

UJI EFEKTIVITAS JAMUR ENTOMOPATOGEN *Beauveria bassiana* (Bals.) dan *Metarrhizium anisopliae* (Metch) DALAM MENGENDALIKAN *Phragmatoecia castaneae* (Lepidoptera: Cossidae) DI LABORATORIUM

S K R I P S I

Oleh:

SRI WAHYUNI

NPM : 1504290237

Program Studi : AGROTEKNOLOGI



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**

UJI EFEKTIVITAS JAMUR ENTOMOPATOGEN *Beauveria bassiana* (Bals.) dan *Metarrhizium anisopliae* (Metch) DALAM MENGENDALIKAN *Phragmatoecia castaneae* (Lepidoptera: Cossidae) DI LABORATORIUM

SKRIPSI

Oleh:

SRI WAHYUNI
NPM : 1504290237
Program Studi : AGROTEKNOLOGI

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Strata 1 (S1) pada
Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Komisi Pembimbing:



Ir. Irna Syofia, M.P.
Ketua



Dr. Radite Tistama, S.Si., M.Si.
Anggota

Disahkan Oleh :
Dekan



Ir. Asritanani Munar, M.P.

Tanggal Lulus : 31 Agustus 2019

PERNYATAAN

Dengan ini saya :

Nama : SRI WAHYUNI

NPM : 1504290237

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi dengan judul Uji Efektivitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals.) dan *Metarrhizium anisopliae* (Metch) Dalam Mengendalikan *Phragmatoecia castaneae* (Lepidoptera: Cossidae) Di Laboratorium adalah berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya penjiplakan (plagiarisme), maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Medan, September 2019

Yang menyatakan



Sri Wahyuni

RINGKASAN

SRI WAHYUNI, “Uji Efektivitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals.) dan *Metarrhizium anisopliae* (Metch) Dalam Mengendalikan *Phragmatoecia castaneae* (Lepidoptera: Cossidae) Di Laboratorium” dengan ketua komisi pembimbing Ibu Ir. Irna Syofia, M.P. dan anggota komisi pembimbing Bapak Dr. Radite Tistama, S.Si., M.Si.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas kerapatan konidia *Beauveria bassiana* dan *Metarrhizium anisopliae* dalam mengendalikan *Phragmatoecia castaneae* di laboratorium. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Balai Penelitian Sungei Putih Jalan Sei Putih Rispa, Sungei Putih, Galang, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara dari bulan Februari 2019 sampai Maret 2019.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Non Faktorial yang terdiri dari 9 perlakuan dan 3 ulangan yaitu : C₀ (Kontrol/tanpa perlakuan), C₁ (*B. bassiana* kerapatan konidia 10⁶), C₂ (*B. bassiana* kerapatan konidia 10⁷), C₃ (*B. bassiana* kerapatan konidia 10⁸), C₄ (*B. bassiana* kerapatan konidia 10⁹), C₅ (*M. anisopliae* kerapatan konidia 10⁶), C₆ (*M. anisopliae* kerapatan konidia 10⁷), C₇ (*M. anisopliae* kerapatan konidia 10⁸), C₈ (*M. anisopliae* kerapatan konidia 10⁹). Parameter yang dilakukan adalah persentase mortalitas (%), gejala kematian secara visual dan waktu kematian.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jamur entomopatoogen yang di uji efektif terhadap mortalitas larva *P. castaneae*. Persentase mortalitas larva *P. castaneae* tertinggi pada perlakuan C₈ (*M. anisopliae* kerapatan konidia 10⁹) yaitu 100% dan perlakuan C₄ (*B. bassiana* kerapatan konidia 10⁹) yaitu 90%. Gejala kematian secara visual menunjukkan nafsu makan berkurang, tubuh serangga kaku, mengeras seperti mumi dan sekumpulan miselium menyelimuti tubuh larva. Waktu kematian tercepat yaitu pada hari pertama setelah aplikasi pada perlakuan jamur *M. anisopliae* kerapatan konidia 10⁹.

SUMMARY

SRI WAHYUNI, “Effectiveness Test of Entomopathogenic Fungi *Beauveria bassiana* (Bals.) and *Metarrhizium anisopliae* (Metch) in Controlling *Phragmatoecia castaneae* in the Laboratory” with the chairperson of the supervisory commission Ir. Irna Syofia, M.P. and member of the supervising commission Dr. Radite Tistama, S.Si., M.Si.

This study aims to determine the effectiveness of conidial density of *Beauveria bassiana* and *Metarrhizium anisopliae* in controlling *Phragmatoecia castaneae* in the laboratory. This research was conducted in laboratory of Balai Penelitian Sungei Putih Jalan Sei Putih Rispa, Sungei Putih, Galang, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara from February 2019 to March 2019.

This research used Completely Randomized Design Non-Factorial, consisting of 9 treatments and 3 replication: C₀ (Control / no treatment), C₁ (*B. bassiana* konidia density 10⁶), C₂ (*B. bassiana* konidia density 10⁷), C₃ (*B. bassiana* konidia density 10⁸), C₄ (*B. bassiana* konidia density 10⁹), C₅ (*M. anisopliae* konidia density 10⁶), C₆ (*M. anisopliae* konidia density 10⁷), C₇ (*M. anisopliae* konidia density 10⁸), C₈ (*M. anisopliae* konidia density 10⁹). The parameters performed were the percentage of mortality (%), visual symptoms of death and time of death.

The results showed that entomopathogenic fungi were tested effectively for mortality of *P. castaneae* larvae. The highest percentage of mortality of *Phragmatoecia castaneae* larvae in C₈ treatment (*M. anisopliae* conidia density 10⁹) was 100% and C₄ treatment (*B. bassiana* conidia density 10⁹) was 90%. Symptoms of death visually show reduced appetite, the insect's body is stiff, hardens like a mummy and a bunch of mycelium envelops the body of the larva. The fastest time of death is the first day after application in the treatment of *M. anisopliae* fungus conidia 10⁹.

RIWAYAT HIDUP

Sri Wahyuni, lahir pada tanggal 22 Agustus 1997 di Ujung Gading, Kecamatan Sungai Aur, Kabupaten Pasaman Barat, Provinsi Sumatera Barat. Dan merupakan anak ke-2 dari 4 bersaudara dari pasangan Ayahanda Mahmud Hasibuan dan Ibunda Nur Saidah Nasution.

Pendidikan yang telah ditempuh sebagai berikut :

1. Tahun 2009 menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SD Swasta Bakrie Pasaman Plantation (BPP), Kecamatan Sungai Aur, Kabupaten Pasaman Barat, Provinsi Sumatera Barat.
2. Tahun 2012 menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 5 Panyabungan, Kabupaten Mandailing Natal, Provinsi Sumatera Utara.
3. Tahun 2015 menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 2 Plus Panyabungan, Kabupaten Mandailing Natal, Provinsi Sumatera Utara.
4. Tahun 2015 melanjutkan pendidikan Strata 1 (S1) pada program studi Agroteknologi di Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Kegiatan yang pernah diikuti selama menjadi mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara antara lain :

1. Mengikuti Masa Perkenalan Mahasiswa/i Baru (MPMB) Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara pada tahun 2015.
2. Mengikuti Masa Ta'aruf (MASTA) Pimpinan Komisariat Ikatan Mahasiswa

Muhammadiyah (PK-IMM) Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara pada tahun 2015.

3. Mengikuti Kuliah Lapangan “Achievement Motivation Training” diselenggarakan oleh Lembaga Pendidikan dan Pelatihan Profesional Savannah Indonesia pada bulan November 2015.
4. Mengikuti Kajian Intensif Al-Islam dan Kemuhammadiyah (KIAM) yang diselenggarakan oleh Pusat Studi Al-Islam Kemuhammadiyah (PSIM) Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan pada tahun 2016.
5. Mengikuti Seminar Pertanian “Regenerasi Petani Dalam Mewujudkan Swasembada Pangan” pada bulan Maret tahun 2016.
6. Mengikuti Seminar Nasional dengan tema “Kesiapan Mahasiswa Pertanian Dalam Menghadapi Dunia Kerja Melalui Pembentukan Karakter dan Sumber Daya Manusia bagi para Mahasiswa Pertanian” pemateri Ir. Tri Nugraha BS, M.P. (Wakil Rektor III INSTIPER Yogyakarta) pada bulan April 2016.
7. Mengikuti Semnar Nasional dengan tema “Meningkatkan Produktifitas dan Daya Saing dalam Mewujudkan Swasembada Pangan” pada bulan April 2016.
8. Mengikuti Kegiatan Pekan Ilmiah Mahasiswa Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara kategori ON-MIPA (Olimpiade Nasional Matematika Ilmu Pengetahuan Alam) bidang Fisika dengan Predikat Juara 3 yang diselenggarakan pada bulan April 2017.
9. Mengikuti Darul Arqam Dasar (DAD) yang dilaksanakan oleh Pimpinan Komisariat Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah (PK-IMM) Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara pada bulan Februari 2017.

10. Dilantik menjadi kader PK-IMM (Pimpinan Komisariat Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah) Fakultas Pertanian UMSU pada tahun 2017.
11. Menjabat sebagai Sekretaris Bidang RPK (Riset dan Pengembangan Keilmuan) PK-IMM Fakultas Pertanian UMSU untuk periode 2017-2018.
12. Mengikuti Kegiatan Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) yang diselenggarakan oleh KEMENRISTEKDIKTI sebagai pengusul PKM-K pada tahun 2017.
13. Mengikuti Pelatihan Entrepreneurship dengan tema “Digital Marketing” diadakan oleh Pusat Perkembangan Kewirausahaan (PKW) UMSU di Aula BPM UMSU pada bulan April 2017.
14. Mengikuti Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PTPN III Kebun Gunung Para di Tebing Tinggi, Provinsi Sumatera Utara pada 15 Januari 2018 sampai 10 Februari 2018.
15. Mengikuti Kuliah Inspiratif Pertanian dan Dies Natalis Himagro dengan tema “Peran Pergerakan Mahasiswa Dalam Menegakkan Revitalisasi Pertanian Di Era Milenial” pemateri Bripka Wahyu Mulyawan (Polisi Sayur) pada tahun 2018.
16. Melaksanakan Penelitian Skripsi di Laboratorium Balai Penelitian Sungai Putih Jalan Sei Putih Rispa, Galang, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara pada bulan Januari 2019 sampai dengan Maret 2019.
17. Mengikuti Seminar dengan tema “PEKA (Program Edukasi Keuangan Anda)” dari BAF (Bussan Auto Finance) yang diadakan oleh CDAC (Career Development & Alumni Centre) UMSU di Aula FKIP UMSU pada bulan Maret 2019.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat, karunia dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, tidak lupa pula haturkan shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW, yang dengan segala kerendahan hati dan kesucian iman, serta kebersihan budi pekertinya, telah membawa umat dari masa kegelapan menuju masa terang benderang yang diterangi dengan ilmu pengetahuan.

Selesainya skripsi dengan judul “**Uji Efektivitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals.) Dan *Metarrhizium anisopliae* (Metch) Dalam Mengendalikan *Phragmatoecia castaneae* (Lepidoptera : Cossidae) Di Laboratorium**” yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian (S1) pada Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dalam kesempatan ini dengan penuh ketulusan, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Ir. Asritanarni Munar, M.P. sebagai dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Ibu Dr. Dafni Mawar Tarigan, S.P., M.Si. sebagai wakil dekan I Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Muhammad Thamrin, S.P., M.Si. sebagai wakil dekan III Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Ibu Dr. Ir. Wan Arfiani Barus, M.P. sebagai ketua prodi agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Ir. Risnawati, M.M. sebagai sekretaris prodi agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Ibu Ir. Irna Syofia, M.P. sebagai ketua komisi pembimbing di Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak Dr. Radite Tistama, S.Si., M.Si. sebagai anggota komisi pembimbing di Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Dosen-dosen Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang senantiasa memberikan ilmu dan nasehatnya, baik dalam

perkuliahan maupun diluar perkuliahan serta Biro Fakultas Pertanian yang telah banyak membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.

9. Teristimewa kedua orang tua penulis, Ayahanda Mahmud Hasibuan dan Ibunda Nur Saidah Nasution serta keluarga tercinta Kakanda Afrita Nauli, Ananda Muhammad Miftah dan adinda Yosie Lestari yang telah bersusah payah dan penuh kesabaran memberikan dukungan baik berupa moral dan material, semangat dan doa yang tiada henti nya kepada penulis.
10. Seluruh pegawai Balai Penelitian Sungei Putih khususnya Ibu Choiriyah selaku pembimbing Laboratorium Balai Penelitian Sungei Putih.
11. Rekan-rekan terbaik penulis SMA-MIN (Rienelda Dani Sofyan, Suci Safitri, Sri Wulan L.T, Meliani Pulungan, Nelly Khairani, Kak Yancak, Fadillah), TESO (Septina Mawardani, Mardiana Ulfach, Nanda Lathifah Srg, Bagus Permadi, Bayu Fadly, Japar, Tengku Saiful A, Fantry Dady Jaya, Prabowo Aji P, Khairul Fahmi, Rido Firman I, Anggi Arifky), KOST YUDITH (Imanda Kurnia, Siti Rahmawati, Maya Sari, Tina Ernawati, Rizky Maulidah Srg, Ratna Dewi) dan CCS IMM yang selalu membantu dan dukungan bagi penulis.
12. Teman-teman Agroteknologi 6 dan 7 angkatan 2015 dan peminatan Hama dan Penyakit Tanaman (HPT) angkatan 2015 yang selalu memberikan dukungan dan semangat.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun untuk penyempurnaan skripsi ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan terkhusus penulis sendiri.

Medan, September 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN.....	i
RINGKASAN	ii
SUMMARY	iii
RIWAYAT HIDUP.....	iv
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
PENDAHULUAN.....	1
Latar Belakang.....	1
Tujuan Penelitian	3
Hipotesis Penelitian	4
Kegunaan Penelitian	4
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
Biologi <i>P. castaneae</i> Hubner	5
Gejala Serangan	7
Biologi Jamur <i>Beauveria bassiana</i>	7
Mekanisme Infeksi.....	9
Biologi Jamur <i>Metarrhizium anisopliae</i>	9
Mekanisme Infeksi.....	10
BAHAN DAN METODE	12
Tempat dan Waktu.....	12
Bahan dan Alat.....	12
Metode Penelitian	12
Pelaksanaan Penelitian.....	13
Sterilisasi Alat	13
Penyediaan Serangga Uji	14
Penyediaan Wadah Serangga Uji	14
Penyediaan Jamur <i>B. bassiana</i> dan <i>M. anisopliae</i>	14

Persiapan Larutan Jamur Entomopatogen.....	14
Menghitung Kerapatan Konidia Jamur Entomopatogen.	15
Pembuatan Suspensi Jamur Entomopatogen.....	15
Pengaplikasian Suspensi Jamur	16
Parameter Pengamatan.....	16
Persentase Mortalitas (%)	16
Gejala Kematian Secara Visual.....	17
Waktu Kematian.....	17
HASIL DAN PEMBASAN.....	18
KESIMPULAN DAN SARAN.....	26
Kesimpulan	26
Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN.....	30

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
1.	Rataan Persentase Mortalitas Larva <i>P. castaneae</i> Hubner Pada Pengamatan 1-6 HSA	18
2.	Data Pengamatan Waktu Kematian larva <i>P. castaneae</i>	24

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
1.	Jamur <i>Beauveria bassiana</i> Secara Mikroskopis	8
2.	Jamur <i>Metarrhizium anisopliae</i> Secara Mikroskopis.....	10
3.	Histogram Persentase Mortalitas <i>P. castanea</i> Pengaplikasian Jamur <i>B. bassiana</i> Pada 1-6 HSA	20
4.	Larva <i>P. castaneae</i> Tanpa Perlakuan (Kontrol).....	22
5.	Larva <i>P. castaneae</i> yang Terinfeksi Oleh Jamur <i>B. bassiana</i>	22
7.	Larva <i>P. castaneae</i> yang Terinfeksi Oleh Jamur <i>M. anisopliae</i> ...	23
8.	Pencarian Larva <i>P. castaneae</i> di Lapangan.....	37
9.	Gejala Serangan Larva <i>P. castaneae</i> di Lapangan	37
10.	Larva <i>P. castaneae</i> yang Telah Diambil di Lapangan	37
11.	Perbanyakkan Jamur <i>M. anisopliae</i> dan <i>B. bassiana</i> pada Media PDA.....	37
12.	Pengamatan Pertumbuhan Jamur <i>M. anisopliae</i> dan <i>B. bassiana</i> .	38
13.	Suspensi Jamur <i>M. anisopliae</i> dan <i>B. bassiana</i>	38
14.	Bagan Penelitian di Balai Penelitian Sungei Putih.....	38
15.	Pengukuran Larva yang Telah Terinfeksi	38

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul	Halaman
1.	Bagan Penelitian	30
2.	Data Pengamatan Persentase Mortalitas Larva (%) 1 HSA.....	31
3.	Transformasi Data $\sqrt{(y + 0,5)}$ 1 HSA	31
4.	Daftar Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>P. castaneae</i>	31
5.	Data Pengamatan Persentase Mortalitas Larva (%) 2 HSA.....	32
6.	Transformasi Data $\sqrt{(y + 0,5)}$ 2 HSA	32
7.	Daftar Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>P. castaneae</i>	32
8.	Data Pengamatan Persentase Mortalitas Larva (%) 3 HSA.....	33
9.	Transformasi Data $\sqrt{(y + 0,5)}$ 3 HSA	33
10.	Daftar Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>P. castaneae</i>	33
11.	Data Pengamatan Persentase Mortalitas Larva (%) 4 HAS.....	34
12.	Transformasi Data $\sqrt{(y + 0,5)}$ 4 HSA	34
13.	Daftar Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>P. castaneae</i>	34
14.	Data Pengamatan Persentase Mortalitas Larva (%) 5 HSA.....	35
15.	Transformasi Data $\sqrt{(y + 0,5)}$ 5 HSA	35
16.	Daftar Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>P. castaneae</i>	35
17.	Data Pengamatan Persentase Mortalitas Larva (%) 6 HSA.....	36
18.	Transformasi Data $\sqrt{(y + 0,5)}$ 6 HSA	36
19.	Daftar Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>P. castaneae</i>	36
20.	Lampiran Dokumentasi.....	37

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan tanaman penghasil utama gula. Tanaman tebu yang dibudidayakan dengan baik dapat menghasilkan bobot kering rata-rata 1000-1200 kuintal per hektar. Tetapi hasil panen tersebut sering tidak tercapai karena serangan hama tanaman. Pertumbuhan tanaman tebu akan terhambat karena serangan hama penggerek pucuk dan penggerek batang. Hama penggerek batang yang merusak akan membuat rendahnya volume nira gula dan akhirnya menyebabkan hasil gula menurun. Kerugian gula yang disebabkan oleh hama penggerek tebu di Indonesia ditaksir mencapai 75% (Meidalima, *dkk*, 2015).

Salah satu hama utama pada perkebunan tebu adalah penggerek batang baik di Indonesia maupun di luar negeri. Terdapat enam jenis penggerek batang yang sering menyerang tanaman tebu di Indonesia yaitu *Phragmatoecia castaneae* (Penggerek Batang Raksasa), *Chilo auricilius* (Penggerek Batang Kilat), *Chilo sacchariphagus* (Penggerek Batang Garis), *Eucosma schistaceane* (Penggerek Batang Abu-abu), *Sesamia inferens* (Penggerek Batang Jambon) dan *Chilo traea infuscatellus* (Penggerek Batang Kuning). Hama-hama ini akan menyerang tanaman tebu di sepanjang perkembangan dan pertumbuhan tanaman. Kendala terbesar yang menyerang tanaman tebu khususnya daerah Sumatera Utara adalah penggerek batang bergaris dan penggerek batang raksasa. Penurunan produksi gula karena hama ini dapat mencapai 30-45% per tahun (Simatupang, *dkk*, 2015).

P. castaneae Hubner merupakan hama penggerek batang yang mengakibatkan kerugian cukup tinggi secara ekonomi. Tanaman tebu akan mati

atau tidak dapat tumbuh dan berkembang lagi dikarenakan hama *P. castaneae* menyerang pucuk tanaman. Kehilangan rendemen gula di setiap ruas yang terkena serangan ulat ini mencapai 0,75%-1,3%. Hama penting PTP Nusantara II di daerah Sumatera Utara adalah Penggerek Batang Raksasa yang mana dapat menghancurkan tanaman tebu seluas lahan \pm 8.222 Ha (Sidauruk, 2013).

Pengendalian hayati dengan memanfaatkan jamur yang patogenik bagi serangga hama berpotensi untuk dikembangkan. *Beauveria bassiana* merupakan salah satu jenis jamur entomopatogenik yang cukup efektif membunuh serangga hama. Sebagian hasil penelitian menyatakan jamur *B. bassiana* akan membentuk toksin berupa beauvericin yang menimbulkan pembengkakan dan pengerasan pada serangga yang terinfeksi. Jamur *B. bassiana* memiliki kisaran inang yang cukup luas yang telah diujikan seperti *P. xylostella* pada tanaman sawi, kepik hijau pada kacang-kacangan, *Aphis gossypii* pada tanaman cabai dan *Spodoptera litura* pada tanaman cabai (Aror, dkk, 2017).

Menurut penelitian Sianturi *et al* (2014) yang mengatakan pada perlakuan *B. bassiana* dengan kerapatan konidia 10^7 dapat menyebabkan kematian ulat *Chilo sacchariphagus* sebesar 86,67% pada 8 hari setelah aplikasi. Selanjutnya Sugianto *et al* (2013) juga mencoba konsentrasi *B. bassiana* dengan kerapatan konidia 10^7 yang diaplikasikan ke hama *Conopomorpha cramerella* di laboratorium hasil penelitian menunjukkan tingkat kematian sebesar 96,67% pada 8 hari setelah aplikasi.

Metarhizium anisopliae adalah jamur entomopatogen yang termasuk dalam divisi Deuteromycotina : Hyphomycetes. Jamur ini biasa disebut dengan *green muscardine fungus* dan telah lama digunakan sebagai agens hayati yang

dapat menginfeksi beberapa jenis serangga, antara lain dari ordo Coleoptera, Lepidoptera, Homoptera, Hemiptera, dan Isoptera. Hasil penelitian Prayogo *et al* (2005) yang menunjukkan bahwa penggunaan *M. anisopliae* pada konsentrasi 10^7 menyebabkan mortalitas *S. litura* sebesar 83,33% pada 12 hari setelah aplikasi (Prayogo, *dkk*, 2005).

Saat ini telah diteliti sekitar 770 spesies jamur yang menyebabkan kerusakan jaringan diinangnya. Sebagian spesies jamur cukup efektif dijadikan pembasmi serangga yang menguntungkan bagi pertanian. Beberapa spesies jamur yang sering digunakan adalah *Lecanicillium lecanii*, *M. anisopliae* dan *B. bassiana* (Pangestiningih, 2011).

Adanya kesadaran manusia akan bahaya residu insektisida dan tuntutan konsumen untuk mengkonsumsi produk pertanian yang bebas bahan kimia mendorong peneliti dalam memanfaatkan agensia pengendali alami dalam kegiatan pengendalian serangga hama. Beberapa kelebihan penggunaan jamur entomopatogen antara lain relatif aman, bersifat selektif, relatif dapat diproduksi dan sangat kecil kemungkinan terjadi resisten. Batas minimal spora yang efektif untuk mengendalikan hama *P. castaneae* belum ada diketahui. Oleh sebab itu dilakukan penelitian terhadap hama *P. castaneae* dengan menggunakan jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae* dengan tingkat kerapatan konidia yang berbeda.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas kerapatan konidia *B. bassiana* dan *M. anisopliae* dalam mengendalikan *P. castaneae* di Laboratorium.

Hipotesis Penelitian

1. Ada pengaruh kerapatan konidia *Beauveria bassiana* (Bals.) dan *Metarrhizium anisopliae* (Metch) terhadap tingkat mortalitas *Phragmatoecia castaneae* di Laboratorium.
2. Jamur entomopatogen memiliki patogenesisitas yang berbeda dalam mengendalikan hama pada *Phragmatoecia castaneae*.

Kegunaan Penelitian

1. Sebagai penelitian ilmiah yang digunakan sebagai dasar penelitian skripsi yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pertanian (S1) pada Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Sebagai pedoman dalam pelaksanaan teknis pengendalian hama *Phragmatoecia castaneae*.

TINJAUAN PUSTAKA

Biologi *P. castanae* Hubner

Menurut Kalshoven (1981), hama penggerek batang tebu raksasa dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Divisi	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Lepidoptera
Family	: Cossidae
Genus	: Phragmatoecia
Spesies	: <i>Phragmatoecia castanae</i> Hubner

Telur

Telur penggerek batang tebu raksasa memiliki panjang dan lebar yakni $\pm 1,7$ mm dan $\pm 0,9$ mm dengan bentuk seperti oval. Telur diletakkan secara berkelompok yang diletakkan di bawah permukaan daun yang kering dan sudah tua atau layu yang mana masih menempel di batang tanaman. Warna mula-mula putih kelabu kemudian akan berubah menjadi coklat muda dan menjelang menetas menjadi hitam kelabu. Telur yang dihasilkan seekor imago betina sekitar 282-376 butir dengan periode telur berkisar antara 9 sampai 10 hari (Lesmana, *dkk*, 2016).

Larva

Larva yang baru menetas berpencar mencari pelepah muda dan menggorok masuk ke bagian jaringan pelepah tebu. Pelepah yang sering diserang yaitu daun ke-4, dimana dalam satu pelepah terdapat lebih dari satu ekor ulat. Larva berada di dalam pelepah selama dua minggu kemudian masuk ke dalam batang. Setiap

bagian tubuh larva ditemukan empat bercak corak merah keunguan serta kuning cerah sebagai warna badan larva. Stadia larva dapat mencapai 70 hari dengan panjang larva tiap instar, yaitu instar I = 7,81 mm, instar II = 13 mm, instar III = 25 mm, instar IV = 35 mm, instar V = 38 mm, instar VI = 45 mm (Heldrita, 2008).

Ukuran larva yang baru menetas berukuran 0,3-0,4 mm, warna dasar tubuhnya kuning terang dengan empat buah bercak berwarna merah ungu pada setiap segmen tubuhnya. Dan untuk larva yang telah besar berwarna putih jambon kemerah-merahan. Menjelang menjadi pupa, larva akan membuat lubang keluar pada batang yang kemudian akan menutupi dengan selaput tipis (Sagala, *dkk*, 2015).

Pupa

Masa pra pupa 1-2 hari dengan warna mula-mula kuning muda lalu menjadi lebih tua dan akhirnya berwarna coklat tua. Stadia pupa berlangsung selama 14-19 hari di dalam batang tebu. Sebelum dewasa, pupa akan bergerak menuju ujung lubang hasil gorokan ulat. Lalu, meninggalkan kulitnya kemudian pupa menonjol keluar dari lubang gerakan (Manik, 2012).

Imago

Stadia imago ditandai dengan warna sayap depan coklat kelabu. Pada ujung sayap terdapat noktah berwarna ungu kehitaman dengan abdomen sedikit lebih panjang dibanding panjang sayapnya. Panjang tubuh imago sekitar 2,5 sampai 3 cm, dimana diperoleh jambul seperti bulu-bulu halus dengan warna putih kekuningan pada anggota kepalanya. Imago keluar waktu sore dan pada siang hari imago bersembunyi di antara pelepah daun (Dongoran, 2015).

Gejala Serangan

Hama *P. castaneae* (Penggerek Batang Raksasa) menyerang tanaman tebu yang telah berusia kurang lebih 3 bulan kemudian berkembang tingkat merusaknya pada tanaman berusia hampir di bulan kelima. Serangan pertama ditandai dengan tampaknya titik putih di bawah pelepah daun ke-3 maupun ke-4 dan adanya gerakan larva yang baru menetas, kemudian ditemukan lorong gerakan pada ruas muda ataupun tua. Kerusakan yang cukup fatal yaitu tanaman tebu akan mati pucuk dan bagian dalam batang akan hancur (Subiyakto, 2016).

Penggerek batang raksasa dapat menyerang tanaman tebu yang muda maupun tua. Serangan pada tanaman muda dapat menyebabkan kematian pucuk. Taraf kehancuran tanaman umumnya diperkirakan sesuai dari persentase cedera ruas tebu (ruas rusak dari luar) di setiap jumlah ruas. Jika diamati dari luar ditemukan tanda-tanda yakni terdapat lubang hasil gerakan ulat penggerek batang raksasa bahkan batang tebu patah akibat gerakan ulat yang cukup berat pada usia tanaman kurang lebih tiga bulan (Liza, 2012).

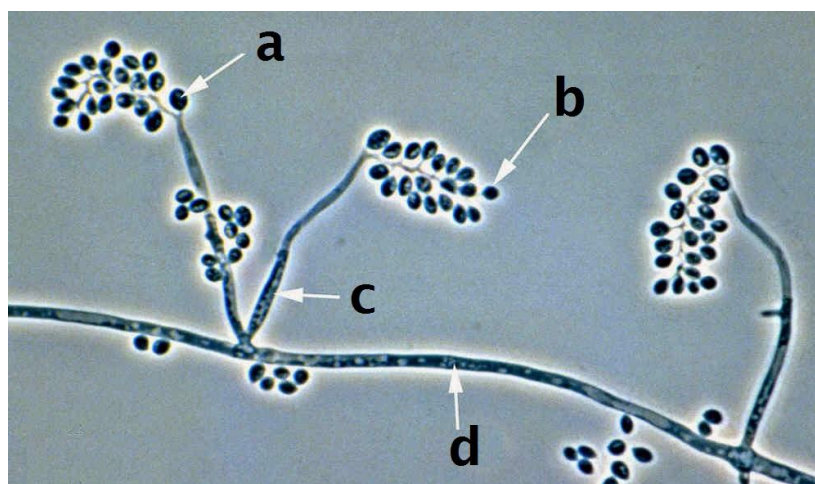
Biologi Jamur *B. bassiana*

Menurut Soetopo (2007) jamur ini dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom	: Fungi
Filum	: Ascomycota
Kelas	: Ascomycetes
Ordo	: Hypocreales
Family	: Clavicipitaceae
Genus	: Beauveria
Spesies	: <i>Beauveria bassiana</i>

Konidia jamur *B. bassiana* termasuk bersel satu dan saat di lihat di mikroskop memiliki bentuk lonjong dan telur berwarna transparan. Dalam bentuk spora, *B. bassiana* bisa menetap atau tahan hidup di bagian dalam tanah. Jamur ini menghasilkan spora melalui hasil perkembangbiakan tanpa alat kelamin jantan dan betina. Akibat tidak dijumpai tahap seksual maka jamur ini digolongkan jamur tidak sempurna. Konidia tumbuh sampai bentuknya panjang sekali yang berperan untuk titik tumbuh (Soetopo, 2007).

Karakteristik utama *B. bassiana* adalah bentuk konidiofornya yang bercabang-cabang dengan pola zig-zag dan pada bagian ujungnya terbentuk konidia. Wujud konidia yaitu lonjong sedikit bulat transparan dengan ukuran sekitar $\pm 2,5 \mu\text{m}$. Terdapat tali-tali halus yang jika dilihat secara kasat seperti kapas menumpuk warna putih di tubuh inang yang terkontaminasi disebut miselia. Ukuran miselia sekitar $\pm 4 \mu\text{m}$ di dalam tubuh inangnya dan berukuran $2 \mu\text{m}$ di luar tubuh inangnya (Budi, *dkk*, 2013).



Gambar 1. Jamur *B. bassiana* secara mikroskopis perbesaran 400 kali:
 (a) spora yang sudah tua; (b) spora yang masih muda;
 (c) konidiofor; (d) hifa

Sumber : <http://www.google.com/amp/s/docplayer.info/amp/>

Mekanisme Infeksi

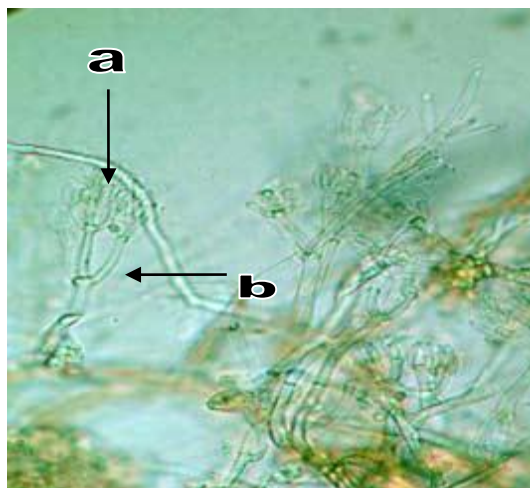
Secara umum jamur entomopatogen menginfeksi inangnya melalui integumen. *B. bassiana* menembus integumen inang dengan membentuk apresorium (tabung kecambah) dari konidia dan kemudian masuk merusak jaringan tubuh inang. Penempelan konidia pada tubuh inang pada umumnya terjadi secara pasif dengan bantuan air dan angin. Perkecambahan konidia untuk menginfeksi tubuh inang memerlukan waktu. Hal ini disebabkan aspek-aspek lingkungan dapat mempengaruhi proses kecambah spora. Gerakan lamban, nafsu makan tidak ada dan tubuh inang tidak bergerak hingga akhirnya mati merupakan tanda-tanda inang serangga yang telah terkontaminasi jamur ini. Ciri yang paling mencolok pada serangga yang terinfeksi oleh *B. bassiana* adalah terdapat miselia berwarna putih menyelimuti bangkai serangga yang terinfeksi. Beberapa toksin yang dihasilkan oleh *B. bassiana* adalah bassianin, beauvericin, bassianolide, beaverolides dan tenellin (Permadi, 2016).

Biologi Jamur *M. anisopliae*

Menurut Nuraida dan A. Hasyim (2009), jamur *M. anisopliae* diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom	: Fungi
Filum	: Ascomycota
Kelas	: Sordariomycetes
Ordo	: Hypocreales
Famili	: Clavicipitaceae
Genus	: <i>Metarrhizium</i>
Spesies	: <i>Metarrhizium anisopliae</i> (Metch.) Sorokin

Jamur *M. anisopliae* mempunyai koloni berwarna hijau zaitun, miselium bersekat dengan diameter 1,98-2,97 μm , konidiofor dapat mencapai panjang 75 μm yang tersusun tegak, berlapis dan bercabang yang pada ujungnya tersusun beberapa konidia. Konidia termasuk bersel satu, berbentuk jorong dengan ukuran 3,96 x 9,94 μm . Pada awal pertumbuhan, konidia jamur berwarna putih, kemudian berubah menjadi hijau gelap dengan bertambahnya umur jamur. Jamur *M. anisopliae* tergolong dalam organism saprofit fakultatif, dapat hidup dan berkembang dalam serangga hidup, pada bahan organik di lapangan dan pada media buatan (Yanti, 2013).



Gambar 2. Jamur *M. anisopliae* secara mikroskopis perbesaran 400kali:
(a) Konidia; (b) Fialid (Sumber : Nuraida dan A. Hasyim (2009))

Mekanisme Infeksi

Faktor fisiologis dan genetika mampu mempengaruhi daya infeksi jamur *M. anisopliae* dalam memusnahkan serangga inangnya. Terdapat 4 fase proses jamur menginfeksi jaringan inangnya sampai mati. Fase pertama yaitu persentuhan langsung antara badan inang sama propagul jamur *M. anisopliae* yang mana disebut proses inokulasi. Fase kedua yaitu teknik penempelan dan perkecambahan propagul jamur pada kulit serangga. Kelembapan dan air sangat

diperlukan pada fase perkecambahan propagul jamur supaya jamur bisa memanfaatkan senyawa-senyawa yang ada pada kulit serangga. Fase ketiga adalah penetrasi dan invasi. Jamur akan membentuk tabung kecambah pada saat penetrasi ingin menembus kulit serangga. Sehingga bentuk morfologis kulit serangga sangat mempengaruhi pada titik penetrasi. Enzim dan toksin akan muncul disebabkan penembusan yang terjadi secara mekanik dan kimia. Fase keempat adalah destruksi pada titik penetrasi dan menghasilkan blastospora lalu menyebar kedalam hemolimfa dan menjadi hifa sekunder agar dapat menyerang jaringan lainnya. Kebanyakan serangga inang sudah mati sebelum proliferasi blastospora (Hasyim, *dkk.* 2016).

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Percobaan dilakukan di Lab. Balai Penelitian Sungei Putih Jl. Sei Putih Rispa, Sungei Putih, Galang, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari 2019 sampai dengan Maret 2019.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah larva *P.castaneae*, jamur *B. bassiana* dan *M.anisopliae* sebagai bahan yang diuji, sogolon sebagai pakan, aquadest, alkohol dan medium PDA.

Peralatan yang dipakai yaitu haemocytometer, mikropipet, pinset, autoclave, talam, toples, mikroskop, cawan petri, timbangan, beaker glass, handsprayer, label nama, kamera, sarung tangan karet, masker, pisau dan alat tulis.

Metode Penelitian

Pengujian dianalisis dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Non-Faktorial yang terbagi atas sembilan perlakuan dan tiga ulangan, yaitu :

C₀ : kontrol

C₁ : penggunaan *B. Bassiana* dengan kerapatan konidia 10⁶

C₂ : penggunaan *B. bassiana* dengan kerapatan konidia 10⁷

C₃ : penggunaan *B. bassiana* dengan kerapatan konidia 10⁸

C₄ : penggunaan *B. bassiana* dengan kerapatan konidia 10⁹

C₅ : penggunaan *M.anisopliae* dengan kerapatan konidia 10⁶

C₆ : penggunaan *M.anisopliae* dengan kerapatan konidia 10⁷

C₇ : penggunaan *M.anisopliae* dengan kerapatan konidia 10⁸

C_8 : penggunaan *M.anisopliae* dengan kerapatan konidia 10^9

Jumlah ulangan diperoleh dengan menggunakan rumus, yaitu :

$$(t-1) (r-1) \geq 15$$

$$(9-1) (r-1) \geq 15$$

$$8 (r-1) \geq 15$$

$$8r \geq 15 + 8$$

$r = 2.87$ dibulatkan menjadi 3 ulangan

Jumlah ulangan : 3 ulangan

Jumlah unit pengujian : 27 wadah

Jumlah larva per unit pengujian : 10 larva

Jumlah larva uji : 270 larva

Data hasil penelitian dianalisis dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL)

Non Faktorial dengan menggunakan model rancangan :

$$Y_{ij} = \mu + P_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan :

Y_i : Hasil pengamatan pada perlakuan ke-i

μ : Rataan umum

P_i : Pengaruh perlakuan ke-i

ϵ_{ij} : Pengaruh acak / galat pada perlakuan ke-i.

Pelaksanaan Penelitian

Sterilisasi Alat

Alat-alat yang akan digunakan terlebih dahulu dicuci bersih dan dikeringkan. Kemudian alat-alat tersebut disterilisasi pada autoclave pada suhu

120°C dengan tekanan 1 atm selama 20 menit. Hal ini dilakukan untuk menghindari patogen yang tidak diinginkan pada alat-alat penelitian.

Penyediaan Serangga Uji

Larva *P. castaneae* diambil di PTPN II Kebun Sei Semayang Riset dan Pengembangan Tanaman Tebu. Larva yang diambil yaitu larva instar 4 dengan ukuran 3,5-4 cm sebanyak 270 larva. Selanjutnya larva *P. castaneae* dimasukkan kedalam wadah yang berisi pakan agar larva dapat menyesuaikan diri dengan lingkungan hidupnya.

Penyediaan Wadah Serangga Uji

Wadah yang digunakan berupa toples dengan diameter 12 cm dan tinggi 11,5 cm sebagai tempat hidup larva selama penelitian. Toples dimodifikasi dengan diberi lubang pada bagian penutup dan ditutupi dengan menggunakan kain kasa sebagai tempat keluar masuk udara ke dalam toples. Setiap toples berisi 10 larva uji dengan sogolon digunakan sebagai makanan larva.

Penyediaan Jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae*

Jamur entomopatogen *B. bassiana* dan *M. anisopliae* diperoleh dalam bentuk biakan murni yang didapat dari Kantor BBPPTP. Kemudian isolat *B. bassiana* dan *M. anisopliae* ditumbuhkan lagi pada medium *Potato Dextrose Agar* (PDA) dalam cawan petri pada suhu 25°C selama 15 hari.

Persiapan Larutan Jamur Entomopatogen

Jamur dipanen dari biakan dengan cara menuangkan aquadest steril ke dalam cawan biakan sambil digosokkan batang gelas bentuk L sampai hifa terlepas dan tercampur dengan aquadest. Kemudian suspensi jamur disaring ke dalam erlenmeyer ukuran 500 ml. Pemanenan diulang lagi pada cawan biakan

sampai mendapat suspensi jamur yang dibutuhkan. Cawan biakan yang digunakan 5 cawan petri untuk mendapatkan kerapatan 10^9 setiap jamur entomopatogen.

Menghitung Kerapatan Konidia Jamur Entomopatogen

Kerapatan konidia dihitung dengan menggunakan *haemocytometer*. Tahap pertama, dibersihkan permukaan kamar hitung dengan air mengalir dan kemudian dikeringkan dengan tisu. Lalu tempatkan gelas penutup di atas slide, kemudian dijepit dengan penjepit yang ada di sebelah kanan kiri. Suspensi yang akan dihitung sebaiknya di shaker terlebih dahulu agar spora yang tersuspensi dalam cairan menyebar merata. Tahap selanjutnya, suspensi jamur diambil dengan mikro pipet dan teteskan sebanyak 2 tetes di tepi gelas penutup. Suspensi akan masuk ke kamar hitung dan akan mengisi seluruh ruangan yang ada pada bilik tersebut. Lalu ditempatkan *haemocytometer* pada meja mikroskop dan hitung jumlah spora yang ada di kotak a, b, c, d dan e. Rumus yang dipakai untuk menghitung kerapatan spora yaitu :

$$\text{Jumlah Konidia/ml} = (a+b+c+d+e) \times 50.000 \times F$$

Keterangan :

F : Faktor pengenceran yang dilakukan

Pembuatan Suspensi Jamur Entomopatogen

Suspensi jamur yang telah diperoleh dengan kerapatan konidia 10^9 , lalu diencerkan untuk mendapatkan kerapatan konidia 10^8 , 10^7 , 10^6 . Sebelumnya dilakukan perhitungan pengenceran dengan menggunakan rumus sebagai berikut

$$V_1 \cdot K_1 = V_2 \cdot K_2$$

Keterangan :

V_1 = Jumlah Konsentrasi Isolat yang Diambil

K_1 = Jumlah Isolat yang Didapat

V_2 =?

K_2 = Isolat yang diinginkan

Suspensi jamur diambil sebanyak 50 ml dan diencerkan dengan aquadest steril 450 ml, maka akan terbentuk suspensi jamur dengan kerapatan konidia 10^8 . Kemudian suspensi jamur diambil lagi sebanyak 5 ml dan diencerkan dengan aquadest steril sebanyak 495 ml, maka akan terbentuk suspensi jamur dengan kerapatan konidia 10^7 . Lalu suspensi jamur diambil sebanyak 0,5 ml dan diencerkan dengan aquadest steril 499,5 ml, sehingga terbentuk suspensi jamur dengan kerapatan konidia 10^6 .

Pengaplikasian Suspensi Jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae*

Pengaplikasian dilakukan menggunakan sistem penyemprotan menggunakan handsprayer. Suspensi jamur yang telah diperoleh, disemprotkan ke dalam toples dimana telah ada *P. castaneae* dan sogolon yang mana setakar konsentrasi setiap perlakuan. Observasi dilaksanakan sesudah satu hari penerapan suspensi jamur entomopatogen. Pengamatan dilakukan meliputi persentase mortalitas (100%), gejala kematian secara visual dan waktu kematian.

Parameter Pengamatan

Persentase Mortalitas (%)

Observasi dilaksanakan dengan menghitung jumlah larva yang mati terinfeksi jamur entomopatogen. Setelah larva sudah mati 100% maka persentase mortalitas sudah dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Balse, 1985) :

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

Keterangan :

M : Mortalitas larva

a : Jumlah larva yang mati

b : Jumlah larva yang hidup (Balse, 1985 dalam Sianturi, *dkk.* 2014).

Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan ANOVA dari perbedaan antar perlakuan yang dianalisis memakai sistem RAL Non-Faktorial.

Gejala Kematian Secara Visual

Observasi dilaksanakan tiap hari sesudah jamur entomopatogenik diterapkan ke *P. castaneae*. Perubahan dari morfologi dan fisiologi pada hama *P. castaneae* akibat serangan dari kedua jamur dilakukan obeservasi.

Waktu Kematian

Pengamatan dilakukan dengan mengamati waktu kematian larva *P. castaneae* setelah diserang kedua jamur yaitu *B. bassiana* dan *M. anisopliae*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase Mortalitas (%)

Data persentase mortalitas pada pengamatan 1 sampai 6 HSA beserta sidik ragamnya dapat dilihat pada lampiran 2-19. Berdasarkan hasil pengamatan perlakuan jamur entomopatogen *B. bassiana* dan *M. anisopliae* menunjukkan hasil sangat nyata terhadap mortalitas hama *P. castaneae* pada pengamatan 2-6 HSA. Data mortalitas larva pada pengamatan 1-6 HSA dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Persentase Mortalitas Larva *P. castaneae* Hubner Pengamatan 1-6 HSA.

Perlakuan	Persentase Mortalitas (%)					
	1HSA	2 HSA	3 HSA	4 HSA	5 HSA	6 HSA
C_0 (Kontrol)	0,00 (0,71)	0,00 (0,71)D	0,00 (0,71)F	0,00 (0,71)F	0,00 (0,71)G	0,00 (0,71)F
C_1 (<i>B. bassiana</i> 10^6)	0,00 (0,71)	3,33 (1,55)D	16,67 (4,10)E	40,00 (6,33)D	53,33 (7,33)EF	56,67 (7,55)E
C_2 (<i>B. bassiana</i> 10^7)	0,00 (0,71)	10,00 (2,83)C	26,67 (5,19)D	43,33 (6,61)CD	66,67 (8,19)D	73,33 (8,59)C
C_3 (<i>B. bassiana</i> 10^8)	3,33 (1,55)	13,33 (3,67)BC	33,33 (5,80)C	50,00 (7,08)C	73,33 (8,59)C	83,33 (9,15)B
C_4 (<i>B. bassiana</i> 10^9)	6,67 (2,40)	20,00 (4,53)AB	46,67 (6,86)B	66,67 (8,18)B	83,33 (9,13)B	90,00 (9,50)B
C_5 (<i>M. anisopliae</i> 10^6)	0,00 (0,71)	3,33 (1,55)D	13,33 (3,67)E	33,33 (5,80)E	50,00 (7,11)F	63,33 (7,98)D
C_6 (<i>M. anisopliae</i> 10^7)	0,00 (0,71)	13,33 (3,25)C	33,33 (5,72)CD	40,00 (6,33)D	53,33 (7,33)E	66,67 (8,19)D
C_7 (<i>M. anisopliae</i> 10^8)	3,33 (1,55)	26,67 (5,19)A	50,00 (7,08)B	66,67 (8,19)B	76,67 (8,78)BC	86,67 (9,33)B
C_8 (<i>M. anisopliae</i> 10^9)	6,67 (2,40)	30,00 (5,39)A	60,00 (7,76)A	80,00 (8,96)A	93,33 (9,67)A	100 (10,02)A

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada kolom yang sama, berbeda sangat nyata pada taraf 1% menurut Uji Jarak Duncan (DMRT). Angka dalam kurung hasil dari transformasi $\sqrt{y + 0,5}$.

Berdasarkan tabel 1 dapat diketahui bahwa pada pengamatan 1 HSA menunjukkan hasil pengaruh tidak nyata terhadap mortalitas larva *P. castanea* pada semua perlakuan. Berdasarkan pengamatan menunjukkan bahwa jamur entomopatogen membutuhkan waktu untuk menginfeksi dan mematikan larva serangga. Tahap awal perkembangan spora adalah perkecambahan dan miselium yang terbentuk akan melekat ke tubuh serangga. Hal ini didukung dengan pernyataan Masyitah *et al* (2017) jamur entomopatogen membutuhkan waktu untuk mematikan serangga inangnya, disebabkan oleh konidia jamur yang menempel pada kutikula dan berkecambah membentuk hifa kemudian menembus kutikula. Hifa mengeluarkan enzim-enzim yang dapat menghancurkan kutikula pada integumen dan hifa masuk ke tubuh inang.

Pada pengamatan 2 HSA tingkat persentase mortalitas *P. castanea* tertinggi terdapat pada perlakuan C₈ (*M. anisopliae* dengan kerapatan konidia 10⁹) yaitu 30% yang tidak berbeda sangat nyata dengan perlakuan C₇ (*M. anisopliae* dengan kerapatan konidia 10⁸) tetapi berbeda sangat nyata dengan perlakuan C₄, C₃, C₆, C₂, C₅, C₁ dan C₀. Pada perlakuan C₀ (kontrol) menunjukkan mortalitas sangat rendah yaitu 0%. Dan tingkat mortalitas pada C₀ (kontrol) tidak meningkat hingga akhir pengujian. Dengan demikian, mortalitas serangga dapat di pastikan disebabkan karena infeksi jamur.

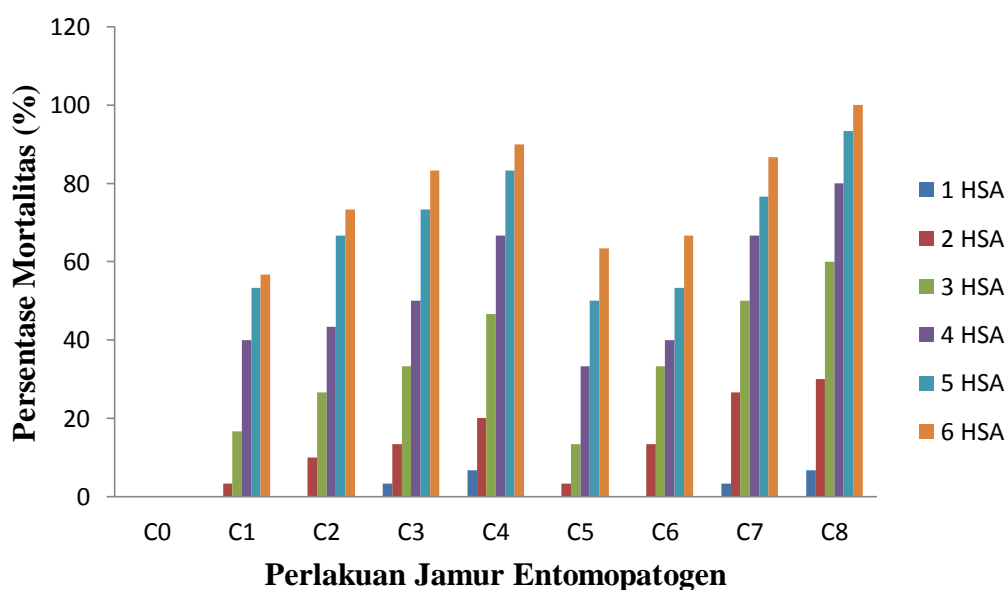
Pada pengamatan 3 HSA tingkat persentase mortalitas *P. castaneae* tertinggi terdapat pada perlakuan C₈ (*M. anisopliae* dengan kerapatan konidia 10⁹) dengan persentase 60% yang menunjukkan berbeda sangat nyata terhadap perlakuan C₇, C₄, C₃, C₆, C₂, C₁, C₅ dan C₀.

Pada pengamatan 4 HSA tingkat persentase mortalitas *P. castaneae* yang tertinggi terdapat pada perlakuan C₈ (*M. anisopliae* dengan kerapatan konidia 10⁹) dengan persentase 80% berbeda sangat nyata terhadap perlakuan C₇, C₄, C₃, C₂, C₆, C₁, C₅ dan C₀.

Peningkatan mortalitas meningkat seiring lamanya inkubasi. Pengamatan 5 HSA tingkat persentase mortalitas *P. castaneae* tertinggi pada perlakuan C₈ (*M. anisopliae* dengan kerapatan konidia 10⁹) dengan persentase 93,33% berbeda sangat nyata terhadap perlakuan C₄, C₇, C₃, C₂, C₆, C₁, C₅ dan C₀.

Pada pengamatan 6 HSA tingkat persentase mortalitas *P. castaneae* tertinggi pada perlakuan C₈ (*M. anisopliae* dengan kerapatan konidia 10⁹) dengan persentase 100% berbeda sangat nyata terhadap perlakuan C₄, C₇, C₃, C₂, C₆, C₁, C₅ dan C₀.

Lebih jelasnya dilihat pada histogram mortalitas hama Penggerek Batang Raksasa (*P. castaneae*).



Gambar 3. Histogram Persentase Mortalitas Larva *P. castaneae* Pada Pengamatan 1-6 HSA

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan kerapatan konidia jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae* dapat mempengaruhi perkembangan larva *P. castanea*. Berdasarkan tabel persentase mortalitas, perlakuan C₄ (*B. bassiana* dengan kerapatan konidia 10⁹) mampu mengakibatkan mortalitas larva *P. castaneae* sebesar 90% dan C₂ (*B. bassiana* dengan kerapatan konidia 10⁶) mampu mengakibatkan mortalitas sebesar 56,67%. Sedangkan perlakuan C₉ (*M. anisopliae* dengan kerapatan konidia 10⁹) mampu mengakibatkan mortalitas larva *P. castaneae* sebesar 100% dan C₅ (*M. anisopliae* dengan kerapatan konidia 10⁶) mampu mengakibatkan mortalitas 63,33%. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Pratiwi (2017) bahwa tingkat mortalitas serangga sangat ditentukan oleh kerapatan konidia cendawan entomopatogen yang diaplikasikan. Sehingga, perlakuan kerapatan konidia sebesar 10⁹ memiliki pengaruh yang paling tinggi terhadap mortalitas larva.

Berdasarkan tabel persentase mortalitas, jamur *B. bassiana* dengan kerapatan konidia 10⁶ dan *M. anisopliae* dengan kerapatan konidia 10⁶ telah mampu mengakibatkan mortalitas hama *P. castaneae* sebanyak 50% pada 6 hari setelah aplikasi. Hasil tersebut menunjukkan kerapatan konidia terendah dari dua jenis jamur entomopatogen cukup efektif dalam mengendalikan hama *P. castaneae*. Sesuai yang dikemukakan oleh Ferron (1985) dalam Maharani *et al* (2016) bahwa semakin banyak konidia yang mengalami kontak langsung dengan tubuh inang menyebabkan cara kontaminasi inang akan lebih cepat, dimana kerapatan spora 10⁶ – 10⁸ konidia/ml biasanya sudah cukup memadai dalam uji patogenitas jamur.

Gejala Kematian Secara Visual

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, tampak perubahan warna larva *P. castaneae* setelah diaplikasikan jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae*. Kemudian ditandai dengan tubuh larva yang kaku dan tidak bergerak. Beberapa hari setelah aplikasi akan terlihat sekumpulan miselium jamur menyelimuti tubuh larva *P. castaneae* yang sudah mati. Pada jamur *B. bassiana* yang menginfeksi larva ditandai dengan miselium jamur berwarna putih menutupi tubuh larva. Berdasarkan penelitian Sihombing *et al* (2014) serangga yang terinfeksi *B. bassiana* mengakibatkan nafsu makan larva menurun akibatnya tubuh menjadi kaku lalu tubuh akan mengeras kering seperti mumi dan pada tubuh larva muncul miselium berwarna putih.

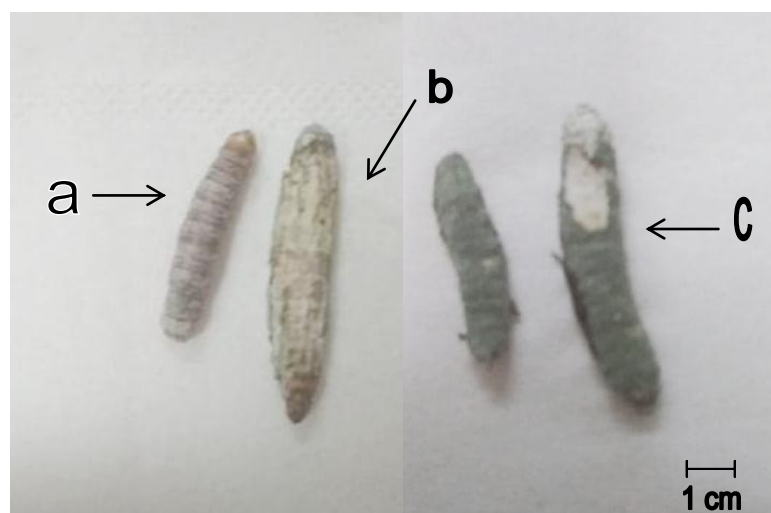


Gambar 5. Larva *P. castaneae* tanpa perlakuan (Kontrol). (Keterangan: Panjang Tubuh larva $\pm 3,5$ cm) Sumber : Dokumentasi Penelitian



Gambar 6. Larva *P. castaneae* yang terinfeksi oleh jamur *B. bassiana*
Keterangan: (a) larva mengalami mumifikasi atau mengeras;
(b) Sebagian tubuh larva telah ditutupi oleh miselium jamur;
(c) Seluruh tubuh larva ditutupi oleh miselium *B. bassiana*
Sumber : Dokumentasi Penelitian

Sedangkan perlakuan jamur entomopatogen *M. anisopliae* menginfeksi tubuh larva ditandai dengan munculnya miselium jamur berwarna hijau. Menurut penelitian Prasasya (2008) larva *P. castaneae* yang terinfeksi jamur *M. anisopliae* tubuhnya akan memperlihatkan bercak coklat pada awal infeksi, setelah 2-3 hari tubuh larva akan mengalami mumifikasi. Lalu jamur akan menembus kulit dan membentuk miselium jamur yang awalnya berwarna putih dan lama kelamaan berubah menjadi hijau.



Gambar 7. Larva *P. castaneae* yang diinfeksi oleh jamur *M. anisopliae*

Keterangan: (a) larva yang mengalami mumifikasi atau mengeras; (b) Sebagian tubuh larva telah ditutupi oleh miselium jamur berwarna putih; (c) Seluruh tubuh larva telah ditutupi oleh miselium jamur *M. anisopliae*

Sumber : Dokumentasi Penelitian

Pada umumnya gejala kematian larva sama, jamur masuk ke tubuh larva melalui kutikula dimana konidia jamur menempel dan berpenetrasi pada integumen (kulit larva) *P. castaneae*, selanjutnya terjadi perubahan fisiologi larva. Racun yang dihasilkan oleh jamur entomopatogen merusak jaringan dan menyerap cairan tubuh larva, sehingga tubuh larva menjadi mengering. Setiap jamur memiliki patogenitas yang berbeda-beda karena toksin yang dimiliki juga berbeda. Jamur entomopatogen *B. bassiana* menghasilkan toksin berupa

beauverisin, beauverolit, bassianalit, isorolit dan asam oksalat yang menyebabkan terjadinya kerusakan sistem pernapasan, sistem saraf, sistem pencernaan dan otot serta kenaikan pH (Tantawizal, *et al*, 2015). Sedangkan jenis toksin yang dihasilkan *M. anisopliae* berupa cyclodepsipeptides, destruxin A, B, C, D dan E, dan desmethildestruxin telah digunakan sebagai insektisida generasi baru (Yunizar, *et al*, 2018).

Waktu Kematian Larva

Data pengamatan waktu kematian larva *P. castanea* dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data Pengamatan Waktu Kematian Larva *P. castanea*

Perlakuan	Waktu Kematian (HSA)
C ₀	0
C ₁	2
C ₂	2
C ₃	1
C ₄	1
C ₅	2
C ₆	2
C ₇	1
C ₈	1

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa waktu yang dibutuhkan masing-masing entomopatogen untuk menyebabkan kematian awal adalah 1 HSA yaitu pada perlakuan C₃, C₄, C₇ dan C₈. Setelah itu diikuti kematian 2 HSA pada perlakuan C₁, C₂, C₅ dan C₆. Adanya perbedaan waktu kematian antar perlakuan disebabkan karena perbedaan tingkat patogenesis masing-masing jamur terhadap

serangga uji. Perbedaan tingkat patogenisitas jamur disebabkan karena karakteristik dan genetik masing-masing perlakuan berbeda. Menurut referensi Thalib *et al* (2013) menyampaikan jamur entomopatogen bersifat virulen dapat membunuh serangga inang dalam waktu yang singkat dan dapat menyebabkan infeksi kronik yang lama. Tingkat patogenisitas jamur entomopatogen dipengaruhi oleh perbedaan genetik, asal isolat dan faktor lingkungan seperti suhu dan kelembaban. Dan hal ini juga sesuai dengan pernyataan Trizelia (2012) sifat genetik dan fisiologi mempunyai peranan penting dalam patogenisitas atau virulensi cendawan terhadap serangga hama dan persistensi cendawan di lingkungan yang selanjutnya mempengaruhi keberhasilan (efikasi) pengendalian.

Berdasarkan penelitian, tingkat kerapatan konidia mempengaruhi waktu kematian larva *P. castaneae* di laboratorium. Semakin tinggi kerapatan konidia jamur maka akan mempercepat waktu kematian larva *P. castaneae*. Menurut Turnip *et al* (2018) menyatakan tingkat kerapatan konidia mempengaruhi kemampuan tingkat menginfeksi antara jamur terhadap serangga inangnya. Sehingga, waktu proses kematian serangga akan semakin cepat akibat infeksi dari jamur entomopatogen tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Persentase mortalitas larva *P. castaneae* dengan perlakuan aplikasi entomopatogen pada pengamatan 6 hari setelah aplikasi yang tertinggi terdapat pada perlakuan C₈ (*M. anisopliae* dengan kerapatan konidia 10⁹) sebesar 100% dan terendah pada perlakuan C₂ (*B. bassiana* dengan kerapatan konidia 10⁶) sebesar 56,67%. Semakin tinggi tingkat kerapatan konidia maka semakin tinggi tingkat mortalitas *P. castaneae*.
2. Patogenesitas jamur *Metarrhizium anisopliae* dengan kerapatan konidia 10⁹ lebih efektif dibandingkan jamur *Beauveria bassiana* dengan kerapatan konidia 10⁶ dalam mengendalikan larva *P. castanea* di Laboratorium.

Saran

Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut dengan perlakuan yang sama dilapangan agar kita dapat mengetahui keefektifan dari masing-masing jamur entomopatogen.

DAFTAR PUSTAKA

- Aror, A.P.F., S.R. Caroulus. dan N.W. Noni. 2017. Pemanfaatan Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin Terhadap Larva *Plutella xylostella* (L.) Di Laboratorium. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Budi, A.S., A. Afandhi. dan R.D. Puspitarini. 2013. Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Beauveria Bassiana* Balsamo (Deuteromycetes: Moniliales) Pada Larva *Spodoptera Litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). Jurnal Hama Penyakit Tanaman. Vol 1. No 1.
- Dongoran, E.S. 2015. Pebanyakan *Phragmatoecia castaneae* pada pakan buatan. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.
- Ferron, P. 1985. Fundamental of plant pathology. New York: John Willey and Sons Published.
- Hasyim, A., W. Setiawati., A. Hudayya. dan Luthfy. 2016. Sinergisme Jamur Entomopatogen *Metarrhizium anisopliae* Dengan Insektisida Kimia untuk Meningkatkan Mortalitas Ulat Bawang *Spodoptera exigua*. *J. Hortikultura*. 26(2). 257-266.
- Heldrita, S. 2008. Kajian Biologis *Tumidiclava* sp. Sebagai Parasitoid Telur *Phragmatoecia castaneae* Hubner (Lepidoptera: Cossidae) Di Laboratorium. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.
- Jumar. 2000. Entomologi Pertanian. PT Rineka Cipta; Jakarta.
- Kalshoven, L. G. E., 1981. The Pest of Crop In Indonesia. Revisel and Translate P. A Van Der Laan. PT. Ichtar Baru-Van Hoeve, Jakarta. P ; 452-453.
- Lesmana, E., I. Syofia. dan E. Lubis. 2016. Uji Bioinsektisida Nuclear Polyhedrosis Virus Terhadap Beberapa Hama Tanaman Tebu di Laboratorium. *Jurnal Agrium*. 2442-7306. 20(2). UMSU. Medan.
- Liza, K.R. 2012. Pengaruh *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) Terhadap Telur Penggerek Batang Tebu (*Phragmatoecia castaneae* Hubner) dan (*Chilo auricilius* Dudgeon). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Maharani, S.A., F. Rohman. dan S.E Rahayu. 2016. Uji Efektivitas Jamur Entomopatogen *B. bassiana* Balsamo dan *Verticillium lecanii* (Zimmerman) Viegas Terhadap Mortalitas *Helopeltis antonii* Signoret. FMIPA. Universitas Negeri Malang.
- Manik, R. M. 2012. Uji Pelepasan Parasitoid *Xanthocampoplex* sp. Dari Berbagai Jarak Pelepasan Untuk Pengendalian *Phragmatoecia castaneae* (Lepidoptera:Cosidae). Skripsi. Fakultas Pertanian. USU.

- Masyitah, I., S.F Sitepu. dan I. Safni. 2017. Potensi Jamur Entomopatogen untuk Mengendalikan Ulat Grayak *Spodoptera litura* F. Pada Tanaman Tembakau In Vivo. Jurnal Agroekoteknologi. Fakultas Pertanian USU. 5(3): 484-493.
- Meidalima, D. dan R.R. Kawaty. 2015. Eksplorasi dan Pengamatan Intensitas Serangan Hama Penting Tanaman Tebu di PTPN VII, Sumatera Selatan. Journal of Biology. 7(1); 69-76.
- Nuraida dan A. Hasyim. 2009. Isolasi, Identifikasi dan Karakteristik Jamur Entomopatogen Dari Rizosfir Pertanaman Kubis. *J. Hortikultura*. 19(4).
- Pangestiniingsih. 2011. Uji Efektifitas Beberapa Jamur Entomopatogen dan Insektisida Botani Terhadap *Spodoptera exigua* Hubn. pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). Jurnal Ilmu Pertanian KULTIVAR. 5(2); 90-98.
- Permadi, M.A. 2016. Pemanfaatan Cendawan Entomopatogen *Lecanicillium lecanii*, *Beauveria bassiana* dan *Metarrhizium anisopliae* Sebagai Mikroinsektisida Terhadap Kutu Loncat Jeruk, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae). Tesis. Sekolah Pascasarjana. IPB.
- Prasasya, A. 2008. Uji Efektifitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Balsamo dan *Metarrhizium Anisopliae* (Metch) Sorokin Terhadap Mortalitas Larva *Phragmatoecia Castaneae* Hubner Di Laboratorium. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Pratiwi, D. 2017. Patogenisitas Empat Isolat Cendawan *Beauveria bassiana* Terhadap Hama *Helopeltis spp.* Dan *Riptortuslinearis* Di Laboratoium. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung.
- Prayogo, Y., Wedanimbi. dan Marwoto. 2005. Prospek Cendawan Entomopatogen *Metarrhizium anisopliae* Untuk Mengendalikan Ulat Grayak *Spodoptera litura* Pada Kedelai. Jurnal Litbang Pertanian. 24(1); 19-26.
- Sagala, T.F., M.C Tobing dan Lisawita. 2015. Pengaruh Lama Inokulasi Parasitoid *Sturmiopsis inferens* Town (Diptera: Tachinidae) terhadap Jumlah Inang *Phragmatocia castaneae* Hubner di Laboratorium. Jurnal Online Agroekoteknologi . ISSN 2337- 6597. 3(1); 97- 102.
- Sianturi, N.B, Y. Pangestiniingsih dan L. Lubis. 2014. Uji Efektivitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals.) dan *Metarrhizium anisopliae* (Metch) terhadap *Chilo sacchariphagus* Boj. (Lepidoptera : Pyralidae) di Laboratorium. Jurnal Online Agroekoteknologi. ISSN 2337- 6597. Vol.2, No.4 : 1607 – 1613.
- Sidauruk, D.L. 2013. Daya Parasitasi *Tetraticus* sp. (Eulophidae) Pada Pupa *Phragmatoecia Castaneae* (Lepidoptera: Cossidae) Di Laboratorium. Jurnal Online Agroekoteknologi.ISSN 2337-6597. 1(2).

- Sihombing, R.H, S. Oemry, L. Lubis. 2014. Uji Efektivitas Beberapa Entomopatogen Pada Larva *Oryctes rhinoceros* L. (Coleoptera: Scarabaeidae) di Laboratorium. Jurnal Online Agroekoteknologi. 2337-6597. 2(4);1300-1309.
- Simatupang, J., S. Oemry dan F. Zahara. 2015. Pengaruh Ukuran Pupa Penggerek Batang Tebu terhadap Jumlah Populasi *Tetrastichus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae) di Laboratorium. Jurnal Online Agroekoteknologi. ISSN 2337- 6597. 3(1); 142-146.
- Soetopo, D dan I. Indrayani. 2007. Status Teknologi dan Prospek *Beauveria bassiana* Untuk Pengendalian Serangga Hama Tanaman Perkebunan yang Ramah Lingkungan. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat. 6(1): 29-46.
- Subiyakto. 2016. Hama Penggerek Tebu dan Perkembangan Teknik Pengendaliannya. Jurnal Litbang Petanian. Vol 35. No 4: 179-186.
- Sugianto, Y., Y. Pangestiningih. Dan S. Oemry. 2013. Uji Efektivitas Beberapa Entomopatogen Pada Imago *Conopomorpha cramerella* Snellen Di Laboratorium. Jurnal Online Agroekoteknologi. ISSN 2337-6597. 1(4); 1473-1482.
- Tantawizal., A. Inayati. dan Y. Prayogo. 2015. Potensi Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Untuk Mengendalikan Hama Boleng *Cylas formicarius* F. Pada Tanaman Ubijalar. Buletin Palawija. No 29.
- Thalib, R., R. Fernando., Khodijah., D. Meidalima dan S. Herlinda. 2013. Patogenisitas Isolat *Beauveria Bassiana* Dan *Metarhizium Anisopliae* Asal Tanah Lebak Dan Pasang Surut Sumatera Selatan Untuk Agens Hayati *Scirpophaga incertulas*. Jurnal Hama Penyakit Tanaman Tropika. ISSN 1411-7525. 13(1); 10-18.
- Trizelia, A.A., Rao, AQ, Bakhsh, A dan Husnain. 2012. Entomopathogenic Fungi as Biological Controller: New insights inti their viulence abd pathogenicity. *Arch. Biol. Sci., Belgrade*. 64(1): 21-42.
- Turnip, A., D.Y.P Runtuboi dan D. Lantang. 2018. Uji Efektivitas Jamur *Beauveria bassiana* dan Waktu Aplikasi Terhadap Hama *Spodoptera litura* pada Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea*). Jurnal Biologi Papua. ISSN 2086-3314. 10(1); 26-31.
- Yanti, I. 2013. Pengaruh Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* Terhadap Mortalitas Serangga Penyerbuk *Trigona* sp. Skripsi. Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati.
- Yunizar, N., Rahmawati dan Kustiati. 2018. Patogenitas Isolat jamur Entomopatogen *M. anisopliae* Terhadap Lalat Rumah *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). Jurnal Protobiont. 7(3): 77-82.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Bagan Penelitian

C ₆ III	C ₁ I	C ₀ I
C ₅ II	C ₅ I	C ₀ II
C ₃ I	C ₂ II	C ₂ I
C ₇ I	C ₈ II	C ₄ I
C ₃ II	C ₀ III	C ₈ III
C ₆ II	C ₃ III	C ₅ III
C ₁ II	C ₇ II	C ₈ I
C ₆ I	C ₄ III	C ₂ III
C ₇ III	C ₁ III	C ₄ II

Keterangan :

C₀ : kontrol

C₁ : penggunaan *B. bassiana* dengan kerapatan konidia 10⁶

C₂ : penggunaan *B. bassiana* dengan kerapatan konidia 10⁷

C₃ : penggunaan *B. bassiana* dengan kerapatan konidia 10⁸

C₄ : penggunaan *B. bassiana* dengan kerapatan konidia 10⁹

C₅ : penggunaan *M. anisopliae* dengan kerapatan konidia 10⁶

C₆ : penggunaan *M. anisopliae* dengan kerapatan konidia 10⁷

C₇ : penggunaan *M. anisopliae* dengan kerapatan konidia 10⁸

C₈ : penggunaan *M. anisopliae* dengan kerapatan konidia 10⁹

Lampiran 2. Data Pengamatan Persentase Mortalitas Larva (%) 1 HSA

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	1	2	3		
C ₀	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C ₁	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C ₃	0,00	10,00	0,00	10,00	3,33
C ₄	0,00	10,00	10,00	20,00	6,67
C ₅	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C ₆	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C ₇	10,00	0,00	0,00	10,00	3,33
C ₈	10,00	0,00	10,00	20,00	6,67
Total	20,00	20,00	20,00	60,00	
Rataan	2,22	2,22	2,22		2,22

Lampiran 3. Transformasi Data $y = \sqrt{(y + 0,5)}$ 1 HSA

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	1	2	3		
C ₀	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
C ₁	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
C ₂	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
C ₃	0,71	3,24	0,71	4,65	1,55
C ₄	0,71	3,24	3,24	7,19	2,40
C ₅	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
C ₆	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
C ₇	3,24	0,71	0,71	4,65	1,55
C ₈	3,24	0,71	3,24	7,19	2,40
Total	11,43	11,43	11,43	34,29	
Rataan	2,29	2,29	2,29		1,27

Lampiran 4. Daftar Sidik Ragam Mortalitas Larva *P. castanea*

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel
					0,01
Perlakuan	8	12,83	1,60	1,69 ^{tn}	3,71
Galat	18	17,11	0,95		
Total	26	29,95			

Keterangan : KK : 86,52
tn : tidak nyata

Lampiran 5. Data Pengamatan Persentase Mortalitas Larva (%) 2 HSA

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	1	2	3		
C ₀	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C ₁	0,00	10,00	0,00	10,00	3,33
C ₂	10,00	20,00	0,00	30,00	10,00
C ₃	10,00	20,00	10,00	40,00	13,33
C ₄	20,00	20,00	20,00	60,00	20,00
C ₅	0,00	10,00	0,00	10,00	3,33
C ₆	0,00	20,00	20,00	40,00	13,33
C ₇	30,00	30,00	20,00	80,00	26,67
C ₈	20,00	50,00	20,00	90,00	30,00
Total	90,00	180,00	90,00	360,00	
Rataan	10,00	20,00	10,00		13,33

Lampiran 6. Transformasi Data $y = \sqrt{(y + 0,5)}$ 2 HSA

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	1	2	3		
C ₀	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
C ₁	0,71	3,24	0,71	4,65	1,55
C ₂	3,24	4,53	0,71	8,48	2,83
C ₃	3,24	4,53	3,24	11,01	3,67
C ₄	4,53	4,53	4,53	13,58	4,53
C ₅	0,71	3,24	0,71	4,65	1,55
C ₆	0,71	4,53	4,53	9,76	3,25
C ₇	5,52	5,52	4,53	15,57	5,19
C ₈	4,53	7,11	4,53	16,16	5,39
Total	23,89	37,93	24,18	85,99	
Rataan	4,78	7,59	4,84		3,18

Lampiran 7. Daftar Sidik Ragam Mortalitas Larva *P. castanea*

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0,01
Perlakuan	8	67,57	8,45	4,74 ^{**}	3,71
Galat	18	32,04	1,78		
Total	26	99,61			

Keterangan : KK : 74,76
 ** : sangat nyata

Lampiran 8. Data Pengamatan Persentase Mortalitas Larva (%) 3 HSA

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	1	2	3		
C ₀	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C ₁	20,00	20,00	10,00	50,00	16,67
C ₂	30,00	30,00	20,00	80,00	26,67
C ₃	40,00	30,00	30,00	100,00	33,33
C ₄	40,00	50,00	50,00	140,00	46,67
C ₅	10,00	10,00	20,00	40,00	13,33
C ₆	20,00	50,00	30,00	100,00	33,33
C ₇	60,00	50,00	40,00	150,00	50,00
C ₈	70,00	50,00	60,00	180,00	60,00
Total	290,00	290,00	260,00	840,00	
Rataan	32,22	32,22	28,89		31,11

Lampiran 9. Transformasi Data $y = \sqrt{(y + 0,5)}$ 3 HSA

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	1	2	3		
C ₀	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
C ₁	4,53	4,53	3,24	12,30	4,10
C ₂	5,52	5,52	4,53	15,57	5,19
C ₃	6,36	5,52	5,52	17,41	5,80
C ₄	6,36	7,11	7,11	20,58	6,86
C ₅	3,24	3,24	4,53	11,01	3,67
C ₆	4,53	7,11	5,52	17,16	5,72
C ₇	7,78	7,11	6,36	21,25	7,08
C ₈	8,40	7,11	7,78	23,28	7,76
Total	47,43	47,95	45,30	140,67	
Rataan	9,49	9,59	9,06		5,21

Lampiran 10. Daftar Sidik Ragam Mortalitas Larva *P. castanea*

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0,01
Perlakuan	8	111,68	13,96	28,15**	3,71
Galat	18	8,92	0,50		
Total	26	120,60			

Keterangan : KK : 30,85
 ** : sangat nyata

Lampiran 11. Data Pengamatan Persentase Mortalitas Larva (%) 4 HSA

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	1	2	3		
C ₀	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C ₁	40,00	50,00	30,00	120,00	40,00
C ₂	50,00	40,00	40,00	130,00	43,33
C ₃	60,00	40,00	50,00	150,00	50,00
C ₄	60,00	80,00	60,00	200,00	66,67
C ₅	40,00	30,00	30,00	100,00	33,33
C ₆	40,00	50,00	30,00	120,00	40,00
C ₇	70,00	60,00	70,00	200,00	66,67
C ₈	90,00	80,00	70,00	240,00	80,00
Total	450,00	430,00	380,00	1260,00	
Rataan	50,00	47,78	42,22		46,67

Lampiran 12. Transformasi Data $y = \sqrt{(y + 0,5)}$ 4 HSA

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	1	2	3		
C ₀	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
C ₁	6,36	7,11	5,52	18,99	6,33
C ₂	7,11	6,36	6,36	19,83	6,61
C ₃	7,78	6,36	7,11	21,25	7,08
C ₄	7,78	8,97	7,78	24,53	8,18
C ₅	6,36	5,52	5,52	17,41	5,80
C ₆	6,36	7,11	5,52	18,99	6,33
C ₇	8,40	7,78	8,40	24,57	8,19
C ₈	9,51	8,97	8,40	26,88	8,96
Total	60,37	58,89	55,32	174,58	
Rataan	12,07	11,78	11,06		6,47

Lampiran 13. Daftar Sidik Ragam Mortalitas Larva *P. castanea*

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel
					0,01
Perlakuan	8	138,49	17,31	50,42 ^{**}	3,71
Galat	18	6,18	0,34		
Total	26	144,67			

Keterangan : KK : 23,04
 ** : sangat nyata

Lampiran 14. Data Pengamatan Persentase Mortalitas Larva (%) 5 HSA

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	1	2	3		
C ₀	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C ₁	60,00	50,00	50,00	160,00	53,33
C ₂	70,00	60,00	70,00	200,00	66,67
C ₃	80,00	70,00	70,00	220,00	73,33
C ₄	70,00	100,00	80,00	250,00	83,33
C ₅	50,00	50,00	50,00	150,00	50,00
C ₆	50,00	60,00	50,00	160,00	53,33
C ₇	70,00	80,00	80,00	230,00	76,67
C ₈	100,00	100,00	80,00	280,00	93,33
Total	550,00	570,00	530,00	1650,00	
Rataan	61,11	63,33	58,89		61,11

Lampiran 15. Transformasi Data $y = \sqrt{(y + 0,5)}$ 5 HSA

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	1	2	3		
C ₀	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
C ₁	7,78	7,11	7,11	21,99	7,33
C ₂	8,40	7,78	8,40	24,57	8,19
C ₃	8,97	8,40	8,40	25,77	8,59
C ₄	8,40	10,02	8,97	27,39	9,13
C ₅	7,11	7,11	7,11	21,32	7,11
C ₆	7,11	7,78	7,11	21,99	7,33
C ₇	8,40	8,97	8,97	26,34	8,78
C ₈	10,02	10,02	8,97	29,02	9,67
Total	66,88	67,89	65,74	200,51	
Rataan	13,38	13,58	13,15		7,43

Lampiran 16. Daftar Sidik Ragam Mortalitas Larva *P. castanea*

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel
					0,01
Perlakuan	8	170,98	21,37	113,10 ^{**}	3,71
Galat	18	3,40	0,19		
Total	26	174,39			

Keterangan : KK : 15,95
 ** : sangat nyata

Lampiran 17. Data Pengamatan Persentase Mortalitas Larva (%) 6 HSA

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	1	2	3		
C ₀	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C ₁	60,00	60,00	50,00	170,00	56,67
C ₂	70,00	80,00	70,00	220,00	73,33
C ₃	80,00	90,00	80,00	250,00	83,33
C ₄	90,00	100,00	80,00	270,00	90,00
C ₅	60,00	60,00	70,00	190,00	63,33
C ₆	60,00	70,00	70,00	200,00	66,67
C ₇	90,00	90,00	80,00	260,00	86,67
C ₈	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
Total	610,00	650,00	600,00	1860,00	
Rataan	67,78	72,22	66,67		68,89

Lampiran 18. Transformasi Data $y = \sqrt{(y + 0,5)}$ 6 HSA

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	1	2	3		
C ₀	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
C ₁	7,78	7,78	7,11	22,66	7,55
C ₂	8,40	8,97	8,40	25,77	8,59
C ₃	8,97	9,51	8,97	27,46	9,15
C ₄	9,51	10,02	8,97	28,51	9,50
C ₅	7,78	7,78	8,40	23,95	7,98
C ₆	7,78	8,40	8,40	24,57	8,19
C ₇	9,51	9,51	8,97	28,00	9,33
C ₈	10,02	10,02	10,02	30,07	10,02
Total	70,46	72,71	69,94	213,11	
Rataan	14,09	14,54	13,99		7,89

Lampiran 19. Daftar Sidik Ragam Mortalitas Larva *P. castanea*

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel
					0,01
Perlakuan	8	189,39	23,67	215,64**	3,71
Galat	18	1,98	0,11		
Total	26	191,37			

Keterangan : KK : 11,79
 ** : sangat nyata

Lampiran 20. Dokumentasi Penelitian

Gambar 8. Pencarian Larva *P. castanea* di LapanganGambar 9. Gejala Serangan Larva *P. castanea* di LapanganGambar 10. Larva *P. castanea* yang telah diambil di Lapangan

Gambar 11. Perbanyakkan jamur *M. anisopliae* dan *B. bassiana* pada media PDA



Gambar 12. Pengamatan Pertumbuhan Jamur *M. anisopliae* dan *B. bassiana*



Gambar 13. Suspensi jamur *M. anisopliae* dan *B. bassiana*



Gambar 14. Bagan Penelitian di Balai Penelitian Sungei Putih



Gambar 15. Pengukuran Larva yang telah terinfeksi