

EKSPLORASI JAMUR ENTOMOPATOGEN
Beauveria bassiana **PADA PERTANAMAN**
KOPI

S K R I P S I

Oleh :

NUR HASANAH
NPM : 1404290237

Program Studi : AGROTEKNOLOGI



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018

EKSPLORASI JAMUR ENTOMOPATOGEN
Beauveria bassiana PADA PERTANAMAN
KOPI

SKRIPSI

Oleh :

NUR HASANAH
1404290237
AGROTEKNOLOGI

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

Komisi Pembimbing :



Ir. Irma Syofia, M.P.
Ketua



Hilda Syafitri Darwis, S.P., M.P.
Anggota

Disahkan Oleh:
Dekan



Ir. Azritanarni Sunar, M.P.

Tanggal Lulus: 19-10-2018

PERNYATAAN

Dengan ini saya:

Nama : Nur Hasanah

NPM : 1404290237

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi dengan judul Eksplorasi Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Pada Pertanaman Kopi 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 di kemudian 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, Oktober 2018

Yang menyatakan



Nur Hasanah

RINGKASAN

Nur Hasanah “Eksplorasi Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Pada Pertanaman Kopi” dengan ketua komisi pembimbing ibu Ir. Irna Syofia, M.P dan anggota komisi pembimbing ibu Ibu Hilda Syafitri Darwis, S.P., M.P. Penelitian ini dilaksanakan di Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan, Medan Helvetia dari bulan April sampai September 2018. Tujuan penelitian ini adalah Untuk mengeksplorasi jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* pada pertanaman kopi.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) non faktorial terdiri dari 7 perlakuan dan 3 ulangan yaitu: B₀: Kontrol/tanpa perlakuan, B₁ : BB. Dairi (*Beauveria bassiana* isolat Dairi), B₂ : BB.K.K.1 (*B. bassiana* Kopi Karo Isolat 1) , B₃ : BB.K.K.2 (*B. bassiana* Kopi Karo Isolat 2), B₄ : BB.K.D.1 (*B. bassiana* Kopi Dairi Isolat 1), B₅ : BB.K.D.2 (*B. bassiana* Kopi Dairi Isolat 2), B₆ : BB.K.SM.1 (*B. bassiana* Kopi Simalungun Isolat 1). Parameter pengamatan yang diamati adalah identifikasi jamur *B. bassiana*, persentase mortalitas, waktu kematian, gejala kematian, Lethal Time (LT₅₀), patogenesis jamur *B. bassiana* terhadap tanaman.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ditemukan 6 isolat jamur *B. bassiana* yang diisolasi dari tanaman kopi dari beberapa lokasi. Persentase mortalitas tertinggi perlakuan B₄ (BB.K.D.1) dan B₆ (BB.K.SM.1) yaitu 100% pada pengamatan 3 HSA. Waktu kematian tercepat pada semua perlakuan yaitu 1 HSA. Periode Lethal Time (LT₅₀) tercepat pada perlakuan B₂ (BB.K.K.1) dan B₆ (BB.K.SM.1) yaitu pada 1 HSA. Semua isolat jamur *B. bassiana* tidak bersifat patogen terhadap tanaman.

SUMMARY

Nur Hasanah "Exploration of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* in Coffee Crops" with the chair of the maternal supervisory committee Ir. Irna Syofia, M.P and member of the supervisory committee Mrs. Hilda Syafitri Darwis, S.P., M.P. This research was carried out at Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) Asrama street, Number 124 kelurahan Cinta Damai districts Medan Helvetia, Medan from April to September 2018. The purpose of this research is to explore entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* in coffee plantations.

This research uses a Completely Randomized Design (CRD) non factorial consists of 7 treatments and 3 replications namely: B₀: Control/ no treatment, B₁ : BB. Dairi (*Beauveria bassiana* Dairi Isolates), B₂ : BB.K.K.1 (*B. bassiana* Coffee Karo Isolates 1) , B₃ : BB.K.K.2 (*B. bassiana* Coffee Karo Isolates 2), B₄ : BB.K.D.1 (*B. bassiana* Coffee Dairi Isolates 1), B₅ : BB.K.D.2 (*B. bassiana* Coffee Dairi Isolates 2), B₆ : BB.K.SM.1 (*B. bassiana* Coffee Simalungun Isolates 1). The observation parameters observed are identification of *B. bassiana* fungi, percentage of mortality, time of death, symptoms of death, Lethal Time (LT₅₀), the pathogenicity of *B. bassiana* fungi to plants.

The results showed that 6 fungal *B. bassiana* isolates were found isolated from coffee plants from several locations. The highest percentage of mortality in treatment B₄ (BB.K.D.1) dan B₆ (BB.K.SM.1) that is 100% on 3 HSA observation. The fastest death time in all treatments is 1 HSA. The fastest lethal time period is B₂ (BB.K.K.1) dan B₆ (BB.K.SM.1) in 1 HSA. All *B. bassiana* isolates were not pathogenic to plants.

RIWAYAT HIDUP

Nur Hasanah, lahir pada tanggal 04 Januari 1997 di Simpang Kanan Kabupaten Rokan Hilir Provinsi Riau, anak kelima dari pasangan ayahanda Suratno dan ibunda Rostiana.

Riwayat pendidikan formal yang pernah ditempuh penulis adalah sebagai berikut:

1. SD Negeri 001 Simpang Kanan Kab. Rokan Hilir Prov. Riau, tahun 2002-2008.
2. SMP Negeri 1 Simpang Kanan Kab. Rokan Hilir Prov. Riau, tahun 2008-2011.
3. SMA Negeri 1 Simpang Kanan Kab. Rokan Hilir Prov. Riau, tahun 2011-2014.
4. Diterima sebagai mahasiswa Fakultas Pertanian Jurusan Agroteknologi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, tahun 2014.

Beberapa kegiatan dan pengalaman lain yang pernah diikuti/dijalani penulis selama menjadi mahasiswa :

1. Mengikuti MPMB Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, tahun 2014.
2. Mengikuti MASTA Pimpinan Komisariat Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, tahun 2014.
3. Mengikuti SEKACA Pimpinan Komisariat Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, tahun 2014.
4. Melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PPKS Unit Marihat Siantar, tahun 2017.
5. Asisten Dosen Mata Kuliah Dasar Perlindungan Tanaman di Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2017 dan 2018.
6. Asisten Dosen Mata Kuliah Nematologi di Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2018.
7. Melaksanakan penelitian di Laboratorium Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan di Kota Medan, tahun 2018.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Alhamdulillahirobbil'alamin, penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, karena atas karunia dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi penelitian ini yang berjudul "**Eksplorasi Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Pada Pertanaman Kopi**". Tidak lupa penulis haturkan shalawat dan salam kepada Nabi Besar Muhammad SAW, semoga kelak kita mendapatkan syafaatnya di yaumul akhir nanti, amin.

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

1. Teristimewa Ayahanda Suratno dan Ibunda tercinta Rostiana serta abang Yanto Pribowo, Teguh Iman, Mudarianto dan Kakak Fathonah atas kesabaran, kasih sayang dan doa yang tiada henti serta memberikan semangat, dukungannya baik moril maupun materil hingga terselesainya penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Ir. Hj. Asritanarni Munar, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Ibu Dr. Dafni Mawar Tarigan, S.P., M.Si. selaku Wakil Dekan I Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara sekaligus Dosen Pembimbing Akademik.
4. Bapak Muhammad Thamrin, S.P., M.Si. selaku Wakil Dekan III Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Dr. Ir. Wan Arfiani Barus, M.P. selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Ibu Ir. Irna Syofia, M.P. selaku Ketua Komisi Pembimbing.
7. Ibu Hilda Syafitri Darwis, S.P., M.P. selaku Anggota Komisi Pembimbing.
8. Seluruh dosen pengajar, karyawan, dan civitas akademika Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

9. Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan yang telah memberi kesempatan untuk melaksanakan penelitian serta selalu membantu penulis.
10. Abangda Muhammad Agus Nurhidayat, S.P. yang telah membantu melaksanakan penelitian.
11. Bunda Sugini dan Nani Wahyuni terima kasih atas semangat dan dukunganya selama ini.
12. Sahabat-sahabat BERTIGA Squad Adi Darma, S.P. dan Wahidriyanto, S.P. terima kasih atas semangat dan dukunganya selama ini.
13. Sahabat-sahabat EDELWEISS Asmidar Lubis, Nurul Hikmah, Nurlaily, Vivi Hutriah Pulungan, Rifa Raliana Jasni, Deby Ulfa Sari, Saimanita Rambe terimakasih atas semangat dan dukunganya selama ini.
14. Teman-teman Fakultas Pertanian khususnya teman-teman Agroteknologi 6 dan teman-teman HPT 2014 yang selalu memberikan dukungan dan semangat.

Akhir kata penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, baik isi maupun kaidah penulisannya. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran konstruktif dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini.

Wassalamu'alaikumWr. Wb

Medan, September 2018

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|---------|
| RINGKASAN | i |
| SUMMARY | ii |
| RIWAYAT HIDUP..... | iii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| DAFTAR ISI | vi |
| DAFTAR TABEL..... | viii |
| DAFTAR GAMBAR | ix |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | x |
| PENDAHULUAN..... | 1 |
| Latar Belakang | 1 |
| Tujuan Penelitian | 3 |
| Hipotesis Penelitian | 3 |
| Kegunaan Penelitian | 3 |
| TINJAUAN PUSTAKA..... | 4 |
| Eksplorasi | 4 |
| Pengendalian Hayati | 4 |
| Agen Pengendali Hayati | 5 |
| Jamur Entomopatogen <i>Beauveria bassiana</i> | 5 |
| Morfologi <i>Beauveria bassiana</i> | 5 |
| Mekanisme Infeksi <i>Beauveria bassiana</i> | 6 |
| Perbanyakan dan Cara Aplikasi <i>Beauveria bassiana</i> | 7 |
| Potensi <i>Beauveria bassiana</i> pada Tanaman Kopi..... | 9 |
| BAHAN DAN METODE | 11 |
| Tempat dan Waktu..... | 11 |
| Bahan dan Alat..... | 11 |
| Metode Penelitian | 12 |
| Pelaksanaan Penelitian | 13 |
| Sterilisasi Alat | 13 |
| Pembuatan Media Potato Dextrose Agar (PDA)..... | 13 |
| Eksplorasi Jamur <i>Beauveria bassiana</i> | 13 |

| | |
|---|----|
| Identifikasi Jamur <i>Beauveria bassiana</i> | 14 |
| Pengujian Jamur <i>Beauveria bassiana</i> Terhadap Larva <i>Tenebrio molitor</i> | 15 |
| Pengujian Patogenisitas Pada Tanaman | 15 |
| Parameter Pengamatan..... | 15 |
| Identifikasi Jamur <i>Beauveria bassiana</i> | 15 |
| Uji Patogenisitas | 16 |
| Persentase Mortalitas | 16 |
| Waktu Kematian | 16 |
| Lethal Time (LT ₅₀)..... | 16 |
| Gejala Kematian..... | 16 |
| Uji Patogenisitas Pada Tanaman | 17 |
| HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 18 |
| KESIMPULAN DAN SARAN..... | 31 |
| Kesimpulan..... | 31 |
| Saran | 31 |
| DAFTAR PUSTAKA | 32 |
| LAMPIRAN..... | 36 |

DAFTAR TABEL

| Nomor | Judul | Halaman |
|-------|---|---------|
| 1. | Keterangan Isolat Hasil Eksplorasi | 18 |
| 2. | Rataan Persentase Mortalitas Larva <i>T. molitor</i> Pengamatan 1-10 HSA | 22 |
| 3. | Data pengamatan Waktu Kematian Larva <i>T. molitor</i> | 26 |
| 4. | Data pengamatan Lethal Time (LT ₅₀) Larva <i>T. molitor</i> | 27 |
| 5. | Data Pengamatan Uji Patogenisitas Terhadap Tanaman | 30 |

DAFTAR GAMBAR

| Nomor | Judul | Halaman |
|-------|---|---------|
| 1. | Konidia <i>B. bassiana</i> dibawah Mikroskop..... | 6 |
| 2. | Perbanyakkan <i>B. bassiana</i> dalam Media Jagung..... | 9 |
| 3. | Biakan murni jamur <i>B.bassiana</i> | 19 |
| 4. | Biakan murni jamur <i>B.bassiana</i> | 20 |
| 5. | Identifikasi mikroskopis..... | 21 |
| 6. | Histogram Persentase Mortalitas Larva <i>T. molitor</i> Pengamatan 1-10 HSA | 24 |
| 7. | Larva <i>T. molitor</i> terinfeksi <i>B. bassiana</i> | 28 |
| 8. | Miselium Jamur <i>B. bassiana</i> pada Permukaan Tubuh Larva <i>T. molitor</i> | 29 |
| 9. | Daun Tembakau Uji..... | 30 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Nomor | Judul | Halaman |
|-------|---|---------|
| 1. | Bagan Penelitian..... | 36 |
| 2. | Persentase Mortalitas (%) 1 HSA | 37 |
| 3. | Persentase Mortalitas (%) 2 HSA | 38 |
| 4. | Persentase Mortalitas (%) 3 HSA | 39 |
| 5. | Persentase Mortalitas (%) 4 HSA | 40 |
| 6. | Persentase Mortalitas (%) 5 HSA | 41 |
| 7. | Persentase Mortalitas (%) 6 HSA | 42 |
| 8. | Persentase Mortalitas (%) 7 HSA | 43 |
| 9. | Persentase Mortalitas (%) 8 HSA | 44 |
| 10. | Persentase Mortalitas (%) 9 HSA | 45 |
| 11. | Persentase Mortalitas (%) 10 HSA | 46 |
| 12. | Data Kebun Pengambilan Sampel/ Kebun Asal Isolat..... | 47 |
| 13. | Dokumentasi Penelitian | 53 |

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Insektisida kimia menimbulkan berbagai pengaruh negatif sehingga perlu dicari teknologi alternatif yang ramah lingkungan, yaitu pengendalian hayati. Penggunaan entomopatogen sebagai agen pengendali hayati merupakan salah satu cara untuk menghindari dampak negatif bahan kimia terhadap lingkungan. Agen hayati tersebut meliputi organisme yang bersifat predator, parasit, parasitoid, dan patogen. Beberapa organisme yang dapat bertindak sebagai agens hayati meliputi hewan vertebrata, serangga, nematoda, bakteri, virus dan jamur atau cendawan (Utami *dkk*, 2014).

Pengendalian hama yang baik yaitu dengan cara biologis. Pengendalian secara biologis ini hanya akan mematikan hama. Sementara itu, serangga lain yang bukan hama akan terhindar dari kematian. Dalam penerapan pengendalian hama secara biologi ada beberapa cara pengendalian, salah satunya adalah dengan memanfaatkan musuh alami. Cara ini selain aman juga tidak menyebabkan efek negatif terhadap lingkungan. Prinsip dasar pengendalian ini diarahkan agar hama secara alami dapat berkompetisi dengan organisme sekitar lingkungan. Musuh alami adalah suatu organisme yang dalam kelangsungan hidupnya memangsa atau menumpang pada tubuh organisme lain. Secara umum musuh alami dapat digolongkan atas beberapa yaitu serangga parasitoid, serangga predator, patogen serangga hama, hewan vertebrata pemakan hama dan agen antagonis penyebab penyakit (Tanjung *dkk*, 2011).

Salah satu cendawan entomopatogen yang sangat potensial dalam pengendalian beberapa spesies serangga hama adalah *Beauveria* sp. Cendawan ini dilaporkan

sebagai agens hayati yang sangat efektif menginfeksi beberapa jenis serangga hama, terutama dari ordo Lepidoptera, Hemiptera, Homoptera, dan Coleoptera. Sebagai patogen serangga, *Beauveria* sp. dapat diisolasi secara alami dari pertanaman maupun dari tanah. Epizootiknya di alam sangat dipengaruhi oleh kondisi iklim, terutama membutuhkan lingkungan yang lembab dan hangat. Di beberapa negara, cendawan ini telah digunakan sebagai agens hayati pengendalian sejumlah serangga hama mulai dari tanaman pangan, hias, buah-buahan, sayuran, kacang-kacangan, hortikultura, perkebunan, kehutanan hingga tanaman gurun pasir. Karena *Beauveria* spp. mempunyai kisaran inang yang luas, maka patogen ini tersebar pada kisaran geografi yang luas. Hal tersebut memungkinkan adanya keanekaragaman isolat-isolat yang dikoleksi (Rosmini dan Burhanuddin, 2013).

Keuntungan penggunaan fungi entomopatogenik antara lain relatif aman, kapasitas reproduksi tinggi, siklus hidup pendek, bersifat selektif, kompatibel dengan pengendalian lainnya, relatif murah diproduksi dan kemungkinan menimbulkan resistensi amat kecil atau lambat, dan dapat membentuk spora yang dapat bertahan lama, bahkan dalam kondisi yang tidak menguntungkan sekalipun (Trizelia, 2005).

Salah satu jenis organisme yang belum banyak diteliti adalah fungi entomopatogen yang merupakan mikroorganisme potensial yang hidup berasosiasi dengan serangga. Fungi entomopatogen merupakan musuh alami dan regulator paling efisien bagi populasi inangnya. Tingginya jumlah keanekaragaman hayati yang dimiliki ini merupakan aset yang tidak ternilai harganya yang dapat dimanfaatkan untuk kesejahteraan rakyat. Namun pemanfaatan potensi alam ini masih terkendala oleh kurangnya informasi dan data mengenai potensi keanekaragaman hayati tersebut. Hal ini dikarenakan masih

terbatasnya kegiatan eksplorasi, identifikasi maupun inventarisasi keanekaragaman hayati yang dilakukan (Khastini *dkk*, 2017).

Eksplorasi merupakan langkah awal dari pelaksanaan teknik–teknik pengendalian hayati. Kegiatan ini didasarkan atas fenomena alam bahwa ada hubungan yang tidak dapat dipisahkan antara OPT dan musuh alaminya, jika ada tekanan pada lingkungan yang ekstrem tentunya keberadaan musuh alami akan terguncang. Untuk itu perlu adanya upaya pelestarian, dengan cara mengeksplorasi musuh alami tersebut agar dapat dikembangkan dan diperbanyak, serta dimanfaatkan untuk pengendalian. Kegiatan eksplorasi dapat dilakukan dengan cara mencari spesimen di lapangan, berupa serangga yang diduga terinfeksi cendawan entomopatogen, dan serangga yang sehat (tidak terinfeksi cendawan), bagian tanaman (daun, akar, batang) dan tanah di sekeliling tanaman (Herdatiarni *dkk*, 2014).

Tujuan Penelitian

Untuk mengeksplorasi jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* pada pertanaman kopi.

Hipotesis Penelitian

1. Ditemukan beberapa isolat *B. bassiana* dari pertanaman kopi.
2. Masing-masing isolat *B. bassiana* mempunyai daya virulensi yang berbeda dalam menginfeksi.

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 sumber informasi bagi pihak yang membutuhkan.

TINJAUAN PUSTAKA

Eksplorasi

Eksplorasi merupakan langkah awal untuk mendapatkan agen pengendali hayati. Eksplorasi bertujuan mencari sumber genetik baru yang berpotensi sebagai agen pengendalian hayati. Eksplorasi dilakukan pada wilayah luas yang diperkirakan terdapat sumber genetik baru. Serangga yang ditemukan terserang patogen dikoleksi dan selanjutnya dimanfaatkan untuk tahapan selanjutnya. Eksplorasi entomopatogen sangat bermanfaat antara lain untuk menyeleksi strain-strain baru yang adaptif terhadap perubahan lingkungan, meningkatkan efek mematikan kandidat agen biokontrol melalui rekayasa genetika, dan aplikasi teknologi formulasi mikroba yang lebih virulen untuk mengendalikan serangga hama. Berdasarkan hal tersebut penelitian untuk eksplorasi mikroba dari berbagai daerah di Indonesia yang memiliki potensi entomopatogenik, khususnya kelompok jamur dan bakteri sangat penting dilakukan (Priyatno *dkk*, 2016).

Pengendalian Hayati

Pengendalian hayati adalah pengendalian serangga hama dengan cara biologi, yaitu dengan memanfaatkan musuh-musuh alaminya, seperti predator, parasit dan pathogen. Pengendalian hayati adalah suatu teknik pengelolaan OPT dengan sengaja dengan memanfaatkan/memanipulasikan musuh alami untuk kepentingan pengendalian, biasanya pengendalian hayati akan dilakukan di laboratorium, sedangkan pengendalian alami merupakan proses pengendalian yang berjalan sendiri tanpa campur tangan manusia, tidak ada proses perbanyakkan musuh alami (Jumar, 2000).

Agen Pengendali Hayati

Agen Pengendali Hayati (*Biological Control Agen*) merupakan organisme meliputi species, subspecies, varietas, semua jenis serangga, nematode, protozoa, cendawan, bakteri, virus, mikroplasma serta organisme lainnya yang dalam semua tahap perkembangannya dapat digunakan untuk keperluan pengendalian hama penyakit tanaman atau organisme pengganggu dalam proses produksi, pengolahan hasil pertanian dan berbagai keperluan. Agen pengendali hayati ini disebut patogen yang dapat dikelompokkan menjadi 2 kelompok yaitu patogen serangga dan agen antagonis patogen tumbuhan (Flint, 2000 *dalam* Darmawan, 2016).

Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana*

Morfologi *B. bassiana*

Klasifikasi *B. bassiana* menurut Hughes (1971) dalam Pratiwi adalah sebagai berikut :

| | |
|---------|---|
| Kingdom | : Fungi |
| Filum | : Ascomycota |
| Kelas | : Ascomycetes |
| Ordo | : Hypocreales |
| Famili | : Clavicipitaceae |
| Genus | : <i>Beauveria</i> (Bals.) |
| Spesies | : <i>Beauveria bassiana</i> (Bals.) Vuill |

Konidia cendawan *B. bassiana* bersel satu berbentuk oval agak bulat sampai dengan bulat telur berwarna hialin dengan diameter 2-3 μm . Konidia dihasilkan dalam bentuk simpodial dari sel-sel induk yang terhenti pada ujungnya. Pertumbuhan konidia diinisiasi oleh sekumpulan konidia. Setelah itu, konidia

tumbuh dengan ukuran yang lebih panjang karena akan berfungsi sebagai titik tumbuh. Pertumbuhan selanjutnya mulai dari bawah konidia berikutnya, setiap saat konidia dihasilkan pada ujung hifa dan dipakai terus, selanjutnya ujungnya akan terus tumbuh. Dengan cara seperti ini, rangkaian konidia dihasilkan oleh konidia-konidia muda (rangkaian akropetal), dengan kepala konidia menjadi lebih panjang. Ketika seluruh konidia dihasilkan, ujung konidia penghubung dari sel-sel konidiogenus mempunyai pertumbuhan zig-zag dan mengikuti pertumbuhan asal (Barnett, 1960 *dalam* Pratiwi, 2017).

Jamur *B. bassiana* juga dikenal sebagai penyakit *white muscardine* karena miselium dan konidium (spora) yang dihasilkan berwarna putih, bentuknya oval, dan tumbuh secara zig zag pada konidiofornya (Soetopo *dkk*, 2007).



Gambar 1. Konidia *B. bassiana* dibawah Mikroskop
Sumber : [https://www.google.co.id/search konidia+beauveria+bassiana](https://www.google.co.id/search%20konidia%20beauveria%20bassiana)

Mekanisme Infeksi *Beauveria bassiana*

Mekanisme infeksi dimulai infeksi langsung hifa atau spora *B. bassiana* ke dalam kutikula melalui kulit luar serangga. Pertumbuhan hifa akan mengeluarkan enzim seperti protease, lipolitik, amilase, dan kitinase. Enzim-enzim tersebut mampu menghidrolisis kompleks protein di dalam integument yang menyerang dan menghancurkan kutikula, sehingga hifa tersebut mampu menembus dan masuk serta berkembang di dalam tubuh serangga. Mekanisme infeksi jamur secara mekanik melalui tekanan yang disebabkan oleh konidium *B. bassiana* yang

tumbuh. Secara mekanik infeksi jamur *B. bassiana* berawal dari penetrasi miselium pada kutikula lalu berkecambah dan membentuk apresorium, kemudian menyerang epidermis dan hipodermis. Hifa kemudian menyerang jaringan dan hifa berkembang biak di dalam *haemolymph* (Indriyati dkk, 2009).

Sistem kerja spora cendawan *B. bassiana* masuk ke tubuh serangga inang melalui kulit, saluran pencernaan, spirakel dan lubang lainnya. Selain itu inokulum cendawan yang menempel pada tubuh serangga inang dapat berkecambah dan berkembang membentuk tabung kecambah, kemudian masuk menembus kutikula tubuh serangga. Penembusan dilakukan secara mekanis dan atau kimiawi dengan mengeluarkan enzim atau toksin yang disebut *beauvericin*, antibiotik ini dapat menyebabkan gangguan pada fungsi hemolimfa serangga, sehingga mengakibatkan pembengkakan yang disertai pengerasan yang membuat kerusakan jaringan pada tubuh serangga. Serangga yang telah terserang cendawan *B. bassiana* ditunjukkan dengan adanya tanda-tanda yaitu serangga uji tidak merespon pakan disertai gerakan lambat, terjadi perubahan warna hitam atau bercak gelap pada kulit serangga. Bercak tersebut disebabkan oleh cendawan yang melakukan penetrasi sehingga tubuh serangga menjadi kaku dan terbungkus oleh pertumbuhan cendawan lalu mengalami mumifikasi atau pengerasan disertai dengan adanya warna putih pada permukaan tubuh. Warna putih ini merupakan konidia yang tumbuh di permukaan tubuh serangga (Pratiwi, 2017).

Perbanyakan dan Cara Aplikasi *Beauveria bassiana*

Perbanyakan *B. bassiana* sebagian besar dilakukan pada media padat, seperti beras, gandum, atau jagung. Untuk kebutuhan bioesai, perbanyakan isolat jamur *B. bassiana* cukup dilakukan pada media agar di dalam tabung reaksi (slant).

Perbanyakkan *B. bassiana* dalam skala kecil dan untuk masa penyimpanan berdurasi singkat (< 1 tahun) cukup dilakukan dengan menggunakan media Sabouroud Dextrose Agar (SDA). Cukup banyak tersedia bahan untuk media alami perbanyakkan *B. bassiana*, antara lain: beras, gandum, kedelai, jagung, padi-padian, sorghum, kentang, roti, dan kacang-kacangan. Dalam perbanyakkan jamur *B. bassiana* dengan bahan-bahan alami, untuk menghasilkan konidia dalam jumlah maksimal diperlukan media dengan partikel yang permukaannya lebih luas (Soetopo *dkk*, 2007).

Beauveria bassiana umumnya diaplikasikan dalam bentuk konidia yang dapat menginfeksi serangga melalui kulit kutikula, mulut dan ruas-ruas yang terdapat pada tubuh serangga serta memiliki spectrum yang luas dan dapat mengendahkan banyak spesies serangga hama tanaman (Utami *dkk*, 2014).

Penelitian yang dilakukan (Indrayani, 2013) pada kondisi semi lapangan menunjukkan bahwa konsentrasi optimal *B. bassiana* yang menyebabkan persentase mortalitas larva *H. armigera* lebih dari 50% adalah $2,3-3,0 \times 10^5$ konidia/ml, sedangkan pada konsentrasi yang lebih rendah mortalitas *H. armigera* hanya mencapai kisaran 20-40%. Hal ini menunjukkan bahwa untuk dapat membunuh hama sasaran secara efektif di luar kondisi laboratorium (semi lapangan) dibutuhkan jumlah individu konidia yang lebih banyak sebagaiantisipasi pengaruh faktor lingkungan, khususnya sinar ultraviolet matahari yang bersifat sangat merusak viabilitas konidia jamur. Penurunan efektivitas cenderung lebih cepat terjadi pada perlakuan konsentrasi yang lebih rendah.

Penelitian Ardiyati (2015) dengan melakukan aplikasi secara metode umpan dan kontak langsung menunjukkan hasil persentase mortalitas *Gryllus* sp. akibat

jamur *B. bassiana* pada kedua metode perlakuan metode umpan sebesar 100% dan metode kontak langsung sebesar 83,3%. Dari kedua metode ini pada tingkat kerapatan tertinggi yang sama menyebabkan tingkat mortalitas yang berbeda. Hal ini diduga karena proses menginfeksi yang terjadi pada kedua metode berbeda, pada metode umpan pakan yaitu pakan yang telah direndam jamur *B. bassiana* kemudian diberikan pada *Gryllus* sp. Sehingga jamur *B. bassiana* langsung masuk ke dalam lambung serangga dan penetrasi jamur ke dalam tubuh lebih cepat terjadi, sedangkan metode kontak langsung dengan cara konidia disemprotkan pada tubuh serangga sehingga konidia jamur hanya menempel pada kutikula inang dan proses penetrasi ke dalam tubuh membutuhkan keadaan lingkungan yang mendukung.



Gambar 2. Perbanyakkan *B. bassiana* dalam Media Jagung
Sumber : <https://www.google.co.id/search media+beauveria+bassiana>

Potensi *Beauveria bassiana* Pada Pertanaman Kopi

Cendawan entomopatogen lebih mudah didapatkan pada daerah rizosfer. Populasi mikroorganisme di rizosfer biasanya lebih banyak dan beragam dibandingkan pada tanah bukan rizosfer. Salah satu dari faktor-faktor terpenting yang bertanggung jawab atas terjadinya efek rizosfer adalah variasi yang besar dalam hal senyawa organik yang tersedia di daerah perakaran berupa getah yang

dikeluarkan oleh akar, baik secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi kualitas dan kuantitas mikroorganisme yang ada di daerah perakaran (Rao, 1994 *dalam* Trizelia *dkk*, 2015).

Hasil penelitian yang dilakukan Panjaitan (2017) menunjukkan adanya isolat *Beauveria bassiana* dari sampel buah kopi yang diambil dari perkebunan kopi. Pada masing-masing lahan ditetapkan 2 (dua) lokasi berbeda yang terdiri dari lahan kopi di Kabupaten Tapanuli Utara dan Kabupaten Toba Samosir. Dari setiap sampel dikumpulkan buah kopi yang terdapat *B. bassiana* dengan ciri-ciri terdapat jamur warna putih di sekitar lubang diskus.

Lingkungan mikro tanaman perkebunan sangat ideal bagi perkembangan epizootik jamur entomopatogen, termasuk jamur *B. bassiana*. Keberlangsungan epizootik cendawan sangat dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban lingkungan, dan kriteria ini dapat ditemukan pada tanaman-tanaman perkebunan yang banyak diusahakan di Indonesia (Soetopo *dkk*, 2007).

Adanya perbedaan perkembangan vegetatif isolat cendawan *Beauveria* spp. dapat terjadi karena adanya perbedaan spesies, dan hal tersebut dapat terjadi karena perbedaan geografi dan inang asal isolat. Castrillo dan Brooks (1998) mengemukakan bahwa cendawan *B. bassiana* mempunyai distribusi yang luas dan inang yang banyak sehingga menyebabkan banyaknya variasi, baik dilihat dari segi fenotif maupun genotifnya (Rosmini dan Burhanuddin, 2013).

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) jalan Asrama, No. 124 kelurahan Cinta Damai kecamatan Medan Helvetia, Medan. Tempat pengambilan sampel dilakukan di kebun petani kopi. Lokasi untuk pengambilan sampel *B. bassiana* pada tanaman kopi adalah di Kabupaten Karo, Dairi dan Simalungun. Lokasi pengambilan sampel BB.Dairi di Desa Sinampang, Kec. Siempat Numpu, Kab. Dairi pada titik koordinat 2° 50' 52" LU, 98° 8' 42" LS dengan ketinggian tempat 1.120,1 mdpl. Lokasi pengambilan sampel BB.K.K.2 di Desa Sukarame, Kec. Munte, Kab. Karo pada titik koordinat 3° 5' 8" LU, 98° 25' 2" LS dengan ketinggian tempat 1.045,7 mdpl. Lokasi pengambilan sampel BB.K.D.1 diambil di Desa Kalang Sembara, Kec. Sidikalang, Kab. Dairi pada titik koordinat 2° 44' 40" LU, 98° 20' 24" LS dengan ketinggian tempat 1.120,1 mdpl. Lokasi pengambilan sampel BB.K.D.2 diambil di Desa Bintang Hulu, Kec. Sidikalang, Kab. Dairi pada titik koordinat 2° 45' 24" LU, 98° 20' 11" LS dengan ketinggian tempat 1.115,4 mdpl. Isolat BB.K.SM.1 diambil di Desa Sihuting, Kec. Raya, Kab. Simalungun pada titik koordinat 2° 95' 24" LU, 98° 20' 11" LS dengan ketinggian tempat 977 mdpl.

Penelitian dilaksanakan pada bulan April sampai September 2018.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah larva *Tenebrio molitor*, media PDA, alkohol, klorox, aquades, lampu bunsen dan bahan pendukung lainnya.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan petri, Erlenmeyer, tabung reaksi, *haemocytometer*, kaca preparat, autoklaf, *laminar air flow*,

mikroskop, jarum ose, plastik, toples, hand sprayer, alat tulis, syringe, kertas pasir, kapas, kamera dan alat pendukung lainnya.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial yang terdiri dari 7 perlakuan dengan 3 ulangan. Perlakuan yang diuji terdiri dari :

B₀ = Kontrol/Tanpa perlakuan

B₁ = BB. Dairi (*B. bassiana* isolat Dairi)

B₂ = BB.K.K.1 (*B. bassiana* Kopi Karo Isolat 1)

B₃ = BB.K.K.2 (*B. bassiana* Kopi Karo Isolat 2)

B₄ = BB.K.D.1 (*B. bassiana* Kopi Dairi Isolat 1)

B₅ = BB.K.D.2 (*B. bassiana* Kopi Dairi Isolat 2)

B₆ = BB.K.SM.1 (*B. bassiana* Kopi Simalungun Isolat 1)

Model linier dari rancangan yang digunakan adalah :

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

Keterangan :

Y_{ij} : Nilai pengamatan untuk faktor B (*B. bassiana*) pada taraf ke-i dan ulangan ke-j

μ : Nilai tengah umum

α_i : Perlakuan ke-i

ε_{ij} : Pengaruh galat perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

Pelaksanaan Penelitian

Sterilisasi Alat

Alat yang digunakan terlebih dahulu disterilisasi dari patogen yang tidak diinginkan, dicuci bersih terlebih dahulu lalu bagian permukaan disterilisasi menggunakan alkohol 96%, kemudian dimasukkan dalam *autoclave* pada suhu 120⁰ C dengan tekanan 1 atm selama 20 menit.

Pembuatan Media Potato Dextrose Agar (PDA)

Bahan untuk membuat media terdiri dari 250 gram kentang, 20 gram dextrose dan 1000 ml aquades, 20 gram agar. Kentang dikupas dan dicuci sampai bersih, kemudian dipotong kecil-kecil dengan ukuran (1 x 1 x 1 cm). Kentang yang sudah dipotong dimasukkan ke dalam panci serbaguna yang berisi Aquades dan dimasak selama 20 menit. Kentang disaring dengan menggunakan saringan dan diambil ekstraknya sebanyak 500 ml lalu dimasukkan ke dalam Erlenmeyer kemudian diaduk sampai homogen. Erlenmeyer disumbat dengan kapas dan ditutup kertas Aluminium foil dan dimasukkan ke dalam *autoclave* 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit kemudian didinginkan.

Eksplorasi jamur *Beauveria bassiana*

Pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik purposive sampling. Menurut (Arikunto, 2006) teknik purposive sampling adalah teknik mengambil sampel dengan tidak berdasarkan random atau strata, melainkan berdasarkan atas adanya pertimbangan yang berfokus pada tujuan tertentu.

Eksplorasi Dari Serangga Yang Terinfeksi

Tahapan dalam melakukan eksplorasi dari serangga yang terinfeksi adalah isolasi, pemurnian dan identifikasi. Pada tanaman kopi, eksplorasi dilakukan dari

serangga PBKo (*Hypothenemus hampei*) pada buah kopi. Buah kopi yang terdapat *B. bassiana* di lapangan ditandai dengan ciri-ciri terdapat jamur warna putih di sekitar lubang diskus. Kemudian buah kopi tersebut dibawa ke laboratorium untuk diisolasi. Diambil spora jamur *B. bassiana* dari buah kopi dengan menggunakan jarum ose lalu ditumbuhkan diatas PDA dalam cawan petri. Jamur yang tumbuh diamati setelah 3 hari diinkubasi. Pemurnian dilakukan dengan memotong sedikit di tepi koloni yang tidak terkontaminasi atau dari koloni yang bersih. Lalu diletakkan ditengah cawan petri berisi PDA. Pekerjaan dilakukan dengan hati-hati dan diulang sampai mendapatkan biakan murni. Tahapan akhir adalah melakukan identifikasi jamur *B. bassiana*.

Identifikasi Jamur *Beauveria bassiana*

Dari beberapa isolat yang diperoleh dari hasil eksplorasi pada tanaman kopi diidentifikasi dibawah mikroskop. Identifikasi dilakukan dengan cara membuat preparat untuk keperluan uji mikroskopis. Kaca preparat dan penutupnya dibersihkan/disterilkan dengan menggunakan alkohol. Lalu letakkan setetes akuades di tengah-tengah kaca preparat. Ambil sedikit benang jamur dengan menggunakan jarum ose dan letakkan secara merata di atas akuades tadi. Letakkan kaca penutupnya dengan hati-hati di atas permukaan preparat dan serap kelebihan akuades dengan menggunakan tisu. Lihat preparat dengan menggunakan mikroskop, lakukan dengan perbesaran kecil (4x atau 10x pada lensa okuler) kemudian tingkatkan ke perbesaran yang lebih tinggi (40x dan 100x pada lensa okuler). Untuk kepentingan identifikasi, catat warna jamur, bentuk konidia jamur, ukuran jamur (panjang konidia dan lebar konidia) dan bila perlu gambar di atas kertas bentuk (morfologi) yang diamati.

Pengujian Jamur *Beauveria bassiana* Terhadap Larva *Tenebrio molitor*

Dari beberapa isolat yang diperoleh dari hasil eksplorasi pada tanaman kopi, dilakukan pengujian terhadap larva *T. molitor*. Larva *T. molitor* dimasukkan sebanyak 30 ekor pada toples masing-masing perlakuan dan diberi pakan. Lalu buat suspensi konidia *B. bassiana* dalam erlenmeyer dengan kerapatan konidia 10^7 . Semprotkan suspensi konidia menggunakan hand sprayer ke larva didalam toples yang sudah disiapkan. Jumlah larva yang mati diamati setiap hari.

Pengujian Patogenisitas Terhadap Tanaman

Dari beberapa isolat yang diperoleh dari hasil eksplorasi pada tanaman kopi, dilakukan pengujian terhadap tanaman. Sediakan bibit tembakau berumur 3-4 minggu dalam polibeg lalu siram secukupnya. Siapkan syringe yang sudah steril, lalu buat suspensi konidia *B. bassiana* dalam erlenmeyer dengan kerapatan konidia 10^7 . Masukkan suspensi konidia kedalam syringe lalu suntikkan secara aseptik tulang daun tembakau pada permukaan bawah. Pengujian patogenisitas terhadap tanaman menggunakan kontrol positif (*Fusarium* sp.) dan kontrol negatif (aquades). Lakukan pengamatan sampai kontrol positif menampakkan gejala nekrosis.

Parameter Pengamatan

Identifikasi Jamur *Beauveria bassiana*

Jamur yang sudah murni ditumbuhkan pada media, lalu diidentifikasi secara makroskopis dan mikroskopis, serta karakter struktur jamur. Pengamatan secara makroskopis dilakukan dengan cara melihat pertumbuhan warna dan bentuk koloni jamur. Pengamatan mikroskopis dilakukan dengan menggunakan mikroskop, yaitu mengamati setiap morfologi jamur seperti konidia, hifa,

konidiofor dan bagian lainnya. Berdasarkan hasil pengamatan makroskopis dan mikroskopis selanjutnya jamur diidentifikasi dengan menyesuaikan beberapa literatur yang ada.

Uji Patogenisitas

Persentase Mortalitas

Pengamatan persentase mortalitas dilakukan setiap hari sejak 1 hari setelah aplikasi. Persentase mortalitas dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$PK = \frac{\sum SM}{\sum SU} \times 100\%$$

Keterangan:

PK : Persentase kematian serangga uji

SM : Serangga uji yang terinfeksi

SU : Total serangga uji yang diamati

(Hasyim dan Azwana, 2003)

Waktu Kematian

Pengamatan waktu kematian masing-masing perlakuan dilakukan 1 hari setelah aplikasi sampai semua serangga uji mengalami kematian.

LT₅₀ (Lethal Time 50)

Pengamatan Lethal Time 50 masing-masing perlakuan dilakukan 1 hari setelah aplikasi yaitu dengan mengamati waktu yang diperlukan masing-masing perlakuan untuk menyebabkan kematian 50% serangga uji.

Gejala Kematian

Pengamatan gejala kematian masing-masing perlakuan dilakukan 1 hari setelah aplikasi dengan cara mengamati gejala yang tampak pada serangga uji

Uji Patogenisitas Terhadap Tanaman

Pengamatan patogenisitas *B. bassiana* terhadap tanaman dilakukan 24 jam setelah tembakau disuntikkan suspensi konidia sampai kontrol positif (suspensi jamur *Fusarium* sp.) menampakkan bercak nekrotik. Selanjutnya pengamatan dilakukan dengan mengamati ada tidaknya bercak nekrotik yang timbul pada bagian yang disuntik dengan suspensi konidia *B. bassiana*. Bila timbul bercak nekrotik, berarti reaksinya positif atau bersifat patogenik terhadap tanaman. Demikian sebaliknya, apabila tidak timbul bercak nekrotik berarti reaksinya negatif atau tidak bersifat patogenik terhadap tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Jamur *Beauveria bassiana*

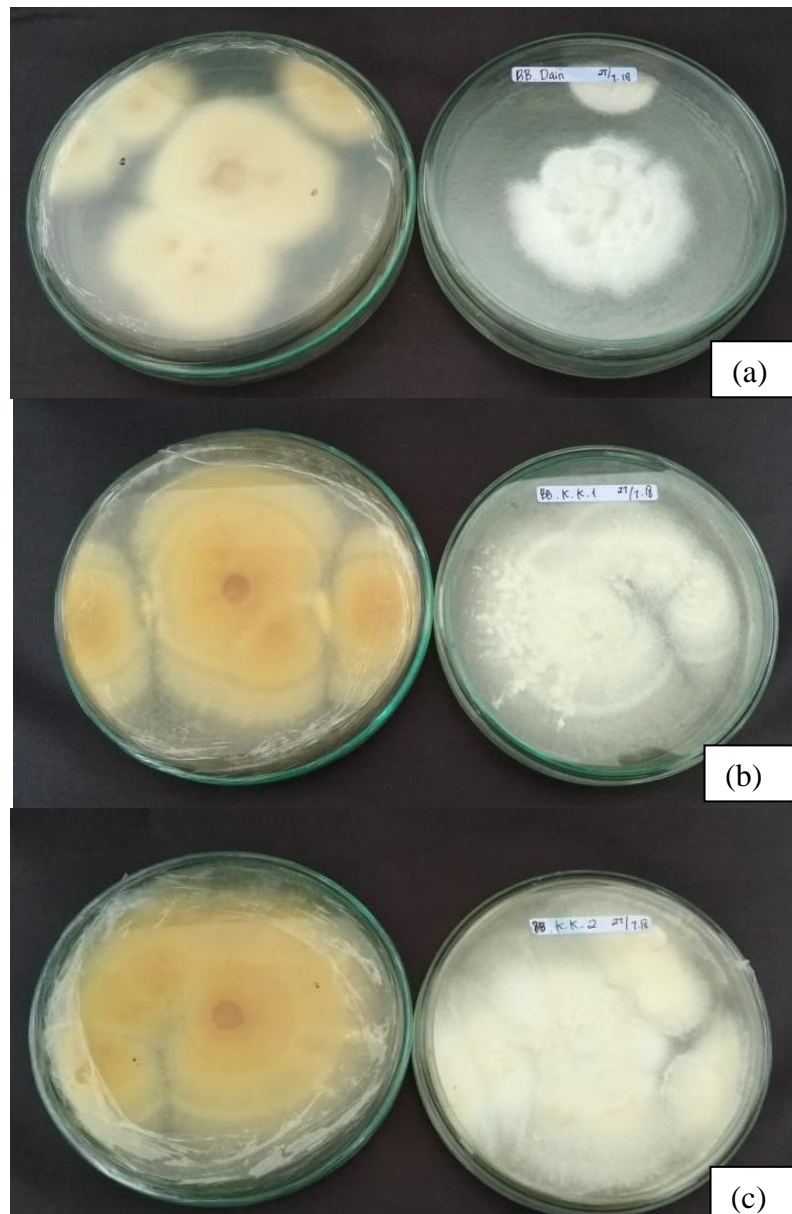
Dari hasil eksplorasi serangga terinfeksi di lapangan, diperoleh 6 isolat jamur yang digunakan dalam penelitian. Keterangan isolat hasil eksplorasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Keterangan Isolat Hasil Eksplorasi

| Kode isolat | Asal isolat | Asal inang | Tanaman |
|-------------|----------------------|----------------------------|---------|
| BB.Dairi | Kabupaten Dairi | <i>Hypothenemus hampei</i> | Kopi |
| BB.K.K.1 | Kabupaten Karo | <i>Hypothenemus hampei</i> | Kopi |
| BB.K.K.2 | Kabupaten Karo | <i>Hypothenemus hampei</i> | Kopi |
| BB.K.D.1 | Kabupaten Dairi | <i>Hypothenemus hampei</i> | Kopi |
| BB.K.D.2 | Kabupaten Dairi | <i>Hypothenemus hampei</i> | Kopi |
| BB.K.SM.1 | Kabupaten Simalungun | <i>Hypothenemus hampei</i> | Kopi |

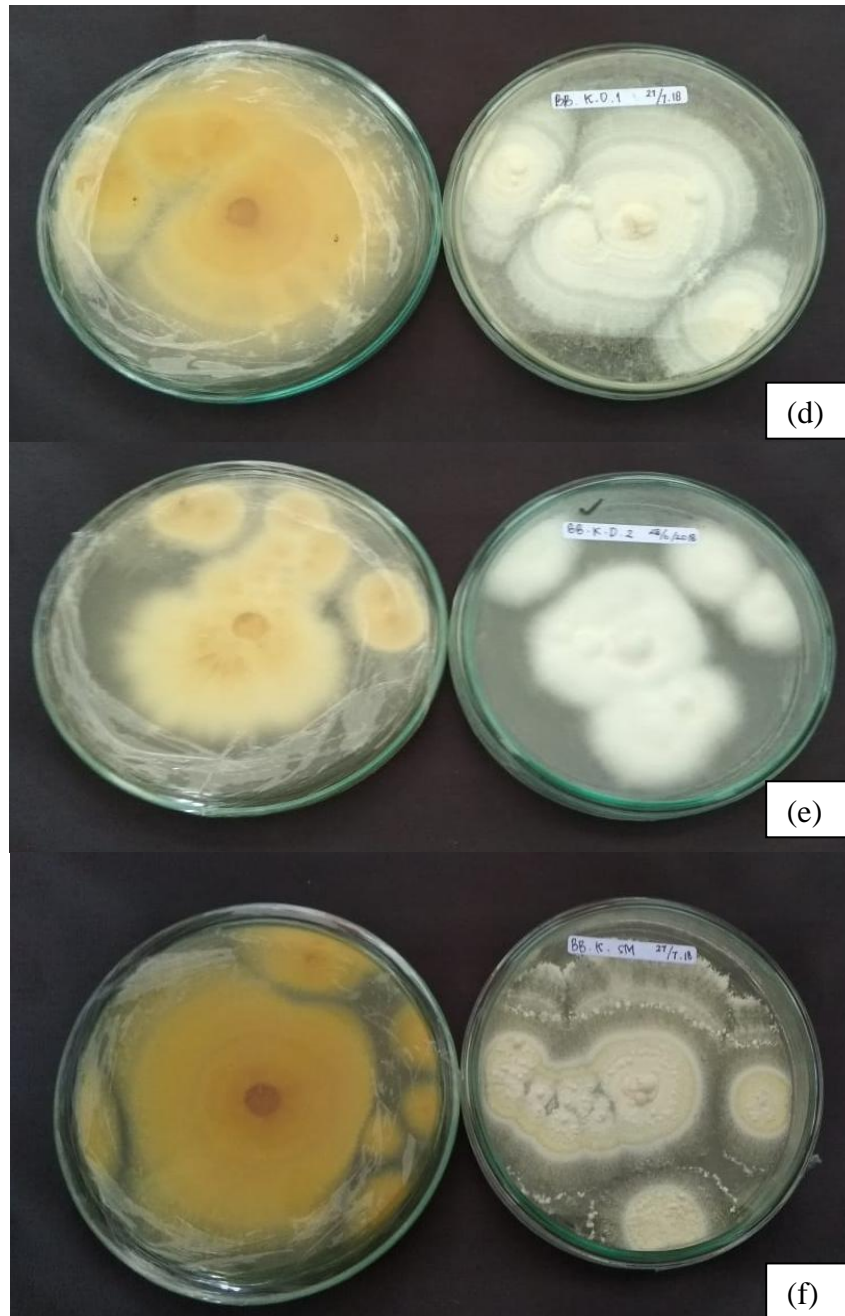
Identifikasi isolat jamur hasil eksplorasi dilakukan berdasarkan morfologi makroskopis dan mikroskopis. Hasil identifikasi berdasarkan morfologi makroskopis menunjukkan bahwa keenam isolat jamur dengan warna permukaan putih kekuningan dan warna dasar putih. Pernyataan ini sesuai dengan (Humber, 1998) dalam (Nuraida, 2009) yang menyatakan secara morfologi, biakan jamur *Beauveria* pada media PDA mempunyai miselia dan konidia berwarna putih berbentuk agak bulat, hialin lebih besar daripada konidia. Biakan yang telah bersporulasi menghasilkan kumpulan konidia seperti tepung. Gambar isolat jamur pada media dapat dilihat pada Gambar 4. Pada isolat 6 (BB.K.SM.1) pada awal pertumbuhannya berwarna putih, namun pada umur beberapa minggu berubah menjadi putih kekuning-kuningan (Gambar 4.f). pertumbuhan jamur *B. bassiana* yang demikian sesuai dengan pernyataan (Wiryadiputra, 1994) dalam (Thalib, 2013)

koloni *Beauveria* spp. berwarna putih, karena mengalami pertambahan umur (generatif) berubah menjadi putih kekuning-kuningan. Selain itu (Suryadi, 2013) menyatakan biakan *B. bassiana* pada media PDA mempunyai miselia dan konidia berwarna putih. Biakan yang telah bersporulasi menghasilkan kumpulan konidia seperti tepung.



Gambar 3. Biakan murni jamur *B.bassiana* a). isolat BB Dairi b). isolat BB.K.K.1 c). isolat BB.K.K.2

Sumber: Dokumentasi Penelitian (Foto Langsung)

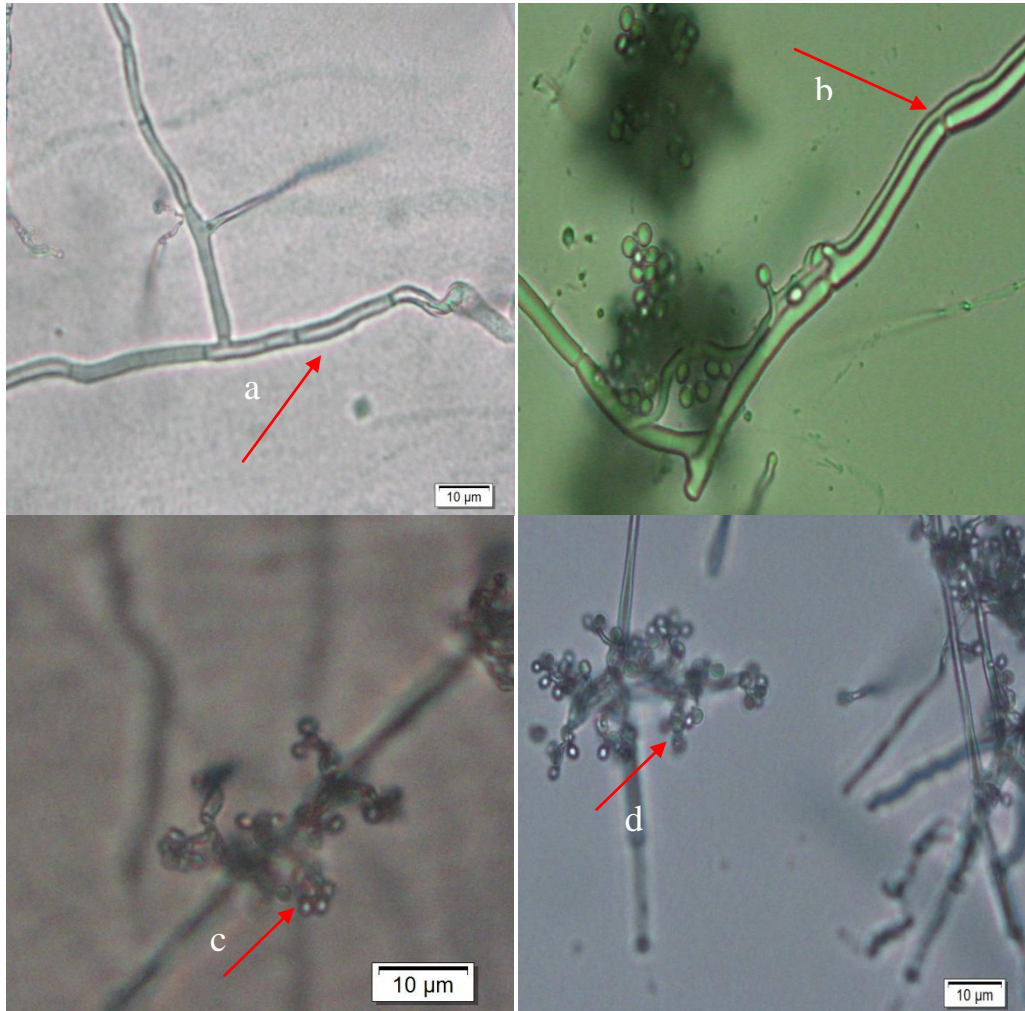


Gambar 4. Biakan murni jamur *B.bassiana* d). isolat BB.K.D.1 e). isolat BB.K.D.2 f). isolat BB.K.SM.1

Sumber: Dokumentasi Penelitian (Foto Langsung)

Hasil identifikasi berdasarkan morfologi mikroskopis yaitu dilihat melalui pengamatan cendawan menggunakan mikroskop. Berdasarkan pengamatan morfologis secara mikroskopis, diketahui bahwa keenam isolat memiliki hifa bersekat, kemudian konidia berwarna hialin, pola persebaran konidia bergerombol pada konidiofor. Pernyataan ini sesuai dengan (Herdatiarni, 2014) yang menyatakan morfologi

mikroskopis hifa bersekat, kemudian konidia berwarna hialin, pola persebaran konidia bergerombol pada konidiofor sehingga diidentifikasi termasuk genus *Beauveria* sp. Gambar mikroskopis jamur dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Identifikasi mikroskopis a) hifa *B. bassiana* perbesaran 100x b) hifa *B. bassiana* perbesaran 100x c) konidia *B. bassiana* perbesaran 100x d) konidia *B. bassiana* perbesaran 100x

Sumber: Dokumentasi Penelitian (Foto Mikroskop Langsung)

Berdasarkan pengamatan morfologis secara makroskopis dan mikroskopis diketahui bahwa keenam isolat jamur yang ditumbuhkan pada media memiliki koloni berwarna putih dan dilihat secara mikroskopis bahwa konidia berbentuk bulat. Dari ciri-ciri yang diamati menunjukkan bahwa keenam isolat merupakan jamur *B. bassiana*. Hal ini sesuai dengan (Herlinda, 2012) dari hasil isolasi tersebut terlihat koloni *B. bassiana* yang

ada di dalam cawan petri berwarna putih, sedangkan hasil pengamatan di bawah mikroskop konidia cendawan tersebut berbentuk bulat.

Persentase Mortalitas (%)

Data persentase mortalitas pada pengamatan 1 sampai 10 hari setelah aplikasi (HSA) beserta sidik ragamnya dapat dilihat pada lampiran 2-9.

Tabel 2. Persentase Mortalitas Larva *T. molitor* Pengamatan 1-10 HSA

| Perlakuan | Pengamatan | | | | | | | | | |
|----------------|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | 1 HSA | 2 HSA | 3 HSA | 4 HSA | 5 HSA | 6 HSA | 7 HSA | 8 HSA | 9 HSA | 10 HSA |
| |% | | | | | | | | | |
| B ₀ | 0,00 (0,71) B | 0,00 (0,71) B | 0,00 (0,71) B | 0,00 (0,71) C | 0,00 (0,71) B | 0,00 (0,71) C | 0,00 (0,71) C | 0,00 (0,71) B | 0,00 (0,71) B | 0,00 (0,71) B |
| B ₁ | 32,23 (4,61) A | 35,57 (4,86) A | 42,20 (5,93) A | 68,90 (8,25) A | 92,20 (9,62) A | 97,77 (9,91) A | 100,00 (10,02) A | 100,00 (10,02) A | 100,00 (10,02) A | 100,00 (10,02) A |
| B ₂ | 90,00 (9,51) A | 92,23 (9,63) A | 93,33 (9,68) A | 95,53 (9,80) A | 98,90 (9,97) A | 100,00 (10,02) A | 100,00 (10,02) A | 100,00 (10,02) A | 100,00 (10,02) A | 100,00 (10,02) A |
| B ₃ | 4,43 (1,71) B | 1,67 (1,25) B | 6,67 (1,98) B | 34,47 (5,77) B | 64,47 (7,93) A | 74,47 (8,60) A | 74,47 (8,60) A | 74,47 (8,60) A | 74,47 (8,60) A | 78,90 (8,86) A |
| B ₄ | 0,00 (0,71) B | 98,90 (9,97) A | 100,00 (10,02) A | 100,00 (10,02) A | 100,00 (10,02) A | 100,00 (10,02) A | 100,00 (10,02) A | 100,00 (10,02) A | 100,00 (10,02) A | 100,00 (10,02) A |
| B ₅ | 20,00 (3,58) A | 24,43 (4,32) A | 28,87 (4,98) A | 33,33 (5,25) B | 37,77 (5,49) B | 41,10 (5,66) B | 41,10 (5,66) B | 41,10 (5,66) B | 41,10 (5,66) B | 74,43 (8,31) A |
| B ₆ | 87,77 (9,35) A | 90,00 (9,48) A | 100,00 (10,02) A | 100,00 (10,02) A | 100,00 (10,02) A | 100,00 (10,02) A | 100,00 (10,02) A | 100,00 (10,02) A | 100,00 (10,02) A | 100,00 (10,02) A |

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

Dari Tabel di atas diketahui bahwa pengamatan 1 hari setelah aplikasi menunjukkan persentase mortalitas tertinggi pada perlakuan B₂ (BB.K.K.1) yaitu 90,00 % tidak berbeda nyata dengan perlakuan B₁ (BB.Dairi), B₅ (BB.K.D.2) dan B₆ (BB.K.SM.1) tetapi berbeda sangat nyata dengan B₀ (Kontrol), B₃ (BB.K.K.2) dan B₄ (BB.K.D.1).

Pada pengamatan 2 dan 3 HSA persentase mortalitas tertinggi pada perlakuan B₄ (BB.K.D.1) yaitu pada 2 HSA 98,90% dan 3 HSA 100% tidak berbeda nyata dengan perlakuan B₁ (BB.Dairi), B₂ (BB.K.K.1), B₅ (BB.K.D.2) dan B₆ (BB.K.SM.1) tetapi berbeda sangat nyata dengan kontrol dan B₃ (BB.K.K.2).

Pada pengamatan 4 HSA persentase mortalitas tertinggi pada perlakuan B₄ (BB.K.D.1) dan B₆ (BB.K.SM.1) yaitu 100% tidak berbeda nyata dengan perlakuan B₁ (BB.Dairi) dan B₂ (BB.K.K.1) tetapi berbeda sangat nyata dengan kontrol, B₃ (BB.K.K.2) dan B₅ (BB.K.D.2).

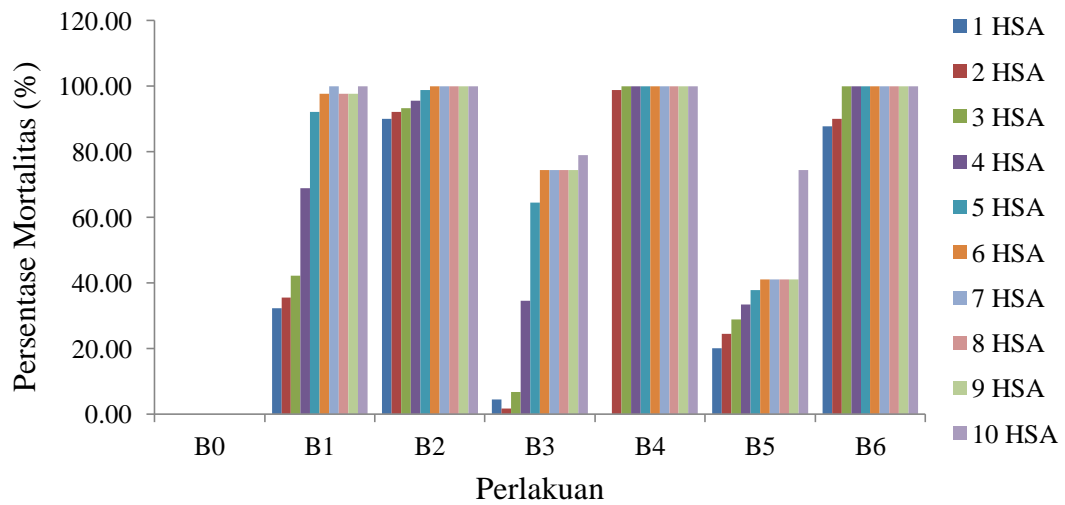
Pada pengamatan 5 HSA persentase mortalitas tertinggi pada perlakuan B₄ (BB.K.D.1) dan B₆ (BB.K.SM.1) yaitu 100% tidak berbeda nyata dengan perlakuan B₁ (BB.Dairi), B₂ (BB.K.K.1) dan B₃ (BB.K.K.2) tetapi berbeda sangat nyata dengan kontrol dan B₅ (BB.K.D.2).

Pada pengamatan 6 HSA persentase mortalitas tertinggi pada perlakuan B₂ (BB.K.K.1), B₄ (BB.K.D.1) dan B₆ (BB.K.SM.1) yaitu 100% tidak berbeda nyata dengan perlakuan B₁ (BB.Dairi) dan B₃ (BB.K.K.2) tetapi berbeda sangat nyata dengan kontrol dan B₅ (BB.K.D.2).

Pada pengamatan 7, 8 dan 9 HSA persentase mortalitas tertinggi pada perlakuan B₁ (BB.Dairi), B₂ (BB.K.K.1), B₄ (BB.K.D.1) dan B₆ (BB.K.SM.1) yaitu 100% berbeda sangat nyata dengan kontrol dan perlakuan B₃ (BB.K.K.2).

Pada pengamatan 10 HSA persentase mortalitas tertinggi perlakuan B₁ (BB.Dairi), B₂ (BB.K.K.1), B₄ (BB.K.D.1) dan B₆ (BB.K.SM.1) yaitu 100% berbeda sangat nyata dengan kontrol tetapi tidak berbeda nyata antar perlakuan.

Histogram perbedaannya dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Histogram Persentase Mortalitas Larva *T. molitor* Pengamatan 1-10 HSA

Dari histogram di atas dapat dilihat adanya variasi persentase mortalitas antar perlakuan pada 3 HSA dimana perlakuan B₆ (BB.K.SM.1) dan B₄ (BB.K.D.1) sudah mencapai persentase mortalitas 100%. Sangat bervariasi dengan perlakuan B₁ (BB.Dairi) yang masih mencapai 42,20%, B₂ (BB.K.K.1) 93,33%, B₃ (BB.K.K.2), 6,67% dan B₅ (BB.K.D.2) 28,87%. Dalam hal ini terlihat bahwa perlakuan B₆ (BB.K.SM.1), B₄ (BB.K.D.1) dan B₂ (BB.K.K.1) memiliki tingkat patogenisitas tinggi, perlakuan B₁ (BB.Dairi) memiliki tingkat patogenisitas sedang. Sedangkan B₃ (BB.K.K.2) dan B₅ (BB.K.D.2) tergolong dalam tingkat patogenisitas rendah. Berdasarkan klasifikasi (Thungrabeab *et al.*, 2006) dalam (Budi, 2013) mengklasifikasikan tingkat patogenisitas menjadi tiga yaitu: patogenisitas tinggi dengan persentase kematian lebih dari 64,49%, patogenisitas sedang dengan persentase kematian 64,49–30,99% dan patogenisitas rendah dengan persentase kematian kurang dari 30,99%. Adanya perbedaan tingkat patogenisitas dikarenakan adanya variasi asal isolat masing-masing perlakuan. Variasi asal isolat mempengaruhi perbedaan dalam fenotip dan genotip cendawan.

Menurut (Bidochka *et al.*, 2000) dalam (Budi, 2013) seleksi habitat memegang peranan penting dalam genetik populasi cendawan dan habitat dapat mempengaruhi struktur genetik populasi, sehingga mengakibatkan tingginya keragaman genetik cendawan entomopatogen. Selain itu (Indrayani, 2009) menambahkan bahwa umumnya jamur-jamur entomopatogen memiliki variasi genetik tinggi yang menyebabkan patogenisitas pada inang bervariasi. Kestabilan patogenisitas jamur entomopatogen tergantung spesies, strain, serta daerah asal di mana jamur tersebut diisolasi pertama kali.

Pada pengamatan 10 HSA perlakuan B₁ (BB.Dairi), B₂ (BB.K.K.1), B₄ (BB.K.D.1) dan B₆ (BB.K.SM.1) menunjukkan persentase mortalitas 100%. Sedangkan B₃ (BB.K.K.2) menunjukkan persentase 78,90% dan B₅ (BB.K.D.2) menunjukkan persentase 74,43%. Hal ini disebabkan meskipun masing-masing perlakuan memiliki perbedaan asal dan inang isolat dengan *T. molitor* namun mortalitas yang dihasilkan tetap tinggi. Dalam hal ini, isolat *B. bassiana* masing-masing perlakuan berasal dari serangga PBKo (*H. hampei*) dapat dilihat pada tabel 1. Sehingga hal ini sesuai dengan pernyataan (Pujiastuti, 2006) bahwa meskipun sumber isolat cendawan berasal dari spesies yang berbeda dengan serangga uji, mortalitas yang dihasilkannya tetap tinggi

Dari histogram pada perlakuan B₅ (BB.K.D.2) bahwa isolat jamur *B. bassiana* lambat dalam menginfeksi terlihat tidak adanya peningkatan persentase mortalitas dalam beberapa hari. Hal tersebut dikarenakan adanya proses ganti kulit pada larva *T. molitor* yang menyebabkan konidia yang menempel pada kulit larva tertinggal pada kulit lamanya. Hal ini sejalan dengan (Indrayani, 2009) Biasanya infeksi jamur kurang efektif pada serangga yang periode ganti kulitnya lebih cepat

(1–2 hari), karena sebagian deposit konidia pada integumen ulat kemungkinan hilang terbawa oleh kulit lama yang mengelupas dan kejadian ini berpotensi memperkecil peluang untuk dapat menginfeksi inangnya..

Kematian larva *T. molitor* disebabkan terganggunya sistem dalam tubuh larva. Sesuai dengan (Nunilahwati *dkk*, 2012) Pertumbuhan spora dalam tubuh larva akan menyebabkan terganggunya seluruh aktivitas organ dan berakibat pada kematian larva. Selanjutnya (Deciyanto dan Indrayani, 2008) menyatakan jamur *B. bassiana* memproduksi toksin Beauvericin yang mengakibatkan gangguan pada fungsi hemolimfa, gangguan inti sel serangga inang dan hilang kesadaran serta kerusakan jaringan tubuh secara menyeluruh.

(Indrayani, 2009) Keefektifan suatu spesies, isolat, atau strain jamur dipengaruhi oleh faktor biotik (kisaran serangga inang, kemampuan infeksi, dan laju pertumbuhan) dan abiotik (kelembapan dan suhu).

Waktu Kematian

Data pengamatan waktu kematian dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Data pengamatan Waktu Kematian Larva *T. molitor*

| Perlakuan | Waktu Kematian (HSA) |
|----------------|----------------------|
| B ₀ | 0 |
| B ₁ | 1 |
| B ₂ | 1 |
| B ₃ | 1 |
| B ₄ | 2 |
| B ₅ | 1 |
| B ₆ | 1 |

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa waktu yang dibutuhkan masing-masing isolat jamur untuk menyebabkan kematian adalah 1 hari setelah aplikasi, kecuali pada perlakuan B₄ (BB.K.D.1) yang membutuhkan waktu 2 hari setelah

aplikasi. Adanya perbedaan waktu kematian antar perlakuan disebabkan karena perbedaan tingkat patogenisitas masing-masing jamur terhadap serangga uji. Perbedaan tingkat patogenisitas jamur disebabkan karena karakteristik dan genetik masing-masing perlakuan berbeda. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Trizelia, 2012) adanya perbedaan virulensi dari isolat *B. bassiana* yang diuji didasari oleh adanya perbedaan karakter genetik dan fisiologi antar isolat. Sifat genetik dan fisiologi *B. bassiana* mempunyai peranan penting dalam patogenisitas atau virulensi cendawan terhadap serangga hama dan persistensi cendawan di lingkungan yang selanjutnya mempengaruhi keberhasilan (efikasi) pengendalian. Selanjutnya menurut (Yubak Dhoj *et al.*, 2008) dalam (Indrayani, 2009) tidak sedikit strain *B. bassiana* yang sudah memulai infeksi pada inang dalam waktu 24 jam setelah perlakuan, sehingga peluang untuk keberhasilan penetrasi lebih tinggi.

Lethal Time (LT₅₀)

Data pengamatan Lethal Time (LT₅₀) dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Data pengamatan Lethal Time (LT₅₀) Larva *T. molitor*

| Perlakuan | Lethal Time (LT ₅₀) (hari) |
|----------------|--|
| B ₀ | 0 |
| B ₁ | 4 |
| B ₂ | 1 |
| B ₃ | 5 |
| B ₄ | 2 |
| B ₅ | 10 |
| B ₆ | 1 |

Dari Tabel di atas diketahui bahwa adanya perbedaan LT₅₀. Terlihat bahwa perlakuan B₅ (BB.K.D.2) untuk mencapai kematian 50% memerlukan waktu hingga 10 hari, B₃ (BB.K.K.2) memerlukan waktu 5 hari, B₁ (BB.Dairi) memerlukan waktu 4 hari dan B₄ (BB.K.D.1) memerlukan waktu 2 hari.

Sementara B₆ (BB.K.SM.1) dan B₂ (BB.K.K.1) hanya membutuhkan waktu 1 hari. Nilai LT₅₀ dapat menentukan potensi setiap isolat jamur *B. bassiana*. Isolat jamur *B. bassiana* yang memiliki nilai LT₅₀ rendah berarti semakin virulen isolat tersebut. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Nunilahwati *dkk*, 2012) LT₅₀ semakin rendah nilai LT₅₀ semakin virulen isolat karena itu nilai LT₅₀ dapat menentukan potensi isolat tersebut.

Sedangkan adanya perbedaan LT₅₀ dari masing-masing perlakuan berhubungan dengan kemampuan penetrasi dari masing-masing isolat. Hal ini sesuai dengan (Pujiastuti, 2006) Hasil pengamatan menunjukkan bahwa setiap isolat mempunyai nilai LT₅₀ yang berbeda-beda. Hal ini sangat erat hubungannya dengan daya penetrasi dari masing-masing isolat terhadap tubuh larva. (Feron 1981) dalam (Hasyim, 2003) menambahkan variasi virulensi jamur sangat dipengaruhi oleh faktor dalam (asal isolat) dan faktor luar (lingkungan) yang mempengaruhi pertumbuhannya.

Gejala Kematian

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, tampak perubahan perilaku larva *T. molitor* setelah diaplikasi *B. bassiana*. Pergerakan larva melambat dan menjadi kurang aktif. Selanjutnya larva akan mengalami kematian dan berubah warna.



Gambar 7. Larva *T. molitor* terinfeksi *B. bassiana*
Sumber: Dokumentasi Penelitian (Foto Langsung)

Larva mengalami kematian karena rusaknya fisiologis dalam tubuh larva. Hal ini disebabkan karena adanya proses menginfeksi dari jamur yang dimulai dari penetrasi jamur pada larva. Hal ini sesuai dengan (Rustama, *et.al*, 2008) penetrasi melalui integumen merusak fisiologis larva dan menyebabkan kematian. Selain itu (Tenrirawe, 2013) menyatakan hifa *B. bassiana* dapat masuk ke dalam tubuh serangga dan berkembang di dalamnya, kemudian merusak saluran makanan dan sistem pernafasan sehingga menyebabkan kematian. Selanjutnya larva *T. molitor* setelah terinfeksi akan mengeras dan tampak berwarna hitam.



Gambar 8. Miselium Jamur *B. bassiana* pada Permukaan Tubuh Larva *T. molitor*
Sumber: Dokumentasi Penelitian (Foto Langsung)

Pada hari ketiga setelah aplikasi pada permukaan tubuh larva *T. molitor* keluar miselium jamur *B. bassiana* berwarna putih. Pada beberapa hari berikutnya permukaan tubuh larva telah dipenuhi oleh miselium jamur *B. bassiana* sehingga seluruh permukaan tubuhnya menjadi putih. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Pujiastuti, 2006) larva mati tubuhnya berubah menjadi hitam dan mengeras seperti mumi. Jika kondisi suhu dan kelembaban ruangan sesuai, maka pada tubuh serangga tersebut akan tumbuh hifa cendawan *B. bassiana* yang berwarna putih. Dalam penelitian lain (Hasibuan, 2013) menyatakan serangga *Aphis glycine* yang terinfeksi *B. bassiana* ditandai dari tumbuhnya miselium berwarna putih pada

permukaan tubuh *A. glycine*. Miselium jamur mulai terlihat sejak hari ke 2 setelah kematian serangga uji.

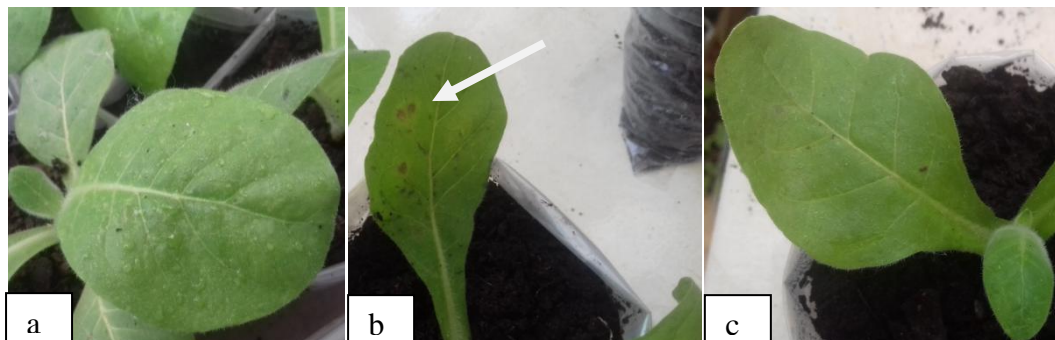
Uji Patogenisitas Terhadap Tanaman

Data hasil pengamatan uji patogenisitas terhadap tanaman dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Pengamatan Uji Patogenisitas Terhadap Tanaman

| Perlakuan | Reaksi | |
|--|----------------------------|----------------------------------|
| | Timbul bercak nekrotik (+) | Tidak timbul bercak nekrotik (-) |
| Kontrol positif (<i>Fusarium</i> sp.) | ✓ | x |
| Kontrol negatif (Aquades) | x | ✓ |
| B ₁ (BB.Dairi) | x | ✓ |
| B ₂ (BB.K.K.1) | x | ✓ |
| B ₃ (BB.K.K.2) | x | ✓ |
| B ₄ (BB.K.D.1) | x | ✓ |
| B ₅ (BB.K.D.2) | x | ✓ |
| B ₆ (BB.K.SM.1) | x | ✓ |

Dari Tabel di atas dapat diketahui bahwa pengujian *B. bassiana* yang dilakukan menghasilkan reaksi negatif, yaitu tidak menimbulkan bercak nekrotik. Perbedaan dapat dilihat dari kontrol positif (*Fusarium* sp.) yang menghasilkan reaksi positif dan menimbulkan bercak nekrotik. Berdasarkan (Kurniawati, 2015) Jika suatu isolat diinfiltrasikan pada daun tembakau dan menunjukkan gejala nekrosis dalam waktu 24 jam, maka isolat tersebut memiliki potensi patogenik.



Gambar 9. Daun Tembakau Uji a) daun tembakau yang disuntik jamur *B.bassiana* b) daun tembakau sebagai kontrol positif (*Fusarium* sp.) c) daun tembakau sebagai kontrol negatif (aquades)

Sumber: Dokumentasi Penelitian (Foto Langsung)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Diperoleh 6 isolat jamur *B. bassiana* dari beberapa lokasi pertanaman kopi, yaitu BB Dairi (*B. bassiana* isolat Dairi), BB.K.K.1 (*B. bassiana* Kopi Karo Isolat 1), BB.K.K.2 (*B. bassiana* Kopi Karo Isolat 2), BB.K.D.1 (*B. bassiana* Kopi Dairi Isolat 1), BB.K.D.2 (*B. bassiana* Kopi Dairi Isolat 2) dan BB.K.SM.1 (*B. bassiana* Kopi Simalungun Isolat 1).
2. Isolat B₄ (BB.K.D.1) dan B₆ (BB.K.SM.1) memiliki daya virulensi yang paling tinggi dengan persentase mortalitas 100% pada pengamatan 3 HSA.
3. Isolat BB Dairi (*B. bassiana* isolat Dairi), BB.K.K.1 (*B. bassiana* Kopi Karo Isolat 1), BB.K.K.2 (*B. bassiana* Kopi Karo Isolat 2), BB.K.D.1 (*B. bassiana* Kopi Dairi Isolat 1), BB.K.D.2 (*B. bassiana* Kopi Dairi Isolat 2) dan BB.K.SM.1 (*B. bassiana* Kopi Simalungun Isolat 1) tidak bersifat patogen terhadap tanaman.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan menggunakan serangga hama dengan tingkat konsentrasi kerapatan konidia yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiyati, A. T., Gatot, M., dan Toto, H. 2015. Uji Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin pada Jangkrik (*Gryllus* sp.) (Orthoptera: Gryllidae). Jurnal HPT Volume 3 Nomor 3: 43-51. ISSN: 2338-4336.
- Budi, A. S., Aminuddin, A., dan Retno, D. P. 2013. Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Balsamo (DEUTEROMYCETES: MONILIALES) Pada Larva *Spodoptera litura* Fabricius (LEPIDOPTERA: NOCTUIDE). Jurnal HPT Volume 1 Nomor 1:57-65.
- Darmawan, E. 2016. Eksplorasi Jamur Entomopatogen *Beauveria Bassiana*, *Metarrhizium anisopliae*, dan Jamur Antagonis *Trichoderma* sp Pada Beberapa Sampel Tanah Pertanaman Tembakau. Skripsi. Jurusan Agroteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Negeri Jember.
- Deciyanto, S. dan Indrayani I. 2008. Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana*: Potensi dan Prospeknya dalam Pengendalian Hama Tungau. Jurnal Perspektif Volume 8 Nomor 2: 65-73.
- Hasibuan, R, dkk. 2013. Pertumbuhan Jamur *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill dan Patogenisitasnya Terhadap Hama Kutu Daun Kedelai (*Aphis glycines* Matsumura). Jurnal Agrotek Tropika Volume 1, Nomor 3: 283-288.
- Hasyim, A. dan Azwana. 2003. Patogenisitas Isolat *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin dalam Mengendalikan Hama Penggerek Bonggol Pisang, *Cosmopolites sordidus* Germar. Jurnal Hort Volume 13 Nomor 2: 120-130.
- Herdatiarni, F., Toto, H dan Rina, R. 2014. Eksplorasi Cendawan Entomopatogen *Beauveria* Sp. Menggunakan Serangga Umpan Pada Komoditas Jagung, Tomat dan Wortel Organik di Batu, Malang. Jurnal HPT Volume 1, Nomor 3: 1-11. ISSN : 2338 – 4336
- Herlinda, S, dkk. 2012. Bioesai Bioinsektisida *Beauveria bassiana* dari Sumatera Selatan Terhadap Kutu Putih Pepaya, *Paracoccus marginatus* Williams & Granara De Willink (Hemiptera: Pseudococcidae). Jurnal Entomologi Indonesia Volume 9, Nomor 2: 81-87. ISSN 1829-7722
- Indrayani, I., Heri, P., dan Deciyanto, S. 2009. Pengaruh Infeksi Beberapa Strain Jamur *Beauveria bassiana* dan Patogenisitas Terhadap Ulat Penggerek Buah Kapas *Helicoverpa armigera* . Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat. Malang. Hal 200-210

- Indrayani, I., Deciyanto, S., dan Joko, H. 2013. Efektivitas Formula Jamur *Beauveria Bassiana* dalam Pengendalian Penggerek Buah Kapas (*Helicoverpa Armigera*). Jurnal Littri Volume 19, Nomor 4:178-185. ISSN 0853-8212.
- Indriyati. 2009. Virulensi Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Deuteromycotina: Hyphomycetes) terhadap Kutu Daun (*Aphis* spp) dan Kepik Hijau (*Nezara viridula*). Jurnal HPT Tropika Volume 9 Nomor 2: 92-98.
- Jumar. 2000. Entomologi Pertanian. Rineka Cipta. Jakarta.
- Khastini, R.O., dan Indria, W. 2017. Eksplorasi Keragaman Fungi Entomopatogen di Desa Cikeusik-Baduy Dalam, Banten. Scientium, Volume 6, Nomor1: 1-10.
- Kurniawati, S., Kikin, H. M., dan Giyanto, 2015. Eksplorasi Dan Uji Senyawa Bioaktif Bakteri Agensia Hayati untuk Pengendalian Penyakit Kresak pada Padi. Jurnal HPT Tropika Volume 15 Nomor 2: 170-179. ISSN 1411-7525.
- Nunilahwati, H., dkk. 2012. Eksplorasi Isolasi dan Seleksi Jamur Entomopatogen *Plutella Xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) pada Pertanaman Caisin (*Brassica Chinensis*) di Sumatera Selatan. Jurnal HPT Tropika Volume 12 Nomor 1: 1-11. ISSN 1411-7525.
- Nuraida dan Hasyim, A. 2009. Isolasi, Identifikasi, dan Karakterisasi Jamur Entomopatogen dari Rizosfir Pertanaman Kubis. jurnal Hort Volume 19 Nomor 4: 419-432.
- Panjaitan, N. 2017. Pemanfaatan Cendawan Entomopatogen *Beauveria Bassiana* (Bals.) Vuill Isolat Lokal Sebagai Agens Hayati Penggerek Bubuk Buah Kopi *Hypothenemus Hampei* (Coleoptera: Scolytidae). Tesis. Program Magister Agroekoteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Pratiwi, D. 2017. Patogenisitas Empat Isolat Cendawan *Beauveria Bassiana* Terhadap Hama *Helopeltis* Spp. dan *Riptortus Linearis* di Laboratorium. Skripsi. Jurusan Agroteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Priyatno, T. P., I Made, S., Ifa, M., Dwi, N. S., dan Yadi, S. 2016. Eksplorasi dan Karakterisasi Entomopatogen Asal Berbagai Inang dan Lokasi. Berita Biologi Volume 15 Nomor 1:69-79. ISSN: 0126-1754.
- Pujiastuti, Y dan Siti, H. 2006. Keefektivan *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Isolat *Indigenous* Pagaralam Sumatera Selatan Pada Media Beras

Terhadap Larva *Plutella xylostella* Linn. (Lepidoptera: Yponomeutidae).
Jurnal Entomologi Indonesia Volume 3. Nomor 1: 30-40.

Rosmini dan Burhanuddin, N. 2013. Pemanfaatan Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Lokal Sulawesi Tengah Untuk Pengendalian *Spodoptera exigua* dan *Lyriomisa chinensis* Hama Endemik Pada Bawang Merah Di Sulawesi Tengah. J. Agroland Volume 20 Nomor 1: 37 – 45. ISSN : 0854 – 641X

Rustama, M. M., Melanie., B. Irawan. 2008. Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* terhadap *Crocidolomia pavonana* fab. dalam Kegiatan Studi Pengendalian Hama Terpadu Tanaman Kubis dengan Menggunakan Agensia Hayati. Laporan Akhir Penelitian Peneliti Muda UNPAD Sumber Dana DIPA UNPAD. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Padjadjaran.

Soetopo, D., dan Igaa, I. 2007. Status Teknologi dan Prospek *Beauveria bassiana* Untuk Pengendalian Serangga Hama Tanaman Perkebunan yang Ramah Lingkungan. Perspektif Volume 6 Nomor 1: 29-46.

Suryadi, dkk. 2013. Pemurnian dan Karakterisasi Kitinase Asal Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Isolat BB200109. Jurnal AgroBiogen Volume 9 Nomor 2: 77-84.

Tanjung, R., Mesak, K., dan Yan, P.Y. 2011. Uji Patogenitas Spora *Beauveria bassiana* Strain Wamena Sebagai Agen Hayati terhadap Hama Penggerek Buah Kopi *Hypothenemus hampei*. Jurnal Biologi Papua Volume 3 Nomor 1: 9-15. ISSN 2086-3314.

Tenrirawe, A dan Pabbage, M. S. 2013. Isolasi dan Identifikasi Jamur Entomopatogen yang Menginfeksi Penggerek Tongkol Jagung (*Helicoverpa armigera*). Seminar Nasional Serelia. Balai Penelitian Tanaman Serelia. Hal 461-471.

Thalib, dkk. 2013. Patogenisitas Isolat *Beauveria Bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* Asal Tanah Lebak Dan Pasang Surut Sumatera Selatan Untuk Agens Hayati *Scirpophaga Incertulas*. Jurnal HPT Tropika Volume 13 Nomor 1: 10-18. ISSN 1411-7525

Trizelia. 2005. Fungi Entomopatogen *Beauveria bassiana*: Keragaman Genetik, Karakterisasi Fisiologi dan Virulensinya Terhadap *Crocidolomia pavonana*. Disertasi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

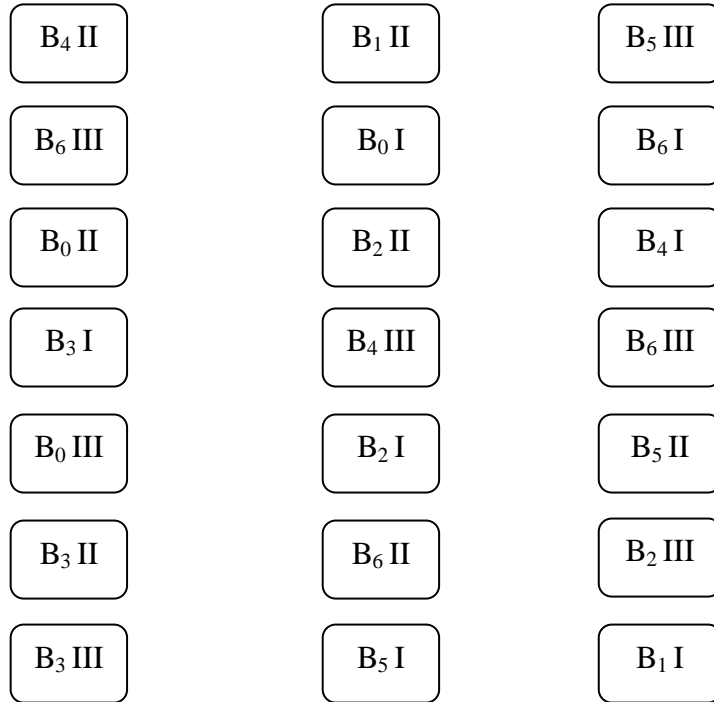
Trizelia, Neldi, A., dan Hetris, J. 2015. Keanekaragaman Cendawan Entomopatogen Pada Rizosfer Berbagai Tanaman Sayuran. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon Volume 1 Nomor 5:998-1004. ISSN 2407-8050.

Trizelia, dkk. 2012. Keragaman Genetik Berbagai Isolat *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Deuteromycotina: Hyphomycetes) dan Virulensinya Terhadap *Crocidolomia pavonana*. Jurnal Natur Indonesia Volume 14, Nomor 3: 176-183. ISSN 1410-9379.

Utami, R.S., Isnawati, dan Reni, A. 2014. Eksplorasi dan Karakterisasi Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* dari Kabupaten Malang dan Magetan. Lentera Bio Volume 3 Nomor 1: 59–66.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Bagan Penelitian



Keterangan :

B₀ : Kontrol/Tanpa perlakuan

B₁ : *B. bassiana* isolat kopi 1

B₂ : *B. bassiana* isolat kopi 2

B₃ : *B. bassiana* isolat kopi 3

B₄ : *B. bassiana* isolat kakao 1

B₅ : *B. bassiana* isolat kakao 2

B₆ : *B. bassiana* isolat kakao 3

I, II, III : Ulangan

Lampiran 2. Persentase Mortalitas (%) 1 HSA

| Perlakuan | Ulangan | | | Total | Rataan |
|----------------|---------|--------|--------|--------|--------|
| | I | II | III | | |
| B ₀ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| B ₁ | 0,00 | 16,70 | 80,00 | 96,70 | 32,23 |
| B ₂ | 100,00 | 83,30 | 86,70 | 270,00 | 90,00 |
| B ₃ | 13,30 | 0,00 | 0,00 | 13,30 | 4,43 |
| B ₄ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| B ₅ | 53,30 | 0,00 | 6,70 | 60,00 | 20,00 |
| B ₆ | 100,00 | 100,00 | 63,30 | 263,30 | 87,77 |
| Total | 266,60 | 200,00 | 236,70 | 703,3 | 234,43 |

Tabel Transformasi $\sqrt{X + 0,5}$

| Perlakuan | Ulangan | | | Total | Rataan |
|----------------|---------|-------|-------|-------|--------|
| | I | II | III | | |
| B ₀ | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 2,12 | 0,71 |
| B ₁ | 0,71 | 4,15 | 8,97 | 13,83 | 4,61 |
| B ₂ | 10,02 | 9,15 | 9,34 | 28,52 | 9,51 |
| B ₃ | 3,71 | 0,71 | 0,71 | 5,13 | 1,71 |
| B ₄ | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 2,12 | 0,71 |
| B ₅ | 7,33 | 0,71 | 2,68 | 10,73 | 3,58 |
| B ₆ | 10,02 | 10,02 | 7,99 | 28,04 | 9,35 |
| Total | 33,22 | 26,15 | 31,10 | 90,48 | 30,16 |

Sidik Ragam Mortalitas 1 HSA

| SK | DB | JK | KT | FHIT | F Tabel |
|-----------|----|--------|-------|--------|---------|
| | | | | | 0,01 |
| Perlakuan | 6 | 257,12 | 42,85 | 8,97** | 4,46 |
| Galat | 14 | 66,86 | 4,78 | | |
| Total | 20 | 323,98 | | | |

KK : 50,72%

Keterangan: ** = Sangat Nyata

Lampiran 3. Persentase Mortalitas (%) 2 HSA

| Perlakuan | Ulangan | | | Total | Rataan |
|----------------|---------|--------|--------|--------|--------|
| | I | II | III | | |
| B ₀ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| B ₁ | 0,00 | 20,00 | 86,70 | 106,70 | 35,57 |
| B ₂ | 100,00 | 86,70 | 90,00 | 276,70 | 92,23 |
| B ₃ | 5,00 | 0,00 | 0,00 | 5,00 | 1,67 |
| B ₄ | 100,00 | 96,70 | 100,00 | 296,70 | 98,90 |
| B ₅ | 60,00 | 3,30 | 10,00 | 73,30 | 24,43 |
| B ₆ | 100,00 | 100,00 | 70,00 | 270,00 | 90,00 |
| Total | 365 | 306,7 | 356,7 | 1028,4 | 342,80 |

Tabel Transformasi $\sqrt{X + 0,5}$

| Perlakuan | Ulangan | | | Total | Rataan |
|----------------|---------|-------|-------|--------|--------|
| | I | II | III | | |
| B ₀ | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 2,12 | 0,71 |
| B ₁ | 0,71 | 4,53 | 9,34 | 14,57 | 4,86 |
| B ₂ | 10,02 | 9,34 | 9,51 | 28,88 | 9,63 |
| B ₃ | 2,35 | 0,71 | 0,71 | 3,76 | 1,25 |
| B ₄ | 10,02 | 9,86 | 10,02 | 29,91 | 9,97 |
| B ₅ | 7,78 | 1,95 | 3,24 | 12,97 | 4,32 |
| B ₆ | 10,02 | 10,02 | 8,40 | 28,45 | 9,48 |
| Total | 41,61 | 37,11 | 41,93 | 120,65 | 40,22 |

Sidik Ragam Mortalitas 2 HSA

| SK | DB | JK | KT | FHIT | F Tabel |
|-----------|----|--------|-------|---------|---------|
| | | | | | 0,01 |
| Perlakuan | 6 | 285,72 | 47,62 | 11,11** | 4,46 |
| Galat | 14 | 59,98 | 4,28 | | |
| Total | 20 | 345,70 | | | |

KK : 36,03%

Keterangan: ** = Sangat Nyata

Lampiran 4. Persentase Mortalitas (%) 3 HSA

| Perlakuan | Ulangan | | | Total | Rataan |
|----------------|---------|--------|--------|--------|--------|
| | I | II | III | | |
| B ₀ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| B ₁ | 10,00 | 23,30 | 93,30 | 126,60 | 42,20 |
| B ₂ | 100,00 | 90,00 | 90,00 | 280,00 | 93,33 |
| B ₃ | 20,00 | 0,00 | 0,00 | 20,00 | 6,67 |
| B ₄ | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 300,00 | 100,00 |
| B ₅ | 63,30 | 10,00 | 13,30 | 86,60 | 28,87 |
| B ₆ | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 300,00 | 100,00 |
| Total | 393,3 | 323,3 | 396,6 | 1113,2 | 371,07 |

Tabel Transformasi $\sqrt{X + 0,5}$

| Perlakuan | Ulangan | | | Total | Rataan |
|----------------|---------|-------|-------|--------|--------|
| | I | II | III | | |
| B ₀ | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 2,12 | 0,71 |
| B ₁ | 3,24 | 4,88 | 9,69 | 17,80 | 5,93 |
| B ₂ | 10,02 | 9,51 | 9,51 | 29,05 | 9,68 |
| B ₃ | 4,53 | 0,71 | 0,71 | 5,94 | 1,98 |
| B ₄ | 10,02 | 10,02 | 10,02 | 30,07 | 10,02 |
| B ₅ | 7,99 | 3,24 | 3,71 | 14,94 | 4,98 |
| B ₆ | 10,02 | 10,02 | 10,02 | 30,07 | 10,02 |
| Total | 46,54 | 39,10 | 44,38 | 130,01 | 43,34 |

Sidik Ragam Mortalitas 3 HSA

| SK | DB | JK | KT | FHIT | F Tabel 0,01 |
|-----------|----|--------|-------|---------|-----------------|
| Perlakuan | 6 | 272,78 | 45,46 | 13,83** | 4,46 |
| Galat | 14 | 46,02 | 3,29 | | |
| Total | 20 | 318,80 | | | |

KK : 29,28%

Keterangan: ** = Sangat Nyata

Lampiran 5. Persentase Mortalitas (%) 4 HSA

| Perlakuan | Ulangan | | | Total | Rataan |
|----------------|---------|--------|--------|--------|--------|
| | I | II | III | | |
| B ₀ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| B ₁ | 56,70 | 53,30 | 96,70 | 206,70 | 68,90 |
| B ₂ | 100,00 | 93,30 | 93,30 | 286,60 | 95,53 |
| B ₃ | 56,70 | 26,70 | 20,00 | 103,40 | 34,47 |
| B ₄ | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 300,00 | 100,00 |
| B ₅ | 76,70 | 10,00 | 13,30 | 100,00 | 33,33 |
| B ₆ | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 300,00 | 100,00 |
| Total | 490,1 | 383,3 | 423,3 | 1296,7 | 432,23 |

Tabel Transformasi $\sqrt{X + 0,5}$

| Perlakuan | Ulangan | | | Total | Rataan |
|----------------|---------|-------|-------|--------|--------|
| | I | II | III | | |
| B ₀ | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 2,12 | 0,71 |
| B ₁ | 7,56 | 7,33 | 9,86 | 24,76 | 8,25 |
| B ₂ | 10,02 | 9,69 | 9,69 | 29,40 | 9,80 |
| B ₃ | 7,56 | 5,22 | 4,53 | 17,31 | 5,77 |
| B ₄ | 10,02 | 10,02 | 10,02 | 30,07 | 10,02 |
| B ₅ | 8,79 | 3,24 | 3,71 | 15,74 | 5,25 |
| B ₆ | 10,02 | 10,02 | 10,02 | 30,07 | 10,02 |
| Total | 54,69 | 46,23 | 48,54 | 149,47 | 49,82 |

Sidik Ragam Mortalitas 4 HSA

| SK | DB | JK | KT | FHIT | F Tabel 0,01 |
|-----------|----|--------|-------|---------|-----------------|
| Perlakuan | 6 | 215,38 | 35,90 | 17,98** | 4,46 |
| Galat | 14 | 27,94 | 2,00 | | |
| Total | 20 | 243,32 | | | |

KK : 19,85%

Keterangan: ** = Sangat Nyata

Lampiran 6. Persentase Mortalitas (%) 5 HSA

| Perlakuan | Ulangan | | | Total | Rataan |
|----------------|---------|--------|--------|--------|--------|
| | I | II | III | | |
| B ₀ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| B ₁ | 93,30 | 83,30 | 100,00 | 276,60 | 92,20 |
| B ₂ | 100,00 | 96,70 | 100,00 | 296,70 | 98,90 |
| B ₃ | 96,70 | 56,70 | 40,00 | 193,40 | 64,47 |
| B ₄ | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 300,00 | 100,00 |
| B ₅ | 90,00 | 10,00 | 13,30 | 113,30 | 37,77 |
| B ₆ | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 300,00 | 100,00 |
| Total | 580 | 446,7 | 453,3 | 1480 | 493,33 |

Tabel Transformasi $\sqrt{X + 0,5}$

| Perlakuan | Ulangan | | | Total | Rataan |
|----------------|---------|-------|-------|--------|--------|
| | I | II | III | | |
| B ₀ | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 2,12 | 0,71 |
| B ₁ | 9,69 | 9,15 | 10,02 | 28,86 | 9,62 |
| B ₂ | 10,02 | 9,86 | 10,02 | 29,91 | 9,97 |
| B ₃ | 9,86 | 7,56 | 6,36 | 23,79 | 7,93 |
| B ₄ | 10,02 | 10,02 | 10,02 | 30,07 | 10,02 |
| B ₅ | 9,51 | 3,24 | 3,71 | 16,47 | 5,49 |
| B ₆ | 10,02 | 10,02 | 10,02 | 30,07 | 10,02 |
| Total | 59,84 | 50,57 | 50,89 | 161,30 | 53,77 |

Sidik Ragam Mortalitas 5 HSA

| SK | DB | JK | KT | FHIT | F Tabel 0,01 |
|-----------|----|--------|-------|---------|-----------------|
| Perlakuan | 6 | 220,47 | 36,75 | 16,54** | 4,46 |
| Galat | 14 | 31,11 | 2,22 | | |
| Total | 20 | 251,58 | | | |

KK : 19,41%

Keterangan: ** = Sangat Nyata

Lampiran 7. Persentase Mortalitas (%) 6 HSA

| Perlakuan | Ulangan | | | Total | Rataan |
|----------------|---------|--------|--------|--------|---------|
| | I | II | III | | |
| B ₀ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| B ₁ | 100,00 | 93,30 | 100,00 | 293,30 | 97,77 |
| B ₂ | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 300,00 | 100,00 |
| B ₃ | 100,00 | 66,70 | 56,70 | 223,40 | 74,47 |
| B ₄ | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 300,00 | 100,00 |
| B ₅ | 100,00 | 10,00 | 13,30 | 123,30 | 41,10 |
| B ₆ | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 300,00 | 100,00 |
| Total | 600 | 470 | 470 | 1540 | 1540,00 |

Tabel Transformasi $\sqrt{X + 0,5}$

| Perlakuan | Ulangan | | | Total | Rataan |
|----------------|---------|-------|-------|--------|--------|
| | I | II | III | | |
| B ₀ | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 2,12 | 0,71 |
| B ₁ | 10,02 | 9,69 | 10,02 | 29,73 | 9,91 |
| B ₂ | 10,02 | 10,02 | 10,02 | 30,07 | 10,02 |
| B ₃ | 10,02 | 8,20 | 7,56 | 25,79 | 8,60 |
| B ₄ | 10,02 | 10,02 | 10,02 | 30,07 | 10,02 |
| B ₅ | 10,02 | 3,24 | 3,71 | 16,98 | 5,66 |
| B ₆ | 10,02 | 10,02 | 10,02 | 30,07 | 10,02 |
| Total | 60,86 | 51,90 | 52,08 | 164,85 | 54,95 |

Sidik Ragam Mortalitas 6 HSA

| SK | DB | JK | KT | FHIT | F Tabel 0,01 |
|-----------|----|--------|-------|---------|-----------------|
| Perlakuan | 6 | 224,44 | 37,41 | 16,35** | 4,46 |
| Galat | 14 | 32,04 | 2,29 | | |
| Total | 20 | 256,48 | | | |

KK : 19,27%

Keterangan: ** = Sangat Nyata

Lampiran 8. Persentase Mortalitas (%) 7 HSA

| Perlakuan | Ulangan | | | Total | Rataan |
|----------------|---------|--------|--------|--------|---------|
| | I | II | III | | |
| B ₀ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| B ₁ | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 300,00 | 100,00 |
| B ₂ | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 300,00 | 100,00 |
| B ₃ | 100,00 | 66,70 | 56,70 | 223,40 | 74,47 |
| B ₄ | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 300,00 | 100,00 |
| B ₅ | 100,00 | 10,00 | 13,30 | 123,30 | 41,10 |
| B ₆ | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 300,00 | 100,00 |
| Total | 600 | 476,7 | 470 | 1546,7 | 1546,70 |

Tabel Transformasi $\sqrt{X + 0,5}$

| Perlakuan | Ulangan | | | Total | Rataan |
|----------------|---------|-------|-------|--------|--------|
| | I | II | III | | |
| B ₀ | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 2,12 | 0,71 |
| B ₁ | 10,02 | 10,02 | 10,02 | 30,07 | 10,02 |
| B ₂ | 10,02 | 10,02 | 10,02 | 30,07 | 10,02 |
| B ₃ | 10,02 | 8,20 | 7,56 | 25,79 | 8,60 |
| B ₄ | 10,02 | 10,02 | 10,02 | 30,07 | 10,02 |
| B ₅ | 10,02 | 3,24 | 3,71 | 16,98 | 5,66 |
| B ₆ | 10,02 | 10,02 | 10,02 | 30,07 | 10,02 |
| Total | 60,86 | 52,24 | 52,08 | 165,19 | 55,06 |

Sidik Ragam Mortalitas 7 HSA

| SK | DB | JK | KT | FHIT | F Tabel 0,01 |
|-----------|----|--------|-------|---------|-----------------|
| Perlakuan | 6 | 225,88 | 37,65 | 16,49** | 4,46 |
| Galat | 14 | 31,96 | 2,28 | | |
| Total | 20 | 257,84 | | | |

KK : 19,21%

Keterangan: ** = Sangat Nyata

Lampiran 9. Persentase Mortalitas (%) 8 HSA

| Perlakuan | Ulangan | | | Total | Rataan |
|----------------|---------|--------|--------|--------|---------|
| | I | II | III | | |
| B ₀ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| B ₁ | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 300,00 | 100,00 |
| B ₂ | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 300,00 | 100,00 |
| B ₃ | 100,00 | 66,70 | 56,70 | 223,40 | 74,47 |
| B ₄ | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 300,00 | 100,00 |
| B ₅ | 100,00 | 10,00 | 13,30 | 123,30 | 41,10 |
| B ₆ | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 300,00 | 100,00 |
| Total | 600 | 476,7 | 470 | 1546,7 | 1546,70 |

Tabel Transformasi $\sqrt{X + 0,5}$

| Perlakuan | Ulangan | | | Total | Rataan |
|----------------|---------|-------|-------|--------|--------|
| | I | II | III | | |
| B ₀ | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 2,12 | 0,71 |
| B ₁ | 10,02 | 10,02 | 10,02 | 30,07 | 10,02 |
| B ₂ | 10,02 | 10,02 | 10,02 | 30,07 | 10,02 |
| B ₃ | 10,02 | 8,20 | 7,56 | 25,79 | 8,60 |
| B ₄ | 10,02 | 10,02 | 10,02 | 30,07 | 10,02 |
| B ₅ | 10,02 | 3,24 | 3,71 | 16,98 | 5,66 |
| B ₆ | 10,02 | 10,02 | 10,02 | 30,07 | 10,02 |
| Total | 60,86 | 52,24 | 52,08 | 165,19 | 55,06 |

Sidik Ragam Mortalitas 8 HSA

| SK | DB | JK | KT | FHIT | $\frac{F \text{ Tabel}}{0,01}$ |
|-----------|----|--------|-------|---------|--------------------------------|
| Perlakuan | 6 | 225,88 | 37,65 | 16,49** | 4,46 |
| Galat | 14 | 31,96 | 2,28 | | |
| Total | 20 | 257,84 | | | |

KK : 19,21%

Keterangan: ** = Sangat Nyata

Lampiran 10. Persentase Mortalitas (%) 9 HSA

| Perlakuan | Ulangan | | | Total | Rataan |
|----------------|---------|--------|--------|--------|---------|
| | I | II | III | | |
| B ₀ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| B ₁ | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 300,00 | 100,00 |
| B ₂ | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 300,00 | 100,00 |
| B ₃ | 100,00 | 66,70 | 56,70 | 223,40 | 74,47 |
| B ₄ | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 300,00 | 100,00 |
| B ₅ | 100,00 | 10,00 | 13,30 | 123,30 | 41,10 |
| B ₆ | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 300,00 | 100,00 |
| Total | 600 | 476,7 | 470 | 1546,7 | 1546,70 |

Tabel Transformasi $\sqrt{X + 0,5}$

| Perlakuan | Ulangan | | | Total | Rataan |
|----------------|---------|-------|-------|--------|--------|
| | I | II | III | | |
| B ₀ | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 2,12 | 0,71 |
| B ₁ | 10,02 | 10,02 | 10,02 | 30,07 | 10,02 |
| B ₂ | 10,02 | 10,02 | 10,02 | 30,07 | 10,02 |
| B ₃ | 10,02 | 8,20 | 7,56 | 25,79 | 8,60 |
| B ₄ | 10,02 | 10,02 | 10,02 | 30,07 | 10,02 |
| B ₅ | 10,02 | 3,24 | 3,71 | 16,98 | 5,66 |
| B ₆ | 10,02 | 10,02 | 10,02 | 30,07 | 10,02 |
| Total | 60,86 | 52,24 | 52,08 | 165,19 | 55,06 |

Sidik Ragam Mortalitas 9 HSA

| SK | DB | JK | KT | FHIT | $\frac{F \text{ Tabel}}{0,01}$ |
|-----------|----|--------|-------|---------|--------------------------------|
| Perlakuan | 6 | 225,88 | 37,65 | 16,49** | 4,46 |
| Galat | 14 | 31,96 | 2,28 | | |
| Total | 20 | 257,84 | | | |

KK : 19,21%

Keterangan: ** = Sangat Nyata

Lampiran 11. Persentase Mortalitas (%) 10 HSA

| Perlakuan | Ulangan | | | Total | Rataan |
|----------------|---------|--------|--------|--------|---------|
| | I | II | III | | |
| B ₀ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| B ₁ | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 300,00 | 100,00 |
| B ₂ | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 300,00 | 100,00 |
| B ₃ | 100,00 | 76,70 | 60,00 | 236,70 | 78,90 |
| B ₄ | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 300,00 | 100,00 |
| B ₅ | 100,00 | 100,00 | 23,30 | 223,30 | 74,43 |
| B ₆ | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 300,00 | 100,00 |
| Total | 600 | 576,7 | 483,3 | 1660 | 1660,00 |

Tabel Transformasi $\sqrt{X + 0,5}$

| Perlakuan | Ulangan | | | Total | Rataan |
|----------------|---------|-------|-------|--------|--------|
| | I | II | III | | |
| B ₀ | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 2,12 | 0,71 |
| B ₁ | 10,02 | 10,02 | 10,02 | 30,07 | 10,02 |
| B ₂ | 10,02 | 10,02 | 10,02 | 30,07 | 10,02 |
| B ₃ | 10,02 | 8,79 | 7,78 | 26,59 | 8,86 |
| B ₄ | 10,02 | 10,02 | 10,02 | 30,07 | 10,02 |
| B ₅ | 10,02 | 10,02 | 4,88 | 24,93 | 8,31 |
| B ₆ | 10,02 | 10,02 | 10,02 | 30,07 | 10,02 |
| Total | 60,86 | 59,62 | 53,46 | 173,94 | 57,98 |

Sidik Ragam Mortalitas 10 HSA

| SK | DB | JK | KT | FHIT | $\frac{F \text{ Tabel}}{0,01}$ |
|-----------|----|--------|-------|---------|--------------------------------|
| Perlakuan | 6 | 209,61 | 34,93 | 24,22** | 4,46 |
| Galat | 14 | 20,19 | 1,44 | | |
| Total | 20 | 229,80 | | | |

KK : 14,50%

Keterangan: ** = Sangat Nyata

Lampiran 12. Data Kebun Pengambilan Sampel/ Kebun Asal Isolat

1. Kode : BB Dairi

Keterangan

Alamat : Desa Sinampang, Kec. Siempat Numpu, Kab. Dairi

Kebun : J. Simamora

Luas : 0,5 Ha

Umur : 12 tahun

Budidaya/Pemangkasan :

Produksi :

Jarak Tanam : 2×2 m

Pupuk :

Jenis Tanah : -

Jenis OPT : PBKo, Antraknos Buah, Antraknos daun dan buah,
bercak daun

Pengendalian OPT :

Ketinggian : 1.120,1 mdpl

Gulma : -

Titik Koordinat : 2° 50' 52" LU, 98° 8' 42" LS

2. BB. K. K. 1 (*Beauveria bassiana* Kopi Karo Isolat 1)

Keterangan

| | |
|----------------------|--|
| Alamat | : Desa Sukanalu, Kab. Karo |
| Kebun | : Bastian Sitepu |
| Luas | : diperkirakan populasi 1000 pohon |
| Umur | : 6 tahun |
| Budidaya/Pemangkasan | : Tidak dilakukan pemangkasan |
| Produksi | : 10 kg/bulan |
| Jarak Tanam | : 2,5x1,5 m |
| Pupuk | : Pupuk organik |
| Jenis Tanah | : - |
| Pengendalian OPT | : Tidak dilakukan pengendalian |
| Ketinggian | : 1.198 mdpl |
| Gulma | : - |
| Jenis OPT | : Antraknos buah dan cabang, penggerek batang, karat daun, bercak daun, kepik penghisap pucuk, penggerek buah kopi |
| Titik Koordinat | : 3 ⁰ 4' 37" LU, 98 ⁰ 32' 36" |

3. BB. K. K. 2 (*Beauveria bassiana* Kopi Karo Isolat 2)

Keterangan

| | |
|----------------------|---|
| Alamat | : Desa Sukarame, Kec. Munte, Kab. Karo |
| Kebun | : Hana Sitepu |
| Luas | : ± 2 Rante |
| Umur | : - |
| Budidaya/Pemangkasan | : Pemangkasan dilakukan Sekalian Panen |
| Produksi | : 40 kg / 2 minggu |
| Jarak Tanam | : - |
| Pupuk | : - |
| Jenis Tanah | : - |
| Pengendalian OPT | : Sanitasi Kebun Teratur, dilakukan Penanaman Pohon Pelindung yaitu Enau dan Pisang |
| Ketinggian | : 1.045,7 mdpl |
| Gulma | : |
| Jenis OPT | : PBKo, Antraknos Buah, Antraknos Pucuk, dan Ranting, Helopeltis. |
| Titik Koordinat | : 3° 5' 8" LU, 98° 25' 2" LS |

4. Kode : BB. K. D. 1 (*Beauveria bassiana* Kopi Dairi Isolat 1)

Keterangan

Alamat : Desa Kalang Sembara, Kec. Sidikalang, Kab. Dairi

Kebun : Bagerson Bintang

Luas : 0,5 Ha

Umur : 8 tahun

Budidaya/Pemangkasan : Pemangkasan 1 Kali dalam 3 Bulan

Produksi : 40 kg/ 2 minggu

Jarak Tanam : 2×2 m

Pupuk : Ponska dan kompos

Jenis Tanah : -

Pengendalian OPT : Sanitasi Kebun dilakukan Rutin, Menanam Tanaman
Penaung yaitu Pohon Enau

Ketinggian : 1.120,1 mdpl

Gulma : -

Jenis OPT : PBKo, Antraknos Buah, Antraknos Pucuk dan ranting,
Helopelthis

Titik Koordinat : 2° 44' 40" LU , 98° 20' 24" LS

5. BB. K. D. 2 (*Beauveria bassiana* Kopi Dairi Isolat 2)

Keterangan

| | |
|----------------------|---|
| Alamat | : Desa Bintang Hulu, Kec. Sidikalang, Kab. Dairi |
| Kebun | : J. Siahaan |
| Luas | : ±0,5 Ha |
| Umur | : 7 Tahun |
| Budidaya/Pemangkasan | : Pemangkasan 1 Kali dalam 3 Bulan |
| Produksi | : 50 kg/ 2 minggu |
| Jarak Tanam | : 2×2 m |
| Pupuk | : Ponska dan Kompos |
| Jenis Tanah | : - |
| Pengendalian OPT | : Sanitasi Kebun tidak Teratur, dilakukan Penanaman Pohon Pelindung (Lamtoro) |
| Ketinggian | : 1.115,4 mdpl |
| Gulma | : |
| Jenis OPT | : PBKo, Antraknos Buah, Antraknos Pucuk dan ranting, <i>Helopelthis</i> |
| Titik Koordinat | : 2° 45' 24" , 98° 20' 11" |

6. BB. K. SM. 1 (*Beauveria bassiana* Kopi Simalungun Isolat 1)

Keterangan

Alamat : Desa Sihuting, Kec. Raya, Kab. Simalungun

Kebun : Minonia Sinaga/ Simarmata

Luas : 0,4 Ha

Umur Tanaman : -

Produksi : 20 kg/ 2 minggu

Jarak Tanam : 2 x 2 m

Budidaya/Pemangkasan : -

Pupuk : Kandang (1 kali setahun), NPK (3 kali setahun)

Jenis Tanah : -

Jenis OPT : Penggerek Buah Kopi

Pengendalian OPT : -

Titik Koordinat :

Ketinggian :

Lampiran 13. Dokumentasi Penelitian



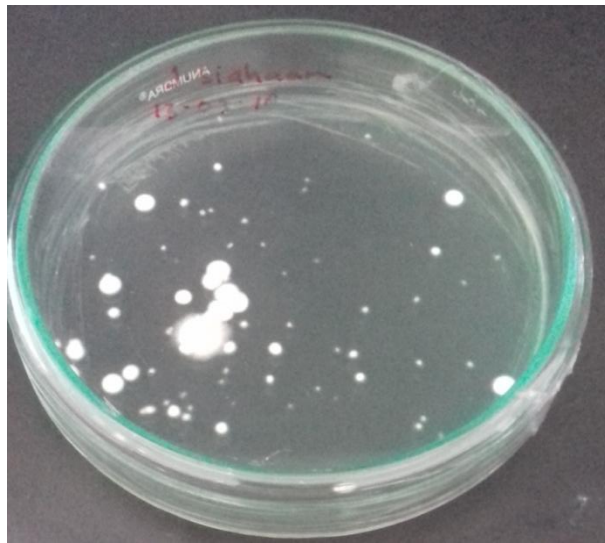
Buah kopi yang terdapat serangga PBKo terinfeksi *B. bassiana*



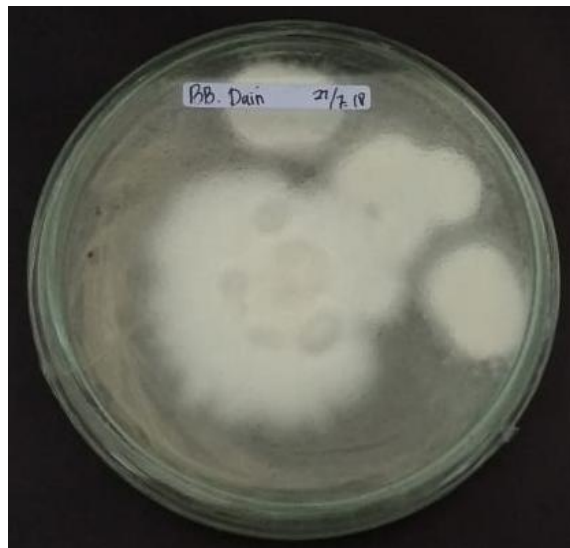
Pengambilan serangga PBKo terinfeksi *B. bassiana* menggunakan jarum inokulasi



Isolasi serangga PBKo terinfeksi *B. bassiana* dalam media



Jamur *B. bassiana* yang sudah diisolasi



Biakan murni jamur *B. bassiana*



Biakan jamur *B. bassiana* tampak atas dan bawah



Persiapan serangga uji *T. molitor*



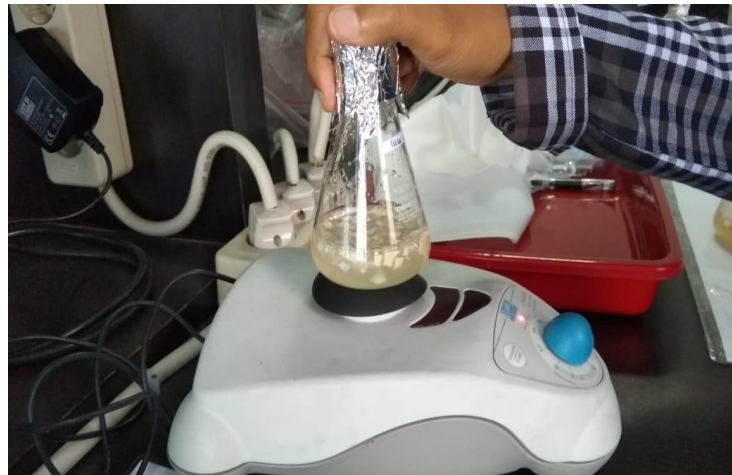
Persiapan pembuatan suspensi konidia *B. bassiana*



Pengambilan isolat jamur *B. bassiana* untuk pembuatan suspensi



Isolat jamur *B. bassiana* yang telah dicampur aquades steril



Suspensi jamur *B. bassiana* dihomogenkan menggunakan vortex



Persiapan aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* terhadap *T. molitor*



Aplikasi suspensi konidia *B. bassiana* pada larva *T. molitor*



Larva *T. molitor* yang sudah diaplikasi suspensi *B. bassiana*



Larva *T. molitor* yang terinfeksi *B. bassiana*



Persiapan Bahan dan Alat untuk Pengujian Patogenisitas Terhadap Tanaman



Sterilisasi Permukaan pada Daun yang Akan disuntikkan Suspensi



Membuat Pelukaan pada Daun Tembakau Menggunakan Kertas Pasir



Suspensi Jamur Disuntikkan pada Daun yang Sudah Dilukai



Bercak Nekrotik pada Daun yang Disuntikkan Suspensi Jamur *Fusarium* sp.



Daun Tembakau yang Tidak Menimbulkan Bercak Nekrotik