

**EKSPLORASI DAN UJI POTENSI BEBERAPA JAMUR
ENTOMOPATOGEN SEBAGAI AGENSIA PENGENDALI HAYATI
HAMA JAGUNG (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith)**

(Skripsi)

Oleh

Javingka Ajeng Ayu Paramitha



**JURUSAN PROTEKSI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

ABSTRAK

EKSPLORASI DAN UJI POTENSI BEBERAPA JAMUR ENTOMOPATOGEN SEBAGAI AGENSIA PENGENDALI HAYATI HAMA JAGUNG (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith)

Oleh

JAVINGKA AJENG AYU PARAMITHA

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat jamur entomopatogen dan mengetahui karakter isolat yang berpotensi sebagai agensia pengendali hayati *S. frugiperda*. Penelitian dilaksanakan di lapang dan di Laboratorium Bioteknologi, Laboratorium Ilmu Penyakit Tanaman, dan Laboratorium Ilmu Hama Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung, pada bulan Maret 2020-Agustus 2021. Metode penelitian terdiri dari dua sub bagian; yang pertama yaitu eksplorasi dan skrining, yang kedua adalah identifikasi morfologi isolat jamur entomopatogen yang diisolasi dari *S. frugiperda* dan uji karakteristik yang terdiri dari uji pertumbuhan, sporulasi, viabilitas dan patogenisitas terhadap *S. frugiperda* secara *in vitro* yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap. Dari hasil penelitian diperoleh sembilan isolat jamur, terdapat empat isolat dapat diidentifikasi yaitu dua diantaranya diidentifikasi sebagai *Penicillium* sp., satu *Aspergillus* sp., dan satu *Metarhizium* sp, sedangkan lima isolat lainnya belum dapat diidentifikasi. Berdasarkan uji pertumbuhan, sporulasi, viabilitas spora, dan patogenisitas terhadap *S. frugiperda* yang telah dilakukan, kesembilan isolat memiliki karakteristik yang bervariasi. Isolat B13 (*Aspergillus* sp.) memiliki pertumbuhan koloni jamur tertinggi yaitu 8,42 cm, sporulasi tertinggi dimiliki oleh isolat C1 yaitu $33,733 \times 10^7$ spora/mL, viabilitas tertinggi dimiliki oleh isolat C3 yaitu sebesar 81,674%, dan isolat C2 mampu menyebabkan mortalitas tertinggi yaitu sebesar 11,11%.

Kata kunci : *Aspergillus* sp., patogenisitas, *Penicillium* sp., *Metarhizium* sp., mortalitas, *Spodoptera frugiperda*.

**EKSPLORASI DAN UJI POTENSI BEBERAPA JAMUR
ENTOMOPATOGEN SEBAGAI AGENSIA PENGENDALI HAYATI
HAMA JAGUNG (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith)**

Oleh

Javingka Ajeng Ayu Paramitha

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN**

Pada

**Jurusan Proteksi Tanaman
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

Judul Skripsi : **EKSPLORASI DAN UJI POTENSI
BEBERAPA JAMUR ENTOMOPATOGEN
SEBAGAI AGENSIA PENGENDALI HAYATI
HAMA JAGUNG (*Spodoptera frugiperda* J.E.
Smith)**

Nama Mahasiswa : **Javingka Ajeng Ayu Paramitha**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1714191020**

Jurusan : **Proteksi Tanaman**

Fakultas : **Pertanian**



Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P.
NIP 198108152008122001

Puji Lestari, S.P., M.Si.
NIDN 0004078704

2. Ketua Jurusan Proteksi Tanaman

Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P.
NIP 198108152008122001

MENGESAHKAN

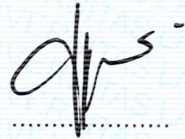
1. Tim Penguji

Pembimbing Utama : **Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P.**



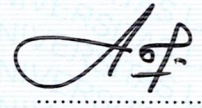
.....

Anggota Pembimbing : **Puji Lestari, S.P., M.Si.**



.....

Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. I Gede Swibawa, M.S.**



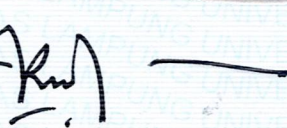
.....



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 196110201986031002



.....

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **2 Desember 2021**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“EKSPLOKASI DAN UJI POTENSI BEBERAPA JAMUR ENTOMOPATOGEN SEBAGAI AGENSIA PENGENDALI HAYATI HAMA JAGUNG (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith)”** merupakan hasil saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, Desember 2021

Penulis,

A handwritten signature in black ink is written over a red revenue stamp. The stamp features the number '2000' and the text 'REPUBLIK INDONESIA' and '20 METERAI TEMPEL'. Below the stamp, the alphanumeric code 'C7113AJX544000533' is printed.

Javingka Ajeng Ayu Paramitha
NPM 1714191020

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Tangerang Selatan, Provinsi Banten pada tanggal 21 April 1999. Penulis merupakan anak kedua dari empat bersaudara, dari pasangan Ayah Jarot Agung Widodo dan Ibu Susie Linda Silvia. Penulis telah menyelesaikan pendidikan di TK Islam Cikal Harapan pada tahun 2005, SD Islam Cikal Harapan pada tahun 2011, SMPN 8 Kota Tangerang Selatan pada tahun 2014, dan SMAN 7 Kota Tangerang Selatan pada tahun 2017. Pada tahun yang sama, penulis diterima sebagai mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Lampung Jurusan Proteksi Tanaman melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Penantian, Kecamatan Jarai, Kabupaten Lahat pada tahun 2020 dan Praktik Umum di Karya Muda Hydrofarm, Kelurahan Muncul, Kecamatan Setu, Kota Tangerang Selatan. Penulis pernah aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPROTEKTA) sebagai anggota Bidang Seminar dan Diskusi pada tahun 2017–2019. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Kimia Dasar (2018, 2019, 2020), Dasar-dasar Perlindungan Tanaman (2019 dan 2021), Biologi (2020), Bioteknologi Proteksi Tanaman (2021), Ilmu Penyakit Tumbuhan (2021), dan Bahasa Inggris Profesi (2019).

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kupersembahkan karya ini sebagai ungkapan terima kasihku untuk:

1. Kedua orang tuaku tercinta, Ayah Jarot Agung Widodo dan Ibu Susie Linda Silvia yang senantiasa mendoakan dan mengiringi langkahku dengan segala daya serta tiada henti memberikan nasihat, bimbingan, dan curahan kasih sayang.
2. Kakakku Muhammad Joviando Qadreza serta adik-adikku Muhammad Joviazan Yuniar dan Jovanissa Nazwaninda Scientia terimakasih atas doa, perhatian dan dukungannya selama ini, semoga kita bisa menjadi putra-putri yang selalu membanggakan orang tua.

Karya sederhana ini ku bingkiskan untuk:

1. Teman-teman seperjuangan Proteksi Tanaman 2017
2. Almamaterku Universitas Lampung sebagai tempatku mencari ilmu.

“Dan Kami pasti akan menguji kamu dengan sedikit ketakutan, kelaparan, kekurangan harta, jiwa, dan buah-buahan. Dan sampaikanlah kabar gembira kepada orang-orang yang sabar.”
Q.S. Al-Baqarah (2):155

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, nikmat dan limpahan kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Eksplorasi dan Uji Potensi Beberapa Jamur Entomopatogen sebagai Agensia Penedali Hayati Hama Jagung (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith)”**. Skripsi ini telah penulis susun secara maksimal dengan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung, atas bantuan dan sarannya.
2. Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P., selaku pembimbing utama dan Ketua Jurusan Proteksi Tanaman yang telah banyak memberikan ilmu, bimbingan, nasehat, saran, masukan serta mengarahkan penulis dengan penuh kesabaran selama penulis melakukan penelitian dan penulisan skripsi hingga selesai.
3. Puji Lestari S.P., M.Si., selaku pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, nasihat, masukan, dan saran selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.
4. Dr. Ir. I Gede Swibawa, M.S., selaku pembahas yang telah memberikan motivasi, nasihat, masukan, dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
5. Dr. Ir. Titik Nur Aeny, M.Sc., selaku pembimbing akademik yang telah membimbing penulis dari awal sampai akhir perkuliahan.
6. Dr. Radix Suharjo, S.P., M.Agr., yang telah memberikan arahan, semangat, masukan, nasehat selama penulis melakukan penelitian dan menulis skripsi hingga selesai.
7. Kedua orang tuaku Ayah Jarot Agung Widodo dan Ibu Susie Linda Silvia yang telah memberikan banyak dorongan, kasih sayang, saran, masukan,

nasihat, semangat, serta doa yang tak pernah putus sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dan dapat menyelesaikan pendidikan di Universitas Lampung.

8. Kakakku Muhammad Joviando Qadreza dan khususnya adik-adikku tersayang Muhammad Joviazan Yuniar dan Jovanissa Nazwaninda Scientia yang tak pernah lelah dalam mendoakan dan memberi semangat kepada penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi.
9. Lutfi Saraswati atas persabahatan, bantuan, perdebatan, motivasi, doa dan kesabaran yang diberikan kepada penulis, thank you for sticking by, you are formidable to me.
10. Teman seperuletan Lutpi, Laya, Mara, Fajar, Habib, dan Alan atas doa, dukungan, bantuan dan kebersamaan.
11. Teman-teman seperjuangan biotek 2017 Lutpi, Bella, Uni, Adele, Nenek, Ellisa, Sipa, Seli, Shakila dan yang lainnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu atas doa, dukungan, bantuan dan kebersamaan.
12. Tari yati (Mba Tari), Momi Yeyen, Bang Nando, Bang Sem, Kaka Aya, Mba Lily, Mba Myranda, dan Mba Desi atas bantuan dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis.
13. Adik-adik 18 Santi, Anggi, Cindi, Tea, Cece, Ami, Umar, dan yang lainnya yang tidak dapat disebutkan satu-persatu atas tawa dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis.
14. Sahabat penulis Deaneira dan Omita serta Bude Ndut atas dukungan dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis.
15. Keluarga Proteksi Tanaman 2017 yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu atas dukungan dan kebersamaannya.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Bandar Lampung, Desember 2021

Javingka Ajeng Ayu Paramitha

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Kerangka Pemikiran.....	3
1.4 Hipotesis.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tanaman Jagung.....	5
2.2 <i>Spodoptera frugiperda</i>	6
2.3 Pengendalian Hayati.....	8
III. BAHAN DAN METODE	9
3.1 Waktu dan Tempat	9
3.2 Alat dan Bahan.....	9
3.3 Metode Penelitian.....	10
3.4 Pelaksanaan Penelitian	10
3.4.1 Eksplorasi dan Skrining	10
3.4.2 Pembuatan Media <i>Water Agar</i> (WA).....	10
3.4.3 Pembuatan Media <i>Potato Dextrose Agar</i> (PDA).....	10
3.4.4 Isolasi Jamur Entomopatogen	11
3.4.5 Pemurnian dan Peremajaan	11
3.4.6 Pengamatan Morfologi.....	11
3.4.7 Penyiapan dan Inokulasi Isolat Jamur Entomopatogen	12
3.4.8 Penyediaan Serangga Uji Larva <i>S. frugiperda</i>	12
3.4.9 Pembuatan Suspensi Spora Jamur.....	12
3.4.10 Aplikasi Suspensi Jamur terhadap Larva <i>S. frugiperda</i>	13
3.4.11 Uji Karakteristik.....	13
3.6 Analisis Data	16
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Hasil Penelitian	17
4.1.1 Hasil Isolasi Jamur Entomopatogen yang Berpotensi sebagai Agensia Hayati Pengendali <i>Spodoptera frugiperda</i>	17
4.1.2. Identifikasi Morfologi Jamur	18
4.1.3 Pertumbuhan, Sporulasi, Viabilitas, dan Pengaruh Aplikasi	24

4.2 Pembahasan.....	33
V. SIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Simpulan	36
5.2 Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA.....	37
LAMPIRAN.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Isolat jamur entomopatogen hasil eksplorasi	17
2. Sporulasi sepuluh isolat jamur entomopatogen	26
3. Viabilitas spora sembilan isolat jamur entomopatogen	27
4. Bobot larva setelah aplikasi jamur entomopatogen pada 1–14 hari.....	28
5. Bobot pakan yang dimakan larva pada 1–8 HSA	29
6. Persentase pupa yang terbentuk selama 9–14 HSA	30
7. Mortalitas larva 11 perlakuan selama 1–14 HSA	32
8. Pertumbuhan diameter koloni jamur	46
9. Rata-rata pertumbuhan jamur 1–14 HSI	47
10. ANARA pertumbuhan jamur 14 HSI.....	49
11. Data sporulasi jamur	50
12. ANARA sporulasi jamur.....	51
13. Data viabilitas jamur	52
14. ANARA Viabilitas jamur.....	53
15. Data bobot larva dan persentase pupa pada 14 HSA	54
16. ANARA bobot larva 14 HSA	55
17. Data bobot daun yang dimakan 8 HSA.....	56
18. ANARA bobot daun yang dimakan 8 HSA	57
19. Data mortalitas larva 14 HSA	58
20. ANARA mortalitas larva 14 HSA.....	60
21. Data pembentukan pupa 14 HSA.....	61
22. ANARA pembentukan pupa	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pengukuran diameter koloni jamur.	14
2. Koloni jamur isolat A. (a) Tampak atas; (b) Tampak bawah; (c) Tampak di mikroskop (perbesaran 400x).....	18
3. Koloni jamur isolat B11. (a) Tampak atas; (b) Tampak bawah; (c) Tampak di mikroskop 1. Konidia; 2. Konidiofor; 3. Fialid (perbesaran 400x).....	19
4. Koloni jamur isolat B12. (a) Tampak atas; (b) Tampak di mikroskop. 1. Konidia; 2. Konidiofor; 3. Fialid (perbesaran 400x)	20
5. Koloni jamur isolat B13. (a) Tampak atas; (b) Tampak di mikroskop. 1. Konidia; 2. Konidiofor; 3. Vesikel (perbesaran 400x)	20
6. Koloni jamur isolat B21. (a) Tampak atas; (b) Tampak di mikroskop (perbesaran 400x).....	21
7. Koloni jamur isolat B22. (a) Tampak atas (b) Tampak di mikroskop. 1. Konidiofor; 2. Fialid; 3. Hifa; 4. Konidia (perbesaran 400x).....	21
8. Koloni jamur isolat C1. (a) Tampak atas; (b) Tampak bawah; (c) Tampak di mikroskop. 1. Hifa; 2. Konidia (perbesaran 400x).....	22
9. Koloni jamur isolat C2. (a) Tampak atas; (b) Tampak bawah; (c) Tampak di mikroskop. 1. Hifa; 2. Konidia (perbesaran 400x).....	23
10. Koloni jamur isolat C3. (a) Tampak atas; (b) Tampak bawah; (c) Tampak di mikroskop. 1. Konidia; 2. Hifa (perbesaran 400x).....	23
11. Grafik pertumbuhan koloni 10 isolat jamur 1–14 HSI	24
12. Grafik diameter koloni 10 isolat jamur pada 14 HSI.....	25
13. Imago perlakuan jamur (kiri) dan imago kontrol (kanan).....	35
14. Sporulasi Jamur. C2 (a); C3 (b); B11 (c); B13 (d); BBT (e); A (f); B21 (g); C1 (h); B12 (i); B22 (j).....	44

15. Viabilitas jamur setelah 6, 8, dan 12 jam inokulasi. C1 (a); B21 (b); B13 (c); B22 (d); BBT (e); C3 (f); B11 (g); B12 (h); C2 (i)..... 44

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jagung (*Zea mays*) merupakan salah satu tanaman pangan penting di Indonesia. Selain dikonsumsi sebagai bahan pangan, jagung juga dimanfaatkan sebagai pakan ternak (Sastrapradja, 2012). Konsumsi jagung untuk pakan ternak mulai tahun 2012 meningkat signifikan. Oleh karena itu, produksi jagung juga harus ditingkatkan. Provinsi Lampung menjadi salah satu sentra utama produksi jagung. Namun berdasarkan data Pusdatin (2020), perkembangan produksi jagung di Lampung pada tahun 2017 sampai 2019 mengalami fluktuasi dari 2.518.895 ton pada tahun 2017 kemudian menurun menjadi 1.902.052 ton pada tahun 2018, dan meningkat kembali 2.173.972 ton pada tahun 2019.

Upaya peningkatan produksi jagung menjadi sebuah tantangan tersendiri. Hal ini karena banyaknya kendala yang dihadapi yaitu selain masalah benih, keberadaan hama dan penyakit tumbuhan juga menjadi faktor pembatas produksi jagung. Di Indonesia telah diketahui sekitar 50 spesies serangga hama yang menyerang tanaman jagung (Baco & Tandiang, 1988). Pada tahun 2019 dilaporkan adanya serangan hama invasif pada pertanaman jagung yaitu *Spodoptera frugiperda*.

Spodoptera frugiperda merupakan salah satu hama penting pada tanaman jagung. Hama ini dapat merusak tanaman jagung dengan tingkat serangan berat pada populasi larva antara 2–10 per tanaman (Nonci, 2019). Chimweta *et al.* (2019) melaporkan bahwa *S. frugiperda* menyebabkan kerusakan berkisar 25-50% dan dapat menurunkan hasil hingga 58%. Kondisi ini membuat kekhawatiran di kalangan petani yang berdampak pada penggunaan insektisida berlebih. Namun penggunaan pestisida yang tidak tepat akan menimbulkan permasalahan baru

antara lain, resistensi hama terhadap jenis insektisida tertentu, resurgensi, dan menurunkan populasi musuh alami (Mudjiono, 2013).

Pengendalian hayati merupakan cara pengendalian hama yang aman bagi petani, konsumen, maupun lingkungan sekitar. Komponen utama dari pengendalian hayati adalah agensia hayati. Keberadaan agensia hayati di lahan pertanian perlu dilestarikan dan dikelola agar dapat berperan maksimal dalam mengendalikan populasi hama. Agensia hayati dari kelompok jamur telah dikenal secara luas untuk mengendalikan hama tanaman. Kelompok jamur yang mampu menginfeksi dan menyebabkan kematian serangga disebut sebagai jamur entomopatogen (Herdatiarni dkk., 2014).

Jamur entomopatogen dapat menginfeksi serangga dengan melakukan penetrasi ke dalam tubuh serangga inang melalui kulit, saluran pencernaan, spirakel dan lubang lainnya. Penetrasi dilakukan dengan mengeluarkan enzim atau toksin. Jamur akan berkembang dalam tubuh inang dan menyerang seluruh jaringan tubuh, sehingga serangga mati. Beberapa jenis jamur yang diketahui efektif mengendalikan hama penting tanaman diantaranya adalah *Beauveria* sp., *Metarhizium anisopliae*, *Nomuraea rileyi*, *Paecilomyces fumosoroseus* (= *Isaria fomosorosea*), *Aspergillus parasiticus*, dan *Verticillium lecanii* (Herdatiarni dkk., 2014).

Hingga saat ini laporan mengenai jamur entomopatogen yang berperan efektif sebagai agensia hayati pengendali hama jagung *S. frugiperda* di Provinsi Lampung masih sedikit. Eksplorasi dan skrining menjadi langkah awal dari pelaksanaan pengendalian hayati. Kegiatan eksplorasi dilakukan dengan mencari spesimen di lapangan, yang diduga terinfeksi jamur entomopatogen (Herdatiarni dkk., 2014). Setelah didapatkan jamur yang diduga sebagai entomopatogen, langkah selanjutnya adalah melakukan skrining untuk mendapatkan isolat yang unggul. Identifikasi jamur entomopatogen juga merupakan tahapan yang perlu dilakukan untuk dapat melakukan penelitian lebih lanjut terhadap isolat yang didapatkan.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan isolat jamur entomopatogen yang berpotensi sebagai agensia hayati pengendali hayati *S. frugiperda*.
2. Mengetahui karakter isolat jamur entomopatogen yang didapatkan.

1.3 Kerangka Pemikiran

Pengendalian hama *S. frugiperda* yang dilakukan oleh petani masih mengandalkan penggunaan insektisida sintetis. Namun penggunaan insektisida sintetis secara tidak bijak dapat menimbulkan dampak negatif. Beberapa dampak negatif yang timbul akibat penggunaan insektisida sintetis adalah ledakan populasi hama sekunder, timbulnya resistensi hama target, meningkatnya residu pestisida, dan pencemaran lingkungan. Dengan demikian, diperlukan pertimbangan yang matang dalam penggunaannya (Soetopo dan Indrayani, 2007).

Pengendalian hayati dengan entomopatogen merupakan salah satu cara yang dapat menekan dampak negatif penggunaan insektisida sintetis (Septiana, 2015). Beberapa jenis jamur yang telah dilaporkan mampu berperan efektif sebagai agensia pengendali hayati antara lain *Metarhizium* sp., *Beauveria bassiana*, *Aspergillus oryzae*, dan *Purpureocillium lilacinum* (Rosmini dan Lasmini, 2010; Utami dkk., 2014; Nuningtyas, 2019; Tocsöz *et al.*, 2019).

Rosmini dan Lasmini (2010) melaporkan, bahwa jamur *Metarhizium* sp. dan *Beauveria* sp. hasil eksplorasi pada lahan pertanaman padi di Kabupaten Donggala dapat menyebabkan mortalitas terhadap nimfa *Nephotettix virescens* masing-masing sebesar 80,75% dan 80,25%. Utami dkk. (2014) melaporkan, jamur *B. bassiana* yang diisolasi pada pertanaman kubis di Kabupaten Malang dapat menyebabkan mortalitas terhadap *Plutella xylostella* sebesar 76,7-100%. Menurut Nuningtyas (2019), jamur *A. oryzae* mampu menginfeksi hama *S. litura*

dengan mortalitas sebesar 77,77 %. Jamur *P. lilacinum* mampu menginfeksi nimfa *Blatta orientalis* dan *Shelfordella tartara* secara *in vitro* dengan mortalitas sebesar 100% (Tocsöz *et al.*, 2019). Jamur *Metarhizium* sp. juga mampu menyebabkan mortalitas larva *Spodoptera* spp. sebesar 89,29% (Semenguk, 2016).

1.4 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah dikemukakan diajukan dua hipotesis yaitu :

1. Ditemukan jamur yang diisolasi dari serangga *S. frugiperda* di Provinsi Lampung yang berpotensi sebagai jamur entomopatogen *S. frugiperda*.
2. Isolat jamur entomopatogen yang ditemukan mempunyai kemampuan menginfeksi larva *S. frugiperda* yang berbeda-beda.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Jagung

Jagung adalah salah satu tanaman pangan penting di dunia selain gandum dan padi. Jagung dikonsumsi sebagai makanan pokok atau bahan campuran beras di beberapa daerah di Indonesia seperti Jawa Timur, Bali, dan Nusa Tenggara. Di NTT, 50% produksi jagung untuk sumber pangan, 10% untuk diolah dan selebihnya untuk pakan ternak. Selain untuk pangan dan pakan, jagung juga digunakan untuk bahan baku industri. Biji jagung dimanfaatkan untuk dibuat tepung dan dapat diekstrak sebagai minyak (Krisnamurthi, 2010).

Jagung memiliki kandungan zat gizi seperti karbohidrat dan protein. Secara terperinci kandungan tersebut meliputi pati 72-73%, dengan rasio amilosa: amilopektin berkisar antara 25-30% : 70-75%, kadar gula sederhana jagung (glukosa, fruktosa, dan sukrosa) berkisar antara 1-3%. Protein jagung (8-11%) terdiri dari lima fraksi, yaitu albumin, globulin, prolamin, glutelin, dan nitrogen nonprotein (Suarni, 2009).

Menurut USDA (2020), tanaman jagung diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Sub Kingdom	: Tracheobionta
Super Division	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Liliopsida
Sub Kelas	: Commelinidae
Ordo	: Cyperales
Famili	: Poaceae
Genus	: <i>Zea</i> L.
Spesies	: <i>Zea mays</i> L.

Tanaman jagung merupakan tanaman semusim. Sebagian besar tanaman jagung cocok tumbuh di daerah-daerah beriklim sedang hingga daerah beriklim subtropis/tropis basah. Suhu yang ideal untuk pertumbuhan tanaman jagung berkisar 23–27°C. Tanaman jagung tidak memerlukan persyaratan tanah yang khusus. Namun, beberapa persyaratan ideal yang sesuai tanaman jagung, diantaranya pH tanah 5,6–7,5 dan berdrainase baik (Purwono dan Purnamawati, 2007).

2.2 *Spodoptera frugiperda*

Spodoptera frugiperda (ulat grayak) merupakan serangga hama asli daerah tropis dan subtropis Amerika. *S. frugiperda* dapat menyerang lebih dari 350 spesies tanaman, termasuk jagung, padi, sorgum, tebu, gandum serta tanaman sayuran dan kapas (CABI, 2020). Jika tidak ditangani dengan baik, larva *S. frugiperda* dapat menyebabkan kehilangan hasil yang signifikan (Nonci dkk., 2019).

Klasifikasi *S. frugiperda* menurut CABI (2020):

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Subfilum	: Uniramia
Kelas	: Insekta
Sub Kelas	: Pterygota
Ordo	: Lepidoptera
Famili	: Noctuidae
Genus	: <i>Spodoptera</i>
Spesies	: <i>S. frugiperda</i> J.E Smith

S. frugiperda adalah serangga hama yang bermetamorfosis sempurna yaitu telur, 6 instar larva, pupa dan ngengat (Nonci dkk., 2019) dan memiliki siklus hidup selama 1 bulan. Semua fase hidup dari hama ini dapat ditemukan pada tanaman inang. Hama ini bersifat polifag, tanaman inang dari *S. frugiperda* adalah jagung, padi, dan tanaman sayuran. Gejala kerusakan tanaman akibat hama ini dapat ditemukan pada tanaman muda maupun tua. Larva instar 1 dan 2 memakan jaringan epidermis daun. Larva instar 3 sampai 5 memakan daun-daun terutama yang masih menggulung (Direktorat Jendral Perkebunan, 2019).

Pada fase imago, ngengat betina *S. frugiperda* meletakkan telur di bagian atas atau bawah permukaan daun jagok. Telur diletakkan secara berkelompok. Pada awalnya, telur berwarna putih bening atau hijau pucat saat baru diletakkan, pada hari berikutnya berubah warna menjadi hijau kecoklatan dan pada saat akan menetas berubah menjadi coklat. Telur ditutupi dengan bulu-bulu halus yang berwarna putih hingga kecoklatan. Telur akan menetas dalam 2-3 hari (Nonci dkk., 2019).

Terdapat beberapa perubahan warna pada larva *S. frugiperda*. Larva berwarna pucat pada saat larva masih muda, kemudian akan berubah menjadi warna coklat hingga hijau muda, lalu berubah lagi menjadi lebih gelap pada tahap perkembangan akhir. Lama perkembangan larva adalah 12 hingga 20 hari, mulai dari larva instar 1 hingga menjadi larva instar akhir, tergantung kondisi lingkungan sekitar (suhu dan kelembaban) (Nonci dkk., 2019).

Larva instar akhir dan larva instar 3 adalah larva yang paling mudah diidentifikasi. Umumnya larva dikarakterisasi oleh tiga garis kuning di bagian belakang, diikuti garis hitam dan garis kuning di samping. Terdapat empat titik hitam yang membentuk persegi di segmen kedelapan, setiap titik hitam memiliki rambut pendek. Kepala dengan 3 titik kontras, terdapat bentukan huruf Y terbalik berwarna terang di bagian depan kepala (Lestari *et al.*, 2020). Larva instar 6 yang berwarna coklat tua selanjutnya akan membentuk pupa di dalam tanah. Pupa berwarna coklat gelap, pupa jarang ditemukan pada batang. Perkembangan pupa dapat berlangsung selama 12-14 hari sebelum tahap dewasa muncul (Nonci dkk., 2019).

Ngengat (imago) *S. frugiperda* memiliki lebar bentangan sayap antar 3-4 cm. Sayap bagian depan berwarna coklat gelap sedangkan sayap belakang berwarna putih keabuan. Ukuran imago jantan sedikit lebih kecil dibandingkan imago betina. Pada sayap depan imago jantan *S. frugiperda* terdapat tanda berwarna keputihan yang mencolok di bagian ujung dan bagian tengahnya. Sayap depan imago betina *S. frugiperda* berwarna sedikit lebih gelap dari imago jantan dan

memiliki corak yang samar, mulai dari coklat keabu-abuan hingga bercak abu-abu dan coklat muda. Ngengat dapat hidup selama 2-3 minggu (Nonci dkk., 2019; Maharani dkk., 2019).

2.3 Pengendalian Hayati

Pengendalian hayati merupakan pengendalian organisme pengganggu tumbuhan (OPT) yang ramah lingkungan dengan memanfaatkan makhluk hidup sebagai agen pengendalnya. Komponen utama dari pengendalian hayati adalah agensia hayati. Agensia hayati tersebut adalah parasitoid, predator, dan entomopatogen. Agensia hayati mampu menekan kepadatan populasi hama sasaran di atas ambang ekonomi hingga di bawah ambang ekonomi, dan meregulasi populasi hama tetap berada di bawah ambang ekonomi (Sopialena, 2018).

Jamur entomopatogen merupakan salah satu agensia hayati yang dapat menekan populasi hama. Pengendalian hayati dengan pemanfaatan jamur entomopatogen berpotensi besar untuk dikembangkan (Effendy, 2010). Beberapa jamur entomopatogen yang telah banyak digunakan untuk pengendali serangga hama secara hayati adalah *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *Nomuraea rileyi*, *Paecilomyces fumosoroseus* (= *Isaria fumosorosea*), *Aspergillus* sp. dan *Verticillium lecanii* (Prayogo, 2006).

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2020 hingga Agustus 2021. Larva *S. frugiperda* terinfeksi jamur entomopatogen yang diperoleh dari lapang diisolasi di Laboratorium Ilmu Hama Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Peremajaan, uji pertumbuhan, sporulasi, viabilitas, dan aplikasi isolat jamur entomopatogen terhadap larva *S. frugiperda* serta identifikasi morfologi dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Laboratorium Ilmu Penyakit Tumbuhan, dan Laboratorium Ilmu Hama Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah toples plastik, pinset, kain kasa, karet gelang, timbangan, *microwave*, *erlenmeyer*, *aluminium foil*, plastik tahan panas, *autoklaf*, mikropipet, *laminar air flow*, mikroskop, tabung reaksi, bunsen, cawan petri, jarum *ose*, bor gabus, nampan, penggaris, plastik *wrap*, *haemocytometer*, *shaker*, mikropipet 0-1000 μL , tip 0-1000 μL , tisu dan kamera.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah larva *S. frugiperda* (instar 2 akhir atau 3 awal), isolat jamur *Beauveria* sp. (BBT) koleksi Laboratorium Bioteknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung, isolat yang diperoleh dari hasil eksplorasi, tanaman jagung sebagai pakan *S. frugiperda*, alkohol 70%, kentang, agar, *aquadest*, asam laktat, *dextrose*, dan *Tween 80*.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri dari dua sub bagian yaitu (1) eksplorasi dan skrining, (2) identifikasi morfologi dan uji karakteristik.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Eksplorasi dan Skrining

Eksplorasi dan skrining dilakukan dengan mengambil sampel larva *S. frugiperda* yang terinfeksi oleh entomopatogen. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak sembilan kali pada bulan Maret - November 2020. Sampel diambil dari pertanaman jagung di Kabupaten Lampung Selatan, Pesawaran, Pringsewu, dan Lampung Timur. Dari ke-4 kabupaten tersebut, sampel dapat ditemukan di dua kabupaten, yaitu Pringsewu dan Lampung Selatan. Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah *accidental sampling*. *Accidental sampling* adalah metode pengambilan sampel berdasarkan kebetulan. Sampel kemudian dibawa ke Laboratorium Bioteknologi Pertanian, FP, Unila untuk diisolasi.

3.4.2 Pembuatan Media *Water Agar* (WA)

Media WA dibuat dengan mencampurkan 500 mL *aquadest* dan 10 g agar batang ke dalam Erlenmeyer, kemudian disterilkan menggunakan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121 °C dan tekanan 1 atm. Setelah dingin atau suhu mencapai ± 50 °C, ditambah 0,7 mL asam laktat dan dihomogenkan. Media selanjutnya dituang ke dalam cawan petri.

3.4.3 Pembuatan Media *Potato Dextrose Agar* (PDA)

Sebanyak 200 g kentang yang telah dibersihkan dan dipotong dadu, *dextrose* 20 g, agar batang 20 g, direbus dalam 1 L *aquadest* hingga mendidih. Air rebusan

kentang dituang ke dalam erlenmeyer yang berisi agar batang dan *dextrose* yang sudah ditimbang. Lalu erlenmeyer ditutup rapat menggunakan kertas *aluminium foil* dan dimasukkan ke dalam plastik tahan panas. Selanjutnya media disterilkan menggunakan autoklaf selama 15 menit pada tekanan 1 atm dan suhu 121 °C. Setelah media hangat atau suhu mencapai ± 50 °C, media ditambah 1,4 mL asam laktat dan dihomogenkan lalu media dituang ke dalam cawan petri.

3.4.4 Isolasi Jamur Entomopatogen

Jamur entomopatogen diisolasi di dalam LAF. Langkah-langkah yang dilakukan untuk isolasi adalah menyiapkan tabung *ependorf* 1,5 mL yang berisi 500 μ L larutan *Phosphate Buffer Saline* (PBS). Serangga yang terinfeksi jamur entomopatogen dimasukkan ke dalam tabung *ependorf* lalu digerus menggunakan pinset dan didiamkan selama 5 menit. Setelah itu, larutan diambil 100 μ L menggunakan mikropipet kemudian disebar di atas media PDA dan diratakan menggunakan *drigalski* lalu diinkubasi selama 7 hari atau hingga tumbuh jamur.

3.4.5 Pemurnian dan Peremajaan

Pemurnian jamur dilakukan setelah 7 hari setelah isolasi (HSI). Sebelum jamur dimurnikan, warna dan bentuk koloninya diamati. Jamur dimurnikan dengan memilih koloni jamur yang berwarna sama seperti dipermukaan larva yang terinfeksi (putih dan hijau) pada cawan petri berisi media PDA menggunakan jarum ose. Sebelum dilakukan pengujian, jamur diremajakan terlebih dahulu pada media PDA.

3.4.6 Pengamatan Morfologi

Pengamatan morfologi dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis pada jamur yang berumur 14 HSI. Pengamatan makroskopis dilakukan terhadap warna koloni, bentuk koloni, dan pertumbuhan koloni. Sedangkan pengamatan mikroskopis dilakukan terhadap bentuk hifa (bersekat atau tidak bersekat),

pertumbuhan hifa (bercabang atau tidak bercabang), warna hifa (gelap atau hialin transparan), warna konidia (gelap atau hialin transparan), ada tidaknya konidia dan bentuk konidia (bulat, lonjong, berantai atau tidak beraturan) (Ariyanto dkk., 2013). Pengamatan mikroskopis dilakukan dengan menggunakan mikroskop majemuk perbesaran 400x.

3.4.7 Penyiapan dan Inokulasi Isolat Jamur Entomopatogen

Jamur yang telah berumur 7 hari setelah inokulasi (HSI) pada media PDA ditumbuhkan pada media *water agar* (WA). Sebanyak 1 bor gabus (diameter 0,5 cm) biakan jamur berumur 4 HSI dipindahkan ke bagian tengah cawan petri yang berisi media PDA menggunakan jarum *ose*. Cawan petri kemudian ditutup menggunakan plastik *wrap* dan diberi label. Selanjutnya cawan petri diinkubasi selama 14 hari pada suhu ruang.

3.4.8 Penyediaan Serangga Uji Larva *S. frugiperda*

Pemeliharaan dan perbanyak larva dilakukan dengan menggunakan toples yang berukuran tinggi 16 cm dan diameter 14 cm. Sebanyak 10 ekor larva (instar 1 dan 2) dan 5 ekor larva (instar 3-6) dimasukkan dalam toples diberi pakan daun jagung yang berumur 14 hari. Pemberian pakan dilakukan dan pergantian toples dilakukan setiap hari. Setelah larva menjadi pupa, pupa dipindahkan ke dalam enkas yang berisi tanaman jagung (berumur 14 hari) dan madu. Setelah larva menjadi imago dan bertelur, telur yang telah menetas langsung dipisahkan ke dalam toples dan diberi pakan daun jagung berumur 14 hari. Uji patogenisitas menggunakan larva *S. frugiperda* instar 2 akhir atau 3 awal. Seluruh perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Setiap satuan percobaan patogenisitas menggunakan 10 ekor *S. frugiperda*.

3.4.9 Pembuatan Suspensi Spora Jamur

Pembuatan suspensi jamur dilakukan dengan cara menambahkan 10 mL 0,1% Tween 80 pada cawan petri yang berisi koloni pertumbuhan jamur entomopatogen berumur 14 HSI. Spora jamur dipanen menggunakan drigalski. Setelah itu, suspensi dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer dan *dishaker* agar suspensi tersebut homogen.

3.4.10 Aplikasi Suspensi Jamur terhadap Larva *S. frugiperda*

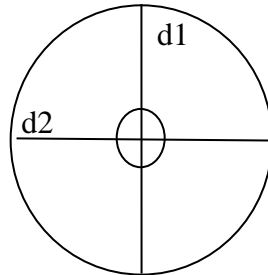
Suspensi jamur entomopatogen yang telah diperoleh diaplikasikan pada larva *S. frugiperda* dengan cara memasukkan suspensi jamur entomopatogen sebanyak 10 mL ke dalam *handsprayer* atau alat semprot. Larva *S. frugiperda* (instar 3) diambil menggunakan pinset lalu dimasukkan ke dalam cawan petri dan disemprot dengan masing-masing suspensi jamur entomopatogen sebanyak 3-5 kali semprot ($\pm 0,5$ mL). Setelah disemprot kemudian didiamkan selama 1 menit, lalu larva dipindahkan ke dalam cawan petri yang telah berisi daun jagung segar sebanyak $\pm 0,1-0,2$ g. Setiap cawan petri berisikan 1 larva *S. frugiperda*. Pada perlakuan kontrol hanya disemprotkan Tween 80 0,1% (Pasaribu, 2019).

3.4.11 Uji Karakteristik

Variabel pengamatan dalam penelitian ini antara lain pertumbuhan koloni, sporulasi, viabilitas dan patogenisitas sepuluh isolat jamur entomopatogen terhadap larva *S. frugiperda*.

3.4.11.1 Pertumbuhan Koloni Jamur Entomopatogen

Pengamatan pertumbuhan koloni jamur entomopatogen dilakukan dengan mengukur diameter koloni jamur setiap hari dari 1 HSI sampai 14 HSI. Cara pengukuran diameter jamur pada cawan petri dengan membuat garis vertikal dan horizontal yang titik potong kedua garisnya tepat ditengah koloni jamur (Gambar 1).



Gambar 1. Pengukuran diameter koloni jamur.

Rumus menghitung diameter koloni jamur (Syahnen dkk., 2014):

$$D = \frac{d1+d2}{2}$$

dengan :

d1 = diameter vertikal koloni jamur entomopatogen (cm)

d2 = diameter horizontal koloni jamur entomopatogen (cm)

D = diameter koloni jamur entomopatogen (cm).

3.4.11.2 Sporulasi Jamur Entomopatogen

Sebanyak 25 μ L suspensi konidia jamur entomopatogen diteteskan secara perlahan pada bidang hitung *haemocytometer*, kemudian ditutup dengan gelas penutup. Penghitungan jumlah spora dilakukan dengan bantuan mikroskop binokuler dengan perbesaran 400x. Jumlah spora dihitung dengan memilih 5 bidang atau kotak sedang *haemocytometer*, lalu setiap bidang tersebut dihitung jumlah spora pada tiap kotak kecil dan dirata-rata nilainya. Setelah diketahui rata-rata spora pada 5 bidang pandang *haemocytometer*, sporulasi jamur dihitung menggunakan rumus (Syahnen dkk., 2014) :

$$S = R \times K \times F$$

Keterangan:

S = Jumlah spora (spora/mL)

R = Jumlah rata-rata spora pada 5 bidang pandang *haemocytometer*

K = Konstanta koefisien alat ($2,5 \times 10^5$)

F = Faktor Pengenceran yang dilakukan

3.4.11.3 Viabilitas Spora Jamur Entomopatogen

Sebanyak 20 µL suspensi spora jamur entomopatogen diteteskan di atas media PDA lalu diinkubasi. Semua isolat jamur diinkubasi selama 6 jam kemudian diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 400 x. Pengamatan dilakukan setiap 2 jam sekali sampai spora berkecambah, dihitung banyaknya spora yang berkecambah dan yang tidak berkecambah. Spora dihitung berkecambah apabila telah terbentuk tabung kecambah yang panjangnya setengah diameter spora (Rosanti dkk., 2014). Viabilitas spora dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Syahnen dkk., 2014):

$$\text{Viabilitas spora (\%)} = \frac{\text{jumlah spora berkecambah}}{\text{total spora yang diamati}} \times 100\%$$

3.4.11.4 Pengaruh Aplikasi Jamur Entomopatogen terhadap Bobot larva, Pakan, Pupa yang Terbentuk dan Mortalitas larva

a. Bobot Larva

Pengamatan bobot larva dilakukan setiap hari sejak 1 hari setelah aplikasi (HSA) hingga 8 HSA. Larva ditimbang setiap pengamatan sebelum diberi pakan baru.

b. Bobot Pakan

Pengamatan bobot pakan dilakukan setiap hari sejak 1 HSA hingga 8 HSA. Larva diberi pakan daun jagung yang berumur 14 HSI sebanyak 0,1–0,2 g per larvanya. Bobot yang ditimbang adalah bobot daun awal dan bobot daun sisa. Data yang diambil adalah bobot daun yang dimakan yaitu bobot daun dikurangi bobot daun sisa.

c. Pupa yang Terbentuk

Pengamatan dilakukan pada 9 sampai 14 HSA. Larva tidak diberi pakan pada saat larva memasuki fase pra pupa. Persentase pupa yang terbentuk dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Pupa yang terbentuk (\%)} = \frac{\text{Jumlah larva yang berpupa}}{\text{Total larva yang diamati}} \times 100 \%$$

c. Mortalitas Larva (Uji Patogenisitas)

Uji patogenisitas jamur entomopatogen dilakukan untuk mengetahui mortalitas larva *S. frugiperda*. Pengamatan pada uji ini dilakukan setiap hari sejak 1 HSA hingga 14 HSA atau hingga serangga uji mati. Larva yang diduga terinfeksi jamur entomopatogen dipisahkan dan diletakkan dalam cawan petri yang sudah dilapisi tisu lembap lalu diinkubasi. Persentase mortalitas *S. frugiperda* dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Mortalitas (\%)} = \frac{\text{Jumlah serangga uji yang mati}}{\text{Total serangga uji yang diamati}} \times 100 \%$$

3.6 Analisis Data

Uji pertumbuhan, sporulasi, viabilitas spora, dan patogenisitas pada penelitian ini dianalisis dengan ragam (ANARA). Kemudian bila data yang diperoleh berbeda nyata, maka akan dilakukan pengujian beda nyata terkecil (BNT) pada taraf 5%.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa isolat jamur entomopatogen yang diperoleh mampu menyebabkan mortalitas pada larva dan keabnormalan imago *S. frugiperda*. Masing-masing isolat memiliki karakteristik yang berbeda-beda, dari 9 isolat terdapat 4 isolat yang dapat teridentifikasi yaitu isolat B11 (*Metarhizium* sp.), B12 (*Penicillium* sp.), B13 (*Aspergillus* sp.), dan B22 (*Penicillium* sp.), sedangkan 5 isolat belum bisa diidentifikasi secara morfologi.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan disarankan:

1. Studi lebih lanjut perlu dilakukan mengenai pengujian aplikasi metabolit sekunder dan konsentrasi konidia yang tepat dari isolat jamur yang digunakan dalam menyebabkan mortalitas *S. frugiperda* yang optimal.
2. Identifikasi molekuler juga perlu dilakukan agar identitas isolat jamur yang digunakan dapat diketahui sehingga memudahkan untuk pengujian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- An, K.D., Kiyuna, T., Kigawa, R., Sano, C., Miura, S., and Sugiyama, J. 2009. The identity of *Penicillium* sp. 1, a major contaminant of the stone chambers in the Takamatsuzuka and Kitora Tumuli in Japan, is *Penicillium paneum*. *Antonie van Leeuwenhoek*. 96: 579-592.
- Ariyanto, E.F., Abadi, A.L dan Djauhari, S. 2013. Keanekaragaman jamur endofit pada daun tanaman padi (*Oryza sativa* L.) dengan sistem Pengelolaan Hama Terpadu (PHT) dan konvensional di Desa Bayem, Kecamatan Kasembon, Kabupaten Malang. *Jurnal HPT*. 1(2): 37-51.
- Baco D. & Tandiang J. 1988. Hama Utama Jagung dan Pengendaliannya. Balai Penelitian Tanaman Pangan Maros. <http://balitsereal.litbang.pertanian.go.id/swp-content/uploads/2018/08/10hama.pdf>. Diakses tanggal 9 Februari 2019.
- Centre for Agriculture and Biosciences International (CABI). 2020. *Spodoptera frugiperda* (fall armyworm) invasive species compendium. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/29810#totaxonomicTree>. Diakses 9 Maret 2021 pukul 14.00 WIB.
- Chen, W.H., Han, Y.F., Liang, J.D., and Liang, Z.Q. 2019. Morphological and phylogenetic characterization of novel *Metarhizium* species in Guizhou, China. *Phytotaxa*. 419(2): 189-196.
- Chimweta, M., Nyakudya, I.W., Jimu, L., and Mashingaidze, A.B. 2019. Fall armyworm [*Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith)] damage in maize: management options for flood-recession cropping smallholder farmers. *International Journal of Pest Management*. 66(2): 142-154.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2019. Waspada *Spodoptera frugiperda*. Perlindungan.ditjenbun.go.id. Diakses pada 14 Maret 2021 pukul 09.00 WIB.
- Effendy, T.A. 2010. Uji toksisitas bioinsektisida jamur *Metarhizium* sp. berbahan pembawa bentuk tepung untuk mengendalikan *Nilaparvata lugens* (Stal.) (Homoptera: Delphacidae). *Jurnal Prosiding Seminar Nasional Unsri* 8 September 2010.

- Garcia, G.C., Gonzales, M.M.B., and Bautista, M.N. 2011. Patogenicidad de aislamientos de hongos entomopatógenos contra *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) y *Epilachna varivestis* (Coleoptera: Coccinellidae). *Revista Colombiana de Entomología*. 37(2): 217-222
- Herdatiarni, F., Himawan, T. dan Rachmawati, R. 2014. Eksplorasi cendawan entomopatogen *Beauveria* sp. menggunakan serangga umpan pada komoditas jagung, tomat dan wortel organik di Batu, Malang. *Jurnal HPT*. 1(3): 1-11.
- Herlinda, S., Efendi, R. A., Suharjo, R., Hasbi, Setiawan, A., Elfita, and Verawaty, M. 2020. New emerging entomopathogenic fungi isolated from soil in South Sumatra (Indonesia) and their filtrate and conidial insecticidal activity against *Spodoptera frugiperda*. *BIODIVERSITAS*. 21(11): 5102-5113.
- Herlinda, S., Utama, M.D., Pujiastuti, Y., dan Suwandi. 2006. Kerapatan dan viabilitas spora *Beauveria bassiana* akibat subkultur dan pengayaan media, serta virulensinya terhadap larva *Plutella xylostella*. *Jurnal HPT Tropika*. 6(2): 70-78.
- Kashket, E.R. and Cao, Z.Y. 1995. Clostridial strain degeneration. *FEMS Microbiology Reviews*. 17: 307-315.
- Kaya, H. K., and Vega, F. E. 2012. *Insect Pathology Second Edition: Scope and Basic Principles of Insect Pathology*. Elsevier Inc. Amsterdam.
- Krisnamurthi, B. 2010. Manfaat jagung dan peran produk bioteknologi serealia dalam menghadapi krisis pangan, pakan dan energi di Indonesia. *Prosiding Pekan Serealia Nasional 2010*.
- Lestari, P., Budiarti, A., Fitriana, Y., Susilo, FX., Swibawa, I.G., Sudarsono, H., Suharjo, R., Hariri, A.M., Purnomo, Nuryasin, Solikhin, Wibowo, L., Jumari and Hartaman, M. 2020. Identification and genetic diversity of *Spodoptera frugiperda* in Lampung Province, Indonesia. *BIODIVERSITAS*. 21(4): 1670-1677.
- Maharani, Y., Dewi, V.K., Puspasari, L.T., Rizkie, L., Hidayat, Y. dan Dono, D. 2019. Kasus serangan larva grayak jagung *Spodoptera frugiperda* J.E.Smith (Lepidoptera: Noctuidae) pada tanaman jagung di Kabupaten Bandung, Garut dan Sumedang, Jawa Barat. *Jurnal Cropsaver*. 2(1): 38-46.
- Mudjiono, G. 2013. *Pengelolaan Hama Terpadu*. UB Press. Malang.
- Nonci, N., Kalqutny, S.H., Mirsam, H., Muis, A., Azrai, M. dan Aqli, M. 2019. *Pengenalan Fall Army Worm (Spodoptera frugiperda J.E.Smith) Hama Baru pada Tanaman Jagung di Indonesia*. Balai Penelitian Serealia. Maros.

- Nuningtyas, M. 2019. Pertumbuhan dan Uji Patogenisitas Delapan Jamur Entomopatogen sebagai Agensia Pengendali Hama Larva Grayak (*Spodoptera litura* F.) di Laboratorium. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Pasaribu, L.T. 2018. Patogenisitas dan Identifikasi Molekuler Delapan Jamur Entomopatogen sebagai Agensia Pengendali Hama Wereng Coklat Batang Padi (*Nilaparvata lugens* Stal.) pada Tanaman Padi. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Patel, P.H., Sisodiya, D.B., Raghunandan, B.L., Patel, N.B., Gohel, V.R., and Chavada, K.M. 2020. Bio-efficacy of entomopathogenic fungi and bacteria against invasive pest *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) under laboratory condition. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 8(6): 716-720.
- Paul, P.A. and Munkvold, G.P. 2005. Influence of temperature and relative humidity on sporulation of *Cercospora zea-maydis* and expansion of gray leaf spot lesions on maize leaves. *Plant disease*. 89(6): 624-630.
- Prayogo, Y. 2006. Sebaran dan efikasi berbagai genus cendawan entomopatogen terhadap *Riptortus linearis* pada kedelai di Lampung dan Sumatra Selatan. *JHPT Tropika*. 6(1): 8-20.
- Purwono dan Purnamawati, H. 2007. *Budidaya 8 Jenis Tanaman Pangan Unggul*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jendral Kementerian Pertanian. 2020. *Outlook Jagung Komoditas Pertanian Subsektor Tanaman Pangan*. Pusdatin. Jakarta.
- Putra, G. W. K., Ramona, Y., dan Proborini, M. W. 2020. Eksplorasi dan identifikasi mikroba yang diisolasi dari rhizosfer tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa* var duchesne) di kawasan Pancasari Bedugul. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*. 7(2): 205-213.
- Rubio, R.G., Oliveira, H.C., Rivera, J., and Contador, N.T. 2020. The fungal cell wall: *Candida*, *Cryptococcus*, and *Aspergillus* species. *Frontiers in Microbiology*. 10(2993): 1-13.
- Rosanti, K.T., Sastrahidayat, I.R. dan Abadi, A.L. 2014. Pengaruh jenis air terhadap perkecambahan spora jamur *Colletotrichum capsici* pada Cabai dan *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersicii* pada tomat. *Jurnal HPT*. 2(3): 109-120.
- Rosmini dan Lasmini, S.A. 2010. Identifikasi cendawan entomopatogen lokal dan tingkat patogenitasnya terhadap hama wereng hijau (*Nephotettix virescens* distant.) vektor virus tungro pada tanaman padi sawah di Kabupaten Donggala. *Jurnal Agroland*. 17(3): 205-212.

- Sastrapadja, S. D. 2012. *Perjalanan Panjang Tanaman Indonesia*. Yayasan Pustaka Obor Indonesia. Jakarta.
- Semenguk, B. 2016. Eksplorasi dan Inventarisasi Cendawan Entomopatogen yang Diisolasi dari Pertanaman Jagung di Beberapa Kabupaten/Kota Provinsi Lampung. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Septiana, E. 2015. Jamur entomopatogen: potensi dan tantangan sebagai insektisida alami terhadap serangga perusak tanaman dan vektor penyakit manusia. *Biotrends*. 1(1): 28-32.
- Soetopo, D. dan Indrayani, I. 2007. Status teknologi dan prospek *Beauveria bassiana* untuk pengendalian serangga hama tanaman perkebunan yang ramah lingkungan. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat. *Perspektif*. 6(1): 29-46.
- Sopialena. 2018. *Pengendalian Hayati dengan Memberdayakan Potensi Mikroba*. Mulawarman University Press. Samarinda.
- Su, Y.Y., Qi, Y.L., and Cai, L. 2012. Induction of sporulation in plant pathogenic fungi. *Mycology*. 3(3): 195-200.
- Suarni. 2009. Komposisi nutrisi jagung menuju hidup sehat. *Prosiding Seminar Nasional Serealia 2009*.
- Sulistiani, R. 2020. Potensi Tujuh Isolat Jamur Entomopatogen sebagai Agenia Pengendali Hayati Hama Jagung (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) di Laboratorium. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Syahnen, Sirait, D.D.N. dan Pinem, S.E. Br. 2014. *Teknik Uji Mutu Agens Pengendali Hayati (APH) di Laboratorium*. Laboratorium Lapangan Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP). Medan.
- Toksöz, Ş., Oksal, E., and Akça, İ. 2019. Effect of entomopathogenic fungus, *Purpureocillium lilacinum* (syn: *Paecilomyces lilacinus*) on *Blatta orientalis* and *Shelfordella tartara* under laboratory conditions. *Mun Ent Zool*. 14(1): 259-264.
- United States Department of Agriculture (USDA). 2020. Classification for Kingdom Plantae Down to Species *Zea mays*. <https://plants.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=displayandclassid=ZEMA>. Diakses 9 Maret 2021 pukul 15.30.
- Urquiza, A.O. and Keyhani, N.O. 2013. Action on the surface: entomopathogenic fungi versus the insect cuticle. *Insects*. 4: 257-374.

Utami, R.S., Isnawati, dan Ambarwati R. 2014. Eksplorasi dan karakterisasi cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* dari Kabupaten Malang dan Magetan. *Lentera Bio*. 3(1): 59-66.

Yashaswini, C. and Kumar, S.V. 2016. Entomopathogenic fungi as biological controller. *Agrobios Newsletter*. 14(11): 105-106.