (faktor kedua) mortalitas tertinggi ditemukan pada isolat BTmPc (96%) yang diekspos pada suhu 25 °C, tidak berbeda nyata dengan isolat, Btmtr (93.33%), Blepd (90.57%), BTmkt (90.67%) suhu 25 °C, sedangkan yang berbeda nyata dengan suhu BtmGa (74.67%), isolat BMkMs (80.00%), BPCmS (76.00%), BTmTs (61.00%), Ts1d3 (54.67%), Ts1d2 (61.33%) suhu 25 °C, BTmPc (9.33%), BtmGa (8.00%), Blepd (12.00%), BMkMs (18.67%), BPCmS (14.67%), BTmkt (18.67%), BTmTr (14.67%), BTmTs (14.67%), Ts1d3 (14.67%), Ts1d2 (18.67%) suhu 34 °C

Mortalitas larva perlakuan *M. anisopliae* tertinggi ditemukan pada jamur yang diinkubasikan pada suhu 25 °C berbeda nyata dengan suhu 34 °C , namun tidak berbeda nyata dengan interaksi antar faktor utama dan faktor kedua.

LT₅₀ larva *S. litura* yang ditesteskan filtrat biakan *B. bassiana* tersingkat ditemukan pada jamur yang diinkubasikan pada suhu 25 °C berbeda nyata dengan suhu 34 °C, interaksi antar faktor utama dan faktor kedua tidak berbeda nyata artinya, isolat tertentu tidak dipengaruhi oleh suhu tertentu.

LT₅₀ larva *S. litura* yang diteteskan filtrat biakan *M. anisopliae* tersingkat ditemukan pada jamur yang diinkubasikan pada suhu 25 °C berbeda nyata dengan suhu 34 °C interaksi antar faktor utama dan faktor kedua tidak berbeda nyata artinya, isolat tertentu tidak dipengaruhi oleh suhu tertentu.

Untuk *B. bassiana*, mortalitas tertinggi isolat BTmPc yang diekspos pada suhu 25 °C dengan LT₅₀ tersingkat 7.51 hari, yang tidak berbeda nyata dengan isolat BTmTr yang diekspos pada suhu 25 °C dengan LT₅₀ 7.31 hari Oleh karena itu isolat BTmTr yang diekspos suhu 25 °C paling efektif dalam mematikan larva *S. litura*.

Untuk *M. anisopliae*, mortalitas tertinggi isolat MPdB yang diekspos pada suhu 25 °C dengan LT₅₀ tersingkat 8.34 hari, yang tidak berbeda nyata dengan isolat MSwTp2 yang diekspos pada suhu 25 °C dengan LT₅₀ 8.16 hari Oleh karena isolat MSwTp2 yang diekspos suhu 25 °C paling efektif dalam mematikan larva *S. litura*.

Kata kunci : *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Spodoptera litura*
Suhu.

SKRIPSI

UJI HAYATI FILTRAT BIAKAN JAMUR ENTOMOPATOGEN YANG DIINKUBASIKAN PADA SUHU 25 °C DAN SUHU 34 °C TERHADAP LARVA *Spodoptera litura* (FABRICIUS) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) PADA CABAI (*Capsicum annuum* L.)

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian pada
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



**Annisa Jacqueline Fajriah
05071181520020**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

UJI HAYATI FILTRAT BIAKAN JAMUR ENTOMOPATOGEN YANG DIINKUBASIKAN PADA SUHU 25 °C DAN SUHU 34 °C TERHADAP LARVA *Spodoptera litura* (FABRICIUS) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) PADA CABAI (*Capsicum annuum* L.)

SKRIPSI

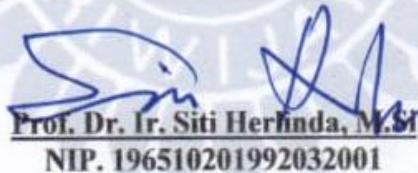
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

Annisa Jacqueline Fajriah
05071181520020

Indralaya, Desember 2018

Pembimbing


Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Sc.
NIP. 196510201992032001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Andy Mulyana, M.Sc.
NIP. 196012021986031003

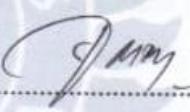
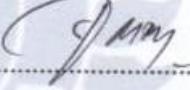
Skripsi dengan Judul "Uji Hayati Filtrat Biakan Jamur Entomopatogen yang diinkubasikan pada suhu 25 °C dan suhu 34 °C terhadap Larva *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) pada cabai (*Capsicum annuum* L.)" oleh Annisa Jacqueline Fajriah telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 10 Desember 2018 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

1. Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si.
NIP. 196510201992032001
2. Dr. Ir. Suwandi, M.Agr.
NIP. 196801111993021001
3. Dr. Ir. Harman Hamidson, M.P.
NIP. 196207101988111001
4. Dr. Ir. Suparman SHK.
NIP. 196001021985031019

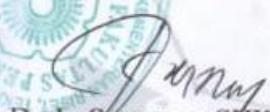
Ketua (.....)

Sekretaris (.....)

Anggota (.....)

Anggota (.....)


Indralaya, Desember 2018

Koordinator Program Studi
Proteksi Tanaman


Dr. Ir. Suparman SHK
NIP. 196001021985031019

Koordinator Program Studi
Agroekoteknologi


Dr. Ir. Munandar, M.Agr.
NIP. 196012071985031005

Mengetahui,
Ketua Jurusan Budidaya Pertanian


Dr. Ir. Firdaus Sulaiman, M.Si.
NIP. 195908201986021001

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Annisa Jacqueline Fajriah

Nim : 05071181520020

Judul : Uji Hayati Filtrat Biakan Jamur Entomopatogen yang diinkubasikan pada suhu 25 °C dan suhu 34 °C terhadap Larva *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) pada cabai (*Capsicum annuum* L.)

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat didalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri dibawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, Desember 2018

(Annisa Jacqueline Fajriah)

RIWAYAT HIDUP

Annisa Jacqueline Fajriah lahir di Bandung, 14 Agustus 1997, merupakan anak tunggal dari Ayah Rismanto dan Ibu Harbiah, memulai pendidikan di Taman Kanak-kanak Lewui Gajah diselesaikan pada tahun 2003 dan melanjutkan ke Sekolah Dasar di SD Negeri 1 Petaling, Mendobarat Bangka Belitung selesai pada tahun 2009, kemudian melanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama di SMPN 1 Mendo Barat lulus ditahun 2012 dan langsung melanjutkan ke Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Pangkal Pinang Propinsi Kepulauan Bangka Belitung dan selesai ditahun 2015.

Penulis melanjutkan pendidikan di jurusan Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya melalui jalur SNMPTN pada tahun 2015. Aktif di organisasi di dalam kampus yaitu HIMAGROTEK (Himpunan Mahasiswa Agroekoteknologi), HIMAPRO (Himpunan Mahasiswa Proteksi), selain aktif di organisasi kampus penulis juga aktif diorganisasi luar kampus yaitu ISBA Indralaya (Ikatan Pelajar Mahasiswa Bangka) dan pernah menjabat sebagai Asisten Bendahara umum di organisasi tersebut. Penulis juga pernah aktif sebagai anggota Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM FP). Penulis juga merupakan asisten tetap mata kuliah Dasar-dasar Perlindungan Tanaman.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warrohmatallahi Wabarakatuh

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas berkat rahmat serta kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul: Uji Hayati Filtrat Biakan Jamur Entomopatogen yang diinkubasikan pada suhu 25 °C dan suhu 34 °C terhadap Larva *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) pada cabai (*Capsicum annuum* L.).

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak membantu, membimbing dan memberikan arahan kepada penulis. Penelitian ini sepenuhnya didanai oleh Hibah Strategis Nasional Individu (PSNI) tahun anggaran 2018 berdasarkan Kontrak Penelitian dari Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM), Direktorat Jenderal Pengembangan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset Teknologi, dan Pendidikan Tinggi, Nomor: 093/SP2H/LT/DRPM/IV/2018 yang diketuai oleh Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si. Penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada ibu dan ayah serta seluruh pihak yang telah turut memberi bantuan berupa doa dan dukungan moril kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini masih banyak kekurangan, Maka dari itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi penulis dan orang lain.

Wassalamu'alaikum warrohmatallahi wabarakatuh

Indralaya, Desember 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI..	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Hipotesis.....	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Cabai (<i>Capsicum annuum</i> L.)	4
2.1.1 Senyawa Kimia primer dan senyawa sekunder daun cabai	4
2.2. <i>Spodoptera litura</i> (Fabricius)	4
2.2.1. Sistematika <i>Spodoptera litura</i> (Fabricius)	5
2.2.2. Morfologi dan Biologi <i>Spodoptera litura</i> (Fabricius)	5
2.3. <i>Beauveria bassiana</i> (Bals.-Criv.) Vuill	6
2.3.1. Sistematika <i>Beauveria bassiana</i>	6
2.3.2. Morfologi <i>Beauveria bassiana</i>	6
2.3.3 Fisiologi <i>Beauveria bassiana</i>	7
2.4. <i>Metarhizium anisopliae</i> (Metschn.) Sorokīn	8
2.4.1. Sistematika <i>Metarhizium anisopliae</i>	8
2.4.2. Morfologi <i>Metarhizium anisopliae</i>	8
2.4.3. Fisiologi <i>Metarhizium anisopliae</i>	9
2.5. Suhu	10
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN	11
3.1. Tempat dan Waktu	11
3.2. Alat dan Bahan	11
3.3. Metode Penelitian	12
3.4. Cara Kerja	12

3.4.1. Persiapan Serangga Uji	12
3.4.2. Pembugaran Isolat Jamur Entomopatogen	13
3.4.3. Persiapan Filtrat Biakan Jamur Entomopatogen	15
3.4.4. Produksi Filtrat Biakan.....	18
3.4.5. Uji Hayati Isolat Jamur Entomopatogen	21
3.5. Peubah yang Diamati	25
3.5.1. Luas Daun yang Dimakan	25
3.5.2. Berat Larva	25
3.5.3. Mortalitas Serangga Uji	25
3.5.4. Perhitungan Nilai Lethal Time	26
3.6. Analisis Data	26
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1. Pengamatan Uji Hayati Filtrat Biakan <i>Beauveria bassiana</i> (Bals.-Criv) Vuill.....	27
4.1.1. Berat Badan Larva <i>Spodoptera litura</i> (Fabricius)	27
4.1.2. Luas Daun yang Dimakan.....	30
4.1.3. Mortalitas dan LT ₅₀ Larva <i>Spodoptera litura</i> (Fabricius) yang diaplikasikan <i>Beauveria bassiana</i>	34
4.2. Pengamatan Uji Hayati Filtrat Biakan <i>Metarhizium anisopliae</i>	37
4.2.1. Berat Badan Larva <i>Spodoptera litura</i> (Fabricius).....	37
4.2.2. Luas Daun yang Dimakan.....	41
4.2.3. Mortalitas dan LT ₅₀ <i>Spodoptera litura</i> (Fabricius) yang diaplikasikan Isolat <i>Metarhizium anisopliae</i>	45
4.3. Pembahasan	48
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1. Kesimpulan	51
5.2. Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	57

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1. Konidia <i>Beauveria bassiana</i> (Bals.-Criv) Vuill	7
2.2. Konidia <i>Metarhizium anisopliae</i> (Metschn.) Sorokīn.....	9
3.1. <i>Spodoptera litura</i> yang dibiakkan pada stoples di laboratorium	13
3.2. Isolat-isolat <i>Beauveria bassiana</i> yang ditumbuhkan di cawan Petri.....	14
3.3. Jamur entomopatogen <i>Beauveria bassiana</i> dan <i>Metarhizium anisopliae</i>	15
3.4. Isolat-isolat <i>Metarhizium anisopliae</i> yang ditumbuhkan dicawan Petri.....	15
3.5. Inkubator untuk perlakuan suhu 25 °C.....	16
3.6. Oven untuk perlakuan suhu 34 °C.....	16
3.7. Filtrat biakan <i>Beauveria bassiana</i> yang dibiakan di botol gelas yang sudah di beri perlakuan suhu 25 °C.....	17
3.8. Filtrat biakan <i>Beauveria bassiana</i> yang dibiakan di botol gelas yang sudah di beri perlakuan suhu 34 °C.....	17
3.9. Filtrat biakan <i>Metarhizium anisopliae</i> yang dibiakan di botol gelas yang sudah di beri perlakuan suhu 25 °C.....	18
3.10. Filtrat biakan <i>Metarhizium anisopliae</i> yang dibiakan di botol gelas yang sudah di beri perlakuan suhu 34 °C.....	18
3.11. Filtrat biakan <i>Beauveria bassiana</i> perlakuan suhu 25 °C yang sudah disaring pada erlenmeyer (ukuran 500 ml).....	19
3.12. Filtrat biakan <i>Beauveria bassiana</i> perlakuan suhu 34 °C yang sudah disaring pada erlenmeyer (ukuran 500 ml).....	19
3.13. Filtrat biakan <i>Metarhizium anisopliae</i> perlakuan suhu 25 °C yang sudah disaring pada erlenmeyer (ukuran 500 ml).....	20
3.14. Filtrat biakan <i>Metarhizium anisopliae</i> perlakuan suhu 34 °C yang sudah disaring pada erlenmeyer (ukuran 500 ml).....	20
3.15. Posisi stoples aplikasi <i>Beauveria bassiana</i> dengan perlakuan suhu 25 °C.....	22
3.16. Posisi stoples aplikasi <i>Beauveria bassiana</i> dengan perlakuan suhu 34 °C.....	22
3.17. Posisi stoples aplikasi <i>Metarhizium anisopliae</i> dengan perlakuan suhu 25 °C.....	23

3.18. Posisi stoples aplikasi <i>Metarhizium anisopliae</i> dengan perlakuan suhu 34 °C.....	23
4.1. Kerusakan daun oleh larva <i>Spodoptera litura</i> pada perlakuan aplikasi filtrat biakan <i>Beauveria bassiana</i> suhu 25 °C dan 34 °C... ..	34
4.2. Larva sehat (kiri) dn larva yang mati (kanan) yang memakan daun yang diberi filtrat biakan <i>Beuveria bassiana</i> yang diberi perlakuan suhu 25 °C.....	36
4.3. Larva sehat (kiri) dn larva yang mati (kanan) yang memakan daun yang diberi filtrat biakan <i>Beuveria bassiana</i> yang diberi perlakuan suhu 34 °C.....	37
4.4. Kerusakan daun oleh larva <i>Spodoptera litura</i> pada perlakuan aplikasi filtrat biakan <i>Metarhizium anisopliae</i> suhu 25 °C dan 34 °C.....	44
4.5. Larva sehat (kiri) dn larva yang mati (kanan) yang memakan daun yang diberi filtrat biakan <i>Beuveria bassiana</i> yang diberi perlakuan suhu 25 °C.....	47
4.6. Larva sehat (kiri) dn larva yang mati (kanan) yang memakan daun yang diberi filtrat biakan <i>Beuveria bassiana</i> yang diberi perlakuan suhu 34 °C.....	47

DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1. Kode isolat jamur <i>Beauveria bassiana</i> koleksi Laboratorium Entomologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya	24
3.2. Kode isolat jamur <i>Metarhizium anisopliae</i> koleksi Laboratorium Entomologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya	24
4.1. Berat badan <i>Spodoptera litura</i> pengamatan 1-6 hari pada perlakuan isolat <i>Beauveria bassiana</i>	27
4.2. Berat badan <i>Spodoptera litura</i> pengamatan 7-13 hari pada perlakuan isolat <i>Beauveria bassiana</i>	29
4.3. Luas gerekan <i>Spodoptera litura</i> pengamatan 1-6 hari pada perlakuan isolat <i>Beauveria bassiana</i>	31
4.4. Luas gerekan <i>Spodoptera litura</i> pengamatan 7-12 hari pada perlakuan isolat <i>Beauveria bassiana</i>	32
4.5. Mortalitas <i>Spodoptera litura</i> selama 12 hari yang di aplikasikan <i>Beauveria bassiana</i>	35
4.6. Berat badan larva <i>Spodoptera litura</i> pengamatan 1-6 hari pada perlakuan isolat <i>Metarhizium anisopliae</i>	37
4.7. Berat badan larva <i>Spodoptera litura</i> pengamatan 7-13 hari pada perlakuan isolat <i>Metarhizium anisopliae</i>	39
4.8. Luas gerekan <i>Spodoptera litura</i> pengamatan 1-6 hari pada perlakuan isolat <i>Metarhizium anisopliae</i>	41
4.9. Luas gerekan <i>Spodoptera litura</i> pengamatan 7-12 hari pada perlakuan isolat <i>Metarhizium anisopliae</i>	43
4.10. Mortalitas <i>Spodoptera litura</i> selama 12 hari yang di aplikasikan <i>Metarhizium anisopliae</i>	45

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman	
1	Suhu selama percobaan di Laboratorium	57
2	Kelembaban relatif selama percobaan di Laboratorium	58
3	Berat badan larva <i>Spodoptera litura</i> selama 13 hari perlakuan <i>Beauveria bassiana</i> Suhu 25 °C	59
4	Berat badan larva <i>Spodoptera litura</i> selama 13 hari perlakuan <i>Beauveria bassiana</i> Suhu 34 °C.....	61
5	Luas daun yang dimakan larva <i>Spodoptera litura</i> selama 12 hari perlakuan <i>Beauveria bassiana</i> suhu 25 °C	63
6	Luas daun yang dimakan larva <i>Spodoptera litura</i> selama 12 hari perlakuan <i>Beauveria bassiana</i> suhu 34 °C	65
7	Data yang digunakan untuk perhitungan LT ₅₀ larva <i>Spodoptera</i> <i>litura</i> selama 12 hari perlakuan <i>Beauveria bassiana</i> suhu 25 °C ...	67
8	Data yang digunakan untuk perhitungan LT ₅₀ larva <i>Spodoptera</i> <i>litura</i> selama 12 hari perlakuan <i>Beauveria bassiana</i> suhu 34 °C...	69
9	Mortalitas larva <i>Spodoptera litura</i> selama 12 hari perlakuan <i>Beauveria bassiana</i> suhu 25 °C.....	71
10	Mortalitas larva <i>Spodoptera litura</i> selama 12 hari perlakuan <i>Beauveria bassiana</i> suhu 34 °C.....	71
11	Reisolasi larva mati perlakuan <i>Beauveria bassiana</i> suhu 25 °C	72
12	Reisolasi larva mati perlakuan <i>Beauveria bassiana</i> suhu 34 °C	74
13	Berat badan larva <i>Spodoptera litura</i> selama 13 hari perlakuan <i>Metarhizium anisopliae</i> dengan perlakuan suhu 25 °C.....	76
14	Berat badan larva <i>Spodoptera litura</i> selama 13 hari perlakuan <i>Metarhizium anisopliae</i> dengan perlakuan suhu 34 °C.....	78
15	Luas daun yang dimakan larva <i>Spodoptera litura</i> selama 12 hari perlakuan <i>Metarhizium anisopliae</i> suhu 25 °C	80
16	Luas daun yang dimakan larva <i>Spodoptera litura</i> selama 12 hari perlakuan <i>Metarhizium anisopliae</i> suhu 34 °C	82
17	Data yang digunakan untuk perhitungan LT ₅₀ larva <i>Spodoptera</i> <i>litura</i> selama 12 hari perlakuan <i>Metarhizium anisopliae</i> suhu 25 °C..	84

18	Data yang digunakan untuk perhitungan LT ₅₀ larva <i>Spodoptera litura</i> selama 12 hari perlakuan <i>Metarhizium anisopliae</i> suhu 34 °C.....	86
19	Mortalitas larva <i>Spodoptera litura</i> selama 12 hari perlakuan <i>Metarhizium anisopliae</i> suhu 25°C.....	88
20	Mortalitas larva <i>Spodoptera litura</i> selama 12 hari perlakuan <i>Metarhizium anisopliae</i> suhu 34 °C.....	88
21	Reisolasi larva mati perlakuan <i>Metarhizium anisopliae</i> dengan perlakuan suhu 25 °C.....	89
22	Reisolasi larva mati perlakuan <i>Metarhizium anisopliae</i> dengan perlakuan suhu 34 °C.....	91

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Cabai merupakan komoditas hortikultura yang bernilai ekonomi tinggi dan berpotensi untuk dikembangkan di Indonesia (Supriadi *et al.*, 2018). Cabai merah mempunyai daya adaptasi yang luas sehingga bisa ditanam di dataran rendah maupun di dataran tinggi (Rindani, 2015). Salah satu kendala pada budidaya cabai merah baik di dataran rendah maupun dataran tinggi adalah serangan organisme pengganggu tumbuhan (Moekasan *et al.*, 2015). Serangan dari organisme pengganggu tumbuhan ini dapat menyebabkan hasil produksi cabai menurun (Pramudyani *et al.*, 2014). Salah satu hama utama dari tanaman cabai adalah *Spodoptera litura* (Nurtjahyani dan Murtini, 2015). Serangan ulat grayak dapat menyebabkan penurunan hasil hingga 40%. Hal ini dikarenakan ulat grayak menyerang secara serentak dan berkelompok. Serangan berat ulat grayak Dapat menyebabkan tanaman rusak karena menyerang cabai pada bagian daun dan buah (Septian dan Ratnasari, 2013).

Salah satu upaya yang digunakan untuk mengendalikan *S. litura* ini adalah dengan menggunakan pengendalian hayati, pengendalian hayati ini yaitu dengan menggunakan makhluk hidup terdiri dari musuh alami, parasitoid, dan jamur entomopatogen (Aryo *et al.*, 2017). Jamur entomopatogen merupakan salah satu jenis mikroorganisme yang dapat digunakan sebagai agens hayati untuk pengendalian hama. Kelebihan penggunaan jamur entomopatogen sebagai pengendali populasi serangga hama adalah mempunyai kapasitas produksi yang tinggi, siklus hidup relatif pendek dan mampu membentuk spora yang tahan terhadap pengaruh lingkungan (Rosmayuningih *et al.*, 2014).

Keberhasilan pengendalian hama dengan jamur entomopatogen juga ditentukan oleh kerapatan konidia yang diaplikasikan, yaitu jumlah konidia dalam setiap milliliter air (Putra *et al.*, 2013). Keefektifan jamur entomopatogen yang diaplikasikan dipengaruhi juga oleh fase perkembangan instar larva dan perilaku serangga yang akan dikendalikan (Khodijah, 2014).

Efek spora *B. bassiana* dan metabolit sekundernya pada serangga resistensi terhadap insektisida. Temuan menunjukkan bahwa spora jamur dan metabolit sekundernya mampu meningkatkan total esterase dan glutathione S-transferase aktivitas di hemolymph serangga yang terinfeksi (Zibaee, Bandani dan Tork, 2014).

Dari beberapa jenis jamur entomopatogen, *B. bassiana* dan *M. anisopliae* merupakan pengendalian hayati hama pada berbagai komoditas tanaman yang efektif dan efisien. *B. bassiana* mampu mengendalikan 175 spesies serangga dari semua ordo seperti Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Orthoptera, Hymenoptera dan Lepidoptera. Larva dari ordo tersebut merupakan hama-hama penting pada tanaman budidaya dan salah satunya adalah larva *S. litura* (Budi *et al.*, 2013). Sedangkan, *M. anisopliae* dapat menginfeksi beberapa jenis serangga, antara lain dari ordo Coleoptera, Lepidoptera, Homoptera, Hemiptera, dan Isoptera. *M. anisopliae* mempengaruhi morfologi nimfa yang mati (Novianti, 2017).

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh filtrat biakan *B. bassiana* yang diekspos pada suhu 25 °C dan 34 °C terhadap mortalitas dan waktu kematian larva *S. litura*?
2. Bagaimana pengaruh filtrat biakan *M. anisopliae* yang diekspos pada suhu 25 °C dan 34 °C terhadap mortalitas dan waktu kematian larva *S. litura*?

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. untuk mengetahui pengaruh filtrat biakan *B. bassiana* yang diekspos pada suhu 25 °C dan 34 °C terhadap mortalitas dan waktu kematian *S. litura*.
2. untuk mengetahui pengaruh filtrat biakan *M. anisopliae* yang diekspos pada suhu 25 °C dan 34 °C terhadap mortalitas dan waktu kematian *S. litura*.

1.4. Hipotesis

Adapun hipotesis pada penelitian ini adalah:

1. diduga filtrat biakan *B. bassiana* yang diekspos pada suhu 25 °C meningkatkan mortalitas dan mempersingkat waktu kematian larva *S. litura*.
2. diduga filtrat biakan *M. anisopliae* yang diekspos pada suhu 25 °C meningkatkan mortalitas dan mempersingkat waktu kematian larva *S. litura*.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menambah ilmu pengetahuan mengenai teknologi produksi bioinsektisida.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryo, K., Wibowo, L., dan Aeny, T. N. 2017. Virulensi beberapa isolat *Metarhizium anisopliae* terhadap Ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) di Laboratorium. *Jurnal Agrotek Tropika*, 5(2), 96–101.
- Budi, A. S., Afandhi, A., dan Puspitarini, Retno dyah. 2013. 57 Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Balsamo (Deuteromycetes: Moniliales) pada larva *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). *Jurnal Hpt*, 1(April), 57–65.
- Deciyanto, dan Indrayani, I. G. 2008. Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana*: Potensi dan Prospeknya dalam Pengendalian Hama Tungau. *Balai Penelitian Tanaman Tembakau Dan Serat*, 8(2), 65–73.
- Fattah, A. dan Ilyas, A. 2016. Siklus Hidup Ulat Grayak (*Spodoptera litura*, F) dan tingkat serangan pada beberapa varietas unggul kedelai di Sulawesi Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian*, 824–832.
- Hadi, M. S., Himawan, T., dan Hiola, I. R. 2016. Efektivitas jamur *Beauveria bassiana* (bals.) vuill. dan *Metarhizium anisopliae* untuk mengendalikan hama *Phyllotreta* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae) pada tanaman sawi (*Brassica sinensis* l.) di Trawas, Mojokerto. *Jurnal HPT*, 4(2), 102–108.
- Hasyim, A., dan Azwana. 2003. Patogenisitas Isolat *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin dalam mengendalikan hama penggerek bonggol Pisang , *Cosmopolites sordidus* Germar. *Jurnal Hortikultura*, 13(2), 120–130.
- Herlinda, S., Kusuma, A., dan Wijaya, A. 2015. Perbandingan efek pemberian bioinsektisida dan ekstrak kompos terhadap produksi padi ratun dan populasi serangan hama. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 43(1), 23–29.
- Indralayani, I. 2017. Potensi jamur *Metarhizium anisopliae* (Metsch .) Sorokin untuk pengendalian secara hayati hama uret tebu *Lepidiota stigma* (Coleoptera : Scarabaeidae). *Jurnal Perspektif*, 16(1), 24–32.
- Khodijah. 2014. Aplikasi Bioinsektisida Berbasis Jamur Entomopatogen Terhadap Penggerek Batang Padi Daerah Pasang Surut Sumatera Selatan. *Jurnal Lahan Suboptimal*, 3(1), 31–38.
- Kusmiadi, R.,Aini, S.N.,Apriadi,R.,Ciko. 2017. Uji Efektifitas Agensia Hayati *Metarhizium anisopliae* Terhadap Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F) Secara In Vitro. *Jurnal Ilmu dan Teknologi pertanian*, 1(2), 86–94.
- Moekasan, T., Gunadi, N., Adiyoga, W., dan Sulatrini, I. 2015. Kelayakan Teknis dan Ekonomi Budidaya Cabai Merah di Dalam Rumah Kasa untuk Menanggulangi Serangan Organisme Pengganggu Tumbuhan. *Jurnal Hortikultura*, 25(2), 180–192.

- Musyahadah, N., Hariani, N., dan Hendra, M . 2015. Uji efektifitas ekstrak daun tigaron (*Crateva religiosa* G. Forst.) Terhadap mortalitas ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) (Lepidoptera: Noctuidae) di Laboratorium. *Prosiding Seminar Sains Dan Teknologi FMIPA Unmul*, 1(1), 1–7.
- Novianti, D. 2017. Efektivitas beberapa media untuk perbanyak jamur *Metarhizium anisopliae*. *Jurnal Sainmatika*, 14(2), 81–88.
- Nuraida. dan Lubis, Aisyah. 2016. Pengaruh formulasi dan lama penyimpanan pada viabilitas, bioaktivitas dan persistensi cendawan *Metarhizium anisopliae* terhadap *Crocidolomia pavonana* Fabricius. *Jurnal HPT Tropika*.16(2),196–202.
- Nurazizah, I., Basit, A., Murwani, I., dan Prabowo, H. 2018. Evaluasi Efek Campuran Fipronil dan Diafenturon dalam Mengendalikan Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* Fabricius) Pada Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabacum* L .). *Jurnal Folium*, 1(2), 79–87.
- Nurtjahyani, S. D., dan Murtini, I. 2015. Karakterisasi Tanaman Cabai Yang Terserang Hama Kutu Kebul (*Bemisia tabaci*). *University Research Colloquium*, 195–200.
- Permadi, M. A., Lubis, R. A., dan Sari, D. 2018. Eksplorasi cendawan entomopatogen dari berbagai rizosfer tanaman hortikultura di beberapa wilayah Kabupaten Mandailing Natal Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Agritech*, XX(1).
- Pramudyani, L., Qomariah, R., dan Yassin, M. 2014. Tumpangsari tanaman cabai merah dengan bawang daun menuju pertanian ramah lingkungan. *Prosiding Seminar Nasional Pertanian Organik*, 469–476.
- Pramesti, N.R., Himawan, T., Rachmawati., R. 2014. Pengaruh pengkayaan media dan suhu penyimpanan terhadap kerapatan dan viabilitas konidia jamur patogen serangga *Beauveria Bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Hypocreales : Cordycipitaceae). 2(3).
- Putra, G. m, Hadiastono, T., Afandihi, A., dan Prayogo, Y. 2013. Patogenisitas jamur entomopatogen *Lecanicillium lecanii* (Deuteromycotina; Hyphomycetes) terhadap *Bemisia tabaci* (g.) Sebagai vektor virus cowpea mild mottle virus (cmmv) pada tanaman kedelai. *Jurnal HPT*, 1(April), 27–39
- Ramadhan, T. H. dan Hernowo, K. 2012. Isolasi entomopatogen lahan gambut di Kalimantan Barat dan determinasi virulensinya sebagai material bioinsektisida. *J. Perkebunan dan Lahan Tropika*, 2(2), Pp. 51–57.
- Rindani, M. . 2015. Kesesuaian lahan tanaman cabai merah di Lahan Jorong Lubuak Batingkok , Kec Harau , Kab Lima Puluh Kota. *Jurnal Nasional Ecopedon*, 2(2).

- Rosmayuningsih, A., Rahardjo, B. T., dan Rachmawati, R. 2014. Patogenisitas jamur *Metarhizium anisopliae* terhadap hama keping tanah (*Stibaropus molginus*) (Hemiptera : Cydnidae) dari Beberapa formulasi. *Jurnal HPT*, 2(2), 28–37.
- Rosmiati, A., Hidayat, C., dan Firmansyah, E. 2018. Potensi *Beauveria bassiana* sebagai Agens Hayati *Spodoptera litura* Fabr. pada Tanaman Kedelai, 29(1), 43–47.
- Safitri, A. Y. U., Herlinda, S., dan Setiawan, A. 2018. Entomopathogenic fungi of soils of freshwater swamps , tidal lowlands , peatlands , and highlands of South Sumatra , Indonesia Entomopathogenic fungi of soils of freshwater swamps , tidal lowlands , peatlands , and highlands of South Sumatra , Indonesia. *Jurnal Biodiversitas*, 19(11), 2365–2373.
- Sari, M., Lubis, L., Pangestiningsih, Y. 2013. Uji efektivitas beberapa insektisida nabati untuk mengendalikan ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) (Lepidoptera : Noctuidae) di Laboratorium Mutiah. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 1(3), 560–569
- Sianturi, N.B; Pangetiningsih, Y; Lubis, L. 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.
- Septian, R. E., dan Ratnasari, E. 2013. Pengaruh Kombinasi Ekstrak Biji Mahoni dan Batang Brotowali terhadap Mortalitas dan Aktivitas Makan Ulat Grayak pada Tanaman Cabai Rawit. *Lentera Bio*, 2(1), 107–112.
- Sepwanti, C., Rahmawati, M., dan Kesumawati, E. 2016. *Trichoderma harzianum* terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Kawista*, 1(1), 68–74.
- Sorokin. 1883. Index Fungorum, *Metarhizium anisopliae*. Retrieved from <http://www.indexfungorum.org/Names/Namesrecord.asp.recordID=101834> (Accessed 18 Desember 2018).
- Soetopo, D.,Indrayani, I. 2007.Status Teknologi dan Prospek *Beauveria bassiana* Untuk Pengendalian Serangga Hama Tanaman Perkebunan Yang Ramah Lingkungan.*Jurnal Perspektif*.6(1), 29–46.
- Sukamto, S., Yuliantoro, Kelik. Pengaruh suhu penyimpanan terhadap viabilitas *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. dalam beberapa pembawa.*Jurnal pelita perkebunan*.22(1),40–57.
- Sumini, Herlinda, S., dan Irsan, C. 2015. Impact of *Beauveria bassiana* bioinsecticide application on the predatory arthropod.*Jurnal Klorofil*, 2, 111–117.
- Supriadi, D. R., Susila, A. D., dan Sulistyono, E. 2018. Penetapan kebutuhan air tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L .) dan cabai rawit (*Capsicum*

- frutescens* L.). *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 9 (April), 38–46.
- Suryadi, Y., Priyatno, T. P., Samudra, I. M., Susilowati, D. N., Lawati, N., dan Kustaman, E. 2013. Pemurnian parsial dan karakterisasi kitinase asal jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* Isolat BB200109. *Jurnal AgroBiogen*, 9(2), 77–84.
- Susanti, U. 2012. Uji beberapa konsentrasi *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin untuk mengendalikan hama kepik hijau (*Nezara viridula* L.) pada kacang panjang (*Vigna sinensis* L.),(1).
- Suyoga, K. B., Watiniasih, N. L., dan Suartini, N. M. 2016. Preferensi makan kumbang koksi (*Epilachna admirabilis*) pada beberapa tanaman sayuran famili Solanaceae. *Simbiosis*, 4(1), 19–21.
- Tengkano, W.2005. Ulat grayak (*Spodoptera litura* Fabricius) (Lepidoptera : Noctuidae) pada tanaman kedelai dan pengendaliannya. *Buletin Palawija*, 52(10), 43–52.
- Thamrin, M., Asikin, S., dan Willis, M. 2013. Tumbuhan kirinyu (*Chromolaena odorata* (L) (Asteraceae: Asterales) sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan ulat grayak (*Spodoptera litura*). *Jurnal Litbang Pertanian*, 32(2), 112–121.
- Tjasyono, B. 1999. Klimatologi. Bandung: ITB.
- Trizelia, Armon, n., dan Hetrys Jailani.2015. Keanekaragaman cendawan entomopatogen pada rizosfer berbagai tanaman sayuran. In *Prossemnas masybiodivindon* (Vol. 1, pp. 998–1004).
- Trizelia, Sulyant, E., dan Suspalana, P. 2018. Virulensi beberapa isolat cendawan entomopatogen *Metarhizium* spp. terhadap kepik hijau (*Nezara viridula*) (Hemiptera : Pentatomidae). *PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON*, 4(2), 266–269.
- Trizelia, Syahrawati, M., dan Mardiah, A. 2011. Patogenisitas Beberapa Isolat Cendawan Entomopatogen *Metarhizium* spp. terhadap telur *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). *Jurnal Entomologi Indonesia* 8(1), 45–54.
- Turnip, A., Runtuboi, D. Y. P., dan Lantang, D. 2018. Uji Efektivitas Jamur *Beauveria bassiana* dan waktu aplikasi terhadap hama *Spodoptera litura* Pada Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea*). *Jurnal Biologi Papua*, 10(1), 26–31.
- Vuil.1912. Index Fungorum, *Beuveria bassiana*. Retrieved from <http://www.indexfungorum.org/Names/NamesRecordasp.RecordID=199430> (Accessed 11 Desember 2018)
- Widuri, L. I., Lakitan, B., Hasmeda, M., Sodikin, E., Wijaya, A., Kartika, K., dan Siaga, E. (2017). Relative leaf expansion rate and other leaf-related

- indicators for detection of drought stress in chili pepper (*Capsicum annuum L.*). *Australian Journal of Crop Science*, 11(12), 1617–1625.
- Yunizar, N., Rahmawati, dan Kustiati. 2018. Patogenitas isolat jamur entomopatogenik *Metarrhizium anisopliae* terhadap lalat rumah (*Musca domestica* L.) (Diptera : Muscidae). *Jurnal Protobiont*, 7(3), 77–82.
- Zestyadi, I., Solikhin, dan Yasin, N. 2018. Toksisitas ekstrak buah mahkota dewa (*Phaleria papuena* Warb.) terhadap ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) di Laboratorium. *Jurnal Agrotek Tropika*, 6(1), 21–25.
- Zibaee, A., Bandani, A. R., dan Tork, M. 2014. Effect of the entomopathogenic fungus , Beauveria bassiana , and its secondary metabolite on detoxifying enzyme activities and acetylcholinesterase (AChE) of the Sunn pest , Eurygaster integriceps (Heteroptera : Scutellaridae). *New York University*, 9(10), 37–41.