

**PENGARUH MEDIA TERHADAP SPORULASI, VIABILITAS,
DAN TINGKAT VIRULENSI *Aspergillus* spp. TERHADAP *Helopeltis* sp.
(HEMIPTERA: MIRIDAE)**

(Skripsi)

Oleh

ERYKA MERDIANA



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

ABSTRAK

PENGARUH MEDIA TERHADAP SPORULASI, VIABILITAS, DAN TINGKAT VIRULENSI *Aspergillus* spp. TERHADAP *Helopeltis* sp. (HEMIPTERA: MIRIDAE)

Oleh

ERYKA MERDIANA

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh media terhadap sporulasi, viabilitas spora, dan virulensi sepuluh isolat cendawan *Aspergillus* spp. koleksi Laboratorium Bioteknologi Pertanian Fakultas Pertanian (LBFPF) Universitas Lampung terhadap *Helopeltis* sp. Pada penelitian ini terdapat 2 set percobaan, percobaan pertama yaitu uji pertumbuhan *Aspergillus* spp. secara *In Vitro* pada 3 jenis media (PDA, SDA, dan CMA) dan percobaan kedua yaitu uji virulensi cendawan *Aspergillus* spp. terhadap *Helopeltis* sp. Pada percobaan yang pertama menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan 2 faktor, faktor pertama adalah jenis media dan faktor kedua adalah isolat cendawan *Aspergillus* sp. dan percobaan kedua menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Penelitian dilaksanakan dari bulan Maret sampai dengan Juni 2017. Dari hasil penelitian diperoleh sepuluh isolat cendawan *Aspergillus* spp. koleksi LBFPF Universitas Lampung mempunyai pengaruh yang berbeda dalam memproduksi spora pada media PDA, SDA, dan CMA, tetapi tidak sepenuhnya dipengaruhi oleh media tumbuh namun juga terlihat dipengaruhi

oleh jenis isolat. Kemudian sepuluh isolat cendawan *Aspergillus* spp. koleksi LBFPF Universitas Lampung tidak berpengaruh terhadap viabilitas spora. Cendawan *Aspergillus* spp. koleksi LBFPF Universitas Lampung mempunyai tingkat virulensi yang berbeda-beda dalam menginfeksi *Helopeltis* sp. Perlakuan AS1SDA menimbulkan mortalitas tertinggi yaitu sebesar 56,67% dan perlakuan AS10CMA dan AS5SDA mempunyai mortalitas terendah yaitu hanya sebesar 6,67 % pada 7 hsa.

Kata kunci : *Aspergillus* spp., CMA, *Helopeltis* sp., PDA, produksi spora, SDA, tingkat virulensi, viabilitas

**PENGARUH MEDIA TERHADAP SPORULASI, VIABILITAS,
DAN TINGKAT VIRULENSI *Aspergillus* spp. TERHADAP *Helopeltis* sp.
(HEMIPTERA: MIRIDAE)**

Oleh

Eryka Merdiana

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

Judul Skripsi : **PENGARUH MEDIA TERHADAP SPORULASI, VIABILITAS, DAN TINGKAT VIRULENSI *Aspergillus* spp. TERHADAP *Helopeltis* sp. (HEMIPTERA: MIRIDAE)**

Nama Mahasiswa : **Eryka Merdiana**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1314121063

Jurusan : Agroteknologi


Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Yuyun Fitriana, S.P., M.P., Ph.D.
NIP 19810815 200812 2 001



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

2. Ketua Jurusan Agroteknologi



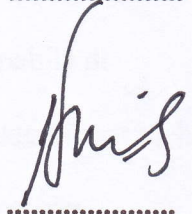
Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.
NIP 19630508 198811 2 001

MENGESAHKAN

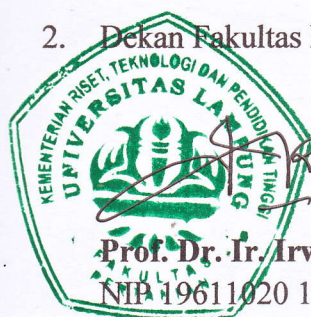
1. Tim Penguji

Ketua : Yuyun Fitriana, S.P., M.P., Ph.D. 

Sekretaris : Puji Lestari, S.P., M.Si. 

Penguji
Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Purnomo, M.S. 

2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 30 November 2017

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “PENGARUH MEDIA TERHADAP SPORULASI, VIABILITAS, DAN TINGKAT VIRULENSI *Aspergillus* spp. TERHADAP *Helopeltis* sp. (HEMIPTERA: MIRIDAE)” merupakan hasil karya 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.

Bandarlampung, 30 November 2017

Penulis,



Eryka Merdiana
NPM 1314121063

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Sidoharjo, Kecamatan Pringsewu, Kabupaten Pringsewu pada tanggal 22 Maret 1996. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara, dari pasangan Bapak Darmono dan Ibu Heni Kusmaryaningsih.

Penulis telah menyelesaikan pendidikan di TK Taruna Jaya pada tahun 2001, SDN 3 Sidoharjo pada tahun 2007, SMPN 2 Pringsewu pada tahun 2010, dan SMAN 2 Pringsewu pada tahun 2013. Pada tahun yang sama, penulis diterima sebagai mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Lampung Jurusan Agroteknologi melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Penulis telah melaksanakan Praktik Umum pada tahun 2016 di Laboratorium Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Gadingrejo, Pringsewu. Pada tahun 2017 penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Notoharjo, Kecamatan Trimurjo, Kabupaten Lampung Tengah. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Bioekologi Hama Tumbuhan (2015 dan 2016), Pengendalian Hama Tumbuhan (2016), Mikrobiologi Pertanian (2017), Klinik Tanaman (2017), dan Entomologi Pertanian (2017). Selain itu, penulis juga aktif dalam organisasi Persatuan Mahasiswa Agroteknologi (PERMA AGT) sebagai anggota Bidang Penelitian dan Pengembangan (Litbang).

*Kupersembahkan karya kecil ini
Untuk Kedua Orang Tuaku Tercinta
Atas limpahan kasih sayang yang tiada hentinya
Dan untuk Seseorang Multifungsi
Yang telah mencurahkan seluruh perhatian, cinta, dan kasih sayangnya
serta
Almamater Tercinta*

Universitas Lampung

MOTTO

*“Masalah bukan suatu hal yang harus kau takutkan, melainkan
suatu hal yang harus kau taklukkan”
(Wildanul Jihad)*

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, dan karunia yang senantiasa dicurahkan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Media terhadap Sporulasi, Viabilitas, dan Tingkat Virulensi *Aspergillus* spp. terhadap *Helopeltis* sp. (Hemiptera: Miridae)”**.

Selama penelitian, penulis telah mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Yuyun Fitriana, S.P., M.P., Ph.D., selaku pembimbing utama yang telah memberikan ilmu, bimbingan, nasehat, saran, masukan serta mengarahkan penulis dengan penuh kesabaran selama penulis melakukan penelitian dan penulisan skripsi.
2. Puji Lestari, S.P., M.Si., selaku pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, nasehat, masukan, saran, dan ide selama penulis melakukan penelitian dan penulisan skripsi.
3. Prof. Dr. Ir. Purnomo, M.S., selaku pembahas yang telah banyak memberikan semangat, masukan, kritik, dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

4. Radix Suharjo, S.P., M.Agr., Ph.D. yang telah memberikan semangat, arahan, masukan dan motivasi selama penulis melakukan penelitian sampai penulis dapat menyelesaikan skripsi.
5. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
6. Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
7. Prof. Dr. Ir. Hamim Sudarsono, M. Sc., selaku dosen Pembimbing Akademik.
8. Kedua orang tua Bapak Darmono dan Ibu Heni Kusmaryaningsih yang selalu memberikan kasih sayang, cinta, nasehat, motivasi, dan doa kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan di Universitas Lampung.
9. Adik-adik tersayang Ilham Maulana dan Mela Musyarofah yang tak pernah lelah dalam memberi semangat dan menemani penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi.
10. Teman-teman seperjuangan Ervi, Erni, Fitria, Ivan, Ichwan, Fatya, Gaby, Leli, Dewi, atas doa, dukungan dan kebersamaan yang tak terlupakan.
11. Bihikmi Semenguk, Icha Deska Rani, Warisman, Ika Rachma Pangesti, Rio Aji Sindapati, atas bantuan yang telah diberikan kepada penulis.
12. Keluarga Agroteknologi 2013 yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bandarlampung, 30 November 2017

Penulis

Eryka Merdiana

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang dan masalah	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Kerangka teoritis	3
1.4 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Cendawan entomopatogen <i>Aspergillus</i> spp.	7
2.1.1 Morfologi <i>Aspergillus</i> spp.	7
2.1.2 Virulensi <i>Aspergillus</i> spp.	8
2.2 Kepik pengisap buah kakao (<i>Helopeltis</i> sp.)	9
2.3 Media pertumbuhan cendawan entomopatogen	10
III. BAHAN DAN METODE	12
3.1 Waktu dan tempat	12
3.2 Bahan dan alat	12
3.3 Metode penelitian	13
3.4 Pelaksanaan penelitian	14
3.4.1 Percobaan pertama : Uji pertumbuhan <i>Aspergillus</i> spp. secara <i>In Vitro</i> pada 3 jenis media (PDA, SDA, dan CMA)	14
3.4.1.1 Penyediaan cendawan <i>Aspergillus</i> spp.	14
3.4.1.2 Pembuatan media <i>Potato Dextrose Agar</i> (PDA)	15

	xiv
3.4.1.3 Pembuatan media <i>Sabouraud Dextrose Agar</i> (SDA)	15
3.4.1.4 Pembuatan media <i>Corn Meal Agar</i> (CMA)	15
3.4.1.5 Inokulasi cendawan <i>Aspergillus</i> spp. ke dalam media PDA, SDA, dan CMA	16
3.4.2 Percobaan kedua : Uji virulensi cendawan <i>Aspergillus</i> spp. terhadap <i>Helopeltis</i> sp.	16
3.4.2.1 Penyediaan serangga uji <i>Helopeltis</i> sp.	16
3.4.2.2 Pembuatan suspensi spora cendawan <i>Aspergillus</i> spp.	17
3.4.2.3 Aplikasi suspensi spora cendawan <i>Aspergillus</i> spp. pada <i>Helopeltis</i> sp.	17
3.5 Pengamatan	18
3.5.1 Sporulasi cendawan <i>Aspergillus</i> spp.	18
3.5.2 Viabilitas spora cendawan <i>Aspergillus</i> spp.	18
3.5.3 Mortalitas nimfa <i>Helopeltis</i> sp. setelah aplikasi	19
3.6 Analisis data	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Hasil	20
4.1.1 Pengaruh media dan jenis isolat terhadap sporulasi cendawan <i>Aspergillus</i> spp.	20
4.1.2 Pengaruh media terhadap viabilitas spora cendawan <i>Aspergillus</i> spp.	22
4.1.3 Pengaruh aplikasi cendawan <i>Aspergillus</i> spp. terhadap mortalitas <i>Helopeltis</i> sp.	23
4.2 Pembahasan	26
V. SIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Simpulan	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	38

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Sepuluh isolat cendawan <i>Aspergillus</i> spp. yang digunakan	13
2. Nilai F hitung analisis ragam pengaruh media dan jenis isolat terhadap sporulasi cendawan <i>Aspergillus</i> spp.	20
3. Pengaruh media dan jenis isolat terhadap kerapatan spora cendawan <i>Aspergillus</i> spp.	21
4. Nilai F hitung analisis ragam pengaruh media dan jenis isolat terhadap viabilitas spora cendawan <i>Aspergillus</i> spp.	22
5. Viabilitas spora 10 isolat cendawan <i>Aspergillus</i> spp. setelah ditumbuhkan pada media PDA, SDA, dan CMA	23
6. Mortalitas <i>Helopeltis</i> sp. setelah diaplikasi dengan cendawan <i>Aspergillus</i> spp. dan 3 jenis media yang berbeda	25
7. Data kerapatan spora <i>Aspergillus</i> spp yang ditumbuhkan pada 3 media	39
8. Analisis ragam pengaruh media dan jenis isolat terhadap kerapatan spora (transformasi $\sqrt{x+0,5}$)	40
9. Data viabilitas spora <i>Aspergillus</i> spp yang ditumbuhkan pada 3 media	41
10. Analisis ragam pengaruh media dan jenis isolat terhadap viabilitas spora (transformasi $\sqrt{x+0,5}$)	42
11. Mortalitas <i>Helopeltis</i> sp. 1 hsa	43
12. Analisis ragam mortalitas <i>Helopeltis</i> sp. 1hsa (transformasi $\sqrt{x+0,5}$)	44
13. Mortalitas <i>Helopeltis</i> sp. 2 hsa	45

14. Analisis ragam mortalitas <i>Helopeltis</i> sp. 2 hsa (transformasi $\sqrt{x+0,5}$)	46
15. Mortalitas <i>Helopeltis</i> sp. 3 hsa	47
16. Analisis ragam mortalitas <i>Helopeltis</i> sp. 3 hsa (transformasi $\sqrt{x+0,5}$)	48
17. Mortalitas <i>Helopeltis</i> sp. 4 hsa	49
18. Analisis ragam mortalitas <i>Helopeltis</i> sp. 4 hsa (transformasi $\sqrt{x+0,5}$)	50
19. Mortalitas <i>Helopeltis</i> sp. 5 hsa	51
20. Analisis ragam mortalitas <i>Helopeltis</i> sp. 5 hsa (transformasi $\sqrt{x+0,5}$)	52
21. Mortalitas <i>Helopeltis</i> sp. 6 hsa	53
22. Analisis ragam mortalitas <i>Helopeltis</i> sp. 6 hsa (transformasi $\sqrt{x+0,5}$)	54
23. Mortalitas <i>Helopeltis</i> sp. 7 hsa	55
24. Analisis ragam mortalitas <i>Helopeltis</i> sp. 7 hsa (transformasi $\sqrt{x+0,5}$)	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Helopeltis</i> sp.	9
2. <i>Helopeltis</i> sp. setelah dilembabkan 1 hari (A), 2 hari (B), 3 hari (C), 4 hari (D), 5 hari (E), 6 hari (F)	31
3. Kerapatan spora cendawan <i>Aspergillus</i> spp. pada kotak <i>haemocytometer</i> pada media PDA	57
4. Kerapatan spora cendawan <i>Aspergillus</i> spp. pada kotak <i>haemocytometer</i> pada media SDA	57
5. Kerapatan spora cendawan <i>Aspergillus</i> spp. pada kotak <i>haemocytometer</i> pada media CMA	57
6. Viabilitas spora cendawan <i>Aspergillus</i> spp. setelah diinkubasi selama 10 jam pada media PDA	58
7. Viabilitas spora cendawan <i>Aspergillus</i> spp. setelah diinkubasi selama 10 jam pada media SDA	58
8. Viabilitas spora cendawan <i>Aspergillus</i> spp. setelah diinkubasi selama 10 jam pada media CMA	58
9. Perkembangan cendawan <i>Aspergillus</i> spp. pada media PDA tampak depan (A), tampak belakang (B)	59
10. Perkembangan cendawan <i>Aspergillus</i> spp. pada media SDA tampak depan (A), tampak belakang (B)	59
11. Perkembangan cendawan <i>Aspergillus</i> spp. pada media CMA tampak depan (A), tampak belakang (B)	59
12. <i>Helopeltis</i> sp. yang terinfeksi cendawan <i>Aspergillus</i> spp. pada media PDA	60
13. <i>Helopeltis</i> sp. yang terinfeksi cendawan <i>Aspergillus</i> spp. pada media SDA	60

	xviii
14. <i>Helopeltis</i> sp. yang terinfeksi cendawan <i>Aspergillus</i> spp. pada media CMA	60

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Kakao (*Theobroma cacao*) merupakan salah satu tanaman perkebunan yang mempunyai peranan penting terhadap perekonomian Indonesia. Pada saat ini, kakao merupakan komoditas andalan ekspor non migas. Selain itu, perkebunan kakao juga mampu menciptakan kesempatan kerja dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat (Siswanto & Karmawati, 2012). Saat ini, usaha peningkatan produksi kakao di Indonesia dihadapkan pada berbagai permasalahan, salah satunya berasal dari serangan hama dan patogen tanaman. Peningkatan produksi kakao di Indonesia akan tercapai apabila permasalahan tersebut dapat diatasi dengan baik.

Hama pengisap buah kakao *Helopeltis* sp. (Hemiptera: Miridae) merupakan salah satu hama penting tanaman kakao (Wardojo, 1992). Hama ini menyerang dengan cara mengisap buah kakao muda dan pucuk/ranting (Direktorat Perlindungan Perkebunan, 2002) yang menyebabkan kerugian hingga mencapai 75% (Atmadja, 2003).

Hingga saat ini pengendalian yang umum dilakukan adalah dengan menggunakan insektisida kimia. Insektisida kimia menjadi pilihan karena dianggap sebagai

metode pengendalian yang paling baik, efektif dan hasilnya dapat segera terlihat (Firdausil *et al.*, 2008).

Namun begitu, penggunaan insektisida kimia yang tidak bijaksana ternyata dapat menimbulkan berbagai dampak negatif, antara lain pencemaran lingkungan, resistensi dan resurgensi hama tertentu, serta mempengaruhi keseimbangan ekosistem (Adriani, 2006). Untuk mengurangi dampak negatif dari penggunaan pestisida tersebut, maka perlu dicari solusi teknik pengendalian yang efektif dan ramah lingkungan.

Alternatif pengendalian dapat dilakukan dengan menggunakan cendawan entomopatogen, salah satunya adalah cendawan *Aspergillus* spp. (Eurotiales: Trichocomaceae). Cendawan *Aspergillus* spp. dilaporkan dapat menginfeksi berbagai jenis serangga hama antara lain *Spodoptera litura* (Semenguk, 2016), *Scirtothrips dorsalis* (Shubha *et al.*, 2014), *Bactrocera cucurbitae* (Yang *et al.*, 2015), *Conopomorpha cramerella* Snellen (Hamdani *et al.*, 2011), termasuk *Helopeltis* sp. (Pasarul *et al.*, 2014; Bordoloi *et al.*, 2012).

Beberapa laporan menyebutkan bahwa sporulasi dan viabilitas spora cendawan entomopatogen sangat dipengaruhi oleh media tumbuh yang digunakan (El Damir, 2006; Pandey & Kanaujia, 2005; Francisco *et al.*, 2006). Walaupun demikian, belum ada laporan tentang pengaruh media terhadap virulensi jamur entomopatogen yang digunakan. Beberapa media secara luas telah digunakan sebagai media tumbuh cendawan *Aspergillus* spp., antara lain *Potato Dextrose Agar* (PDA), *Saboraud Dextrose Agar* (SDA), dan *Corn Meal Agar* (CMA) (Ingle, 2014; Senthamizhlselvan *et al.*, 2010; Ali *et al.*, 2016).

Saat ini, Laboratorium Bioteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung mempunyai koleksi 10 isolat *Aspergillus* spp. yang sebagian telah terbukti mampu menginfeksi beberapa jenis serangga hama. Hingga saat ini belum diketahui pengaruh media PDA, SDA, dan CMA terhadap sporulasi, viabilitas spora dan virulensi 10 isolat *Aspergillus* spp. terhadap *Helopeltis* sp.

1.2 Tujuan

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh media terhadap sporulasi, viabilitas spora, dan virulensi sepuluh isolat cendawan *Aspergillus* spp. koleksi Laboratorium Bioteknologi Pertanian Fakultas Pertanian (LBFPF) Universitas Lampung terhadap *Helopeltis* sp.

1.3 Kerangka Teoritis

Helopeltis sp. merupakan salah satu hama penting tanaman kakao (Wardojo, 1992) yang dapat menimbulkan kerugian yang cukup besar hingga 75% (Atmadja, 2003). Hingga saat ini berbagai teknik pengendalian *Helopeltis* sp. dinilai masih belum efektif. Oleh karena itu, perlu dicari alternatif teknik pengendalian yang efektif, aman serta ramah lingkungan. Salah satunya penggunaan agensia pengendali hayati (APH).

Cendawan *Aspergillus* spp. merupakan salah satu APH yang telah dilaporkan mampu menginfeksi berbagai jenis serangga hama, termasuk *Helopeltis* sp. (Pasarua *et al.*, 2014; Bordoloi *et al.*, 2012). Cendawan *Aspergillus* sp. dan *A. flavus* diketahui dapat menimbulkan mortalitas *Helopeltis* sp. berturut-turut sebesar 90% dan 80% (Pasarua *et al.*, 2014). Sedangkan Bordoloi *et al.* (2012)

menyebutkan bahwa cendawan *A. flavus* dan *A. niger* dapat menginfeksi hama *Helopeltis* sp. berturut-turut sebesar 1,4% dan 15,1%.

Jenis media tumbuh dilaporkan dapat memengaruhi produksi spora cendawan entomopatogen (El Damir, 2006; Pandey & Kanaujia, 2005). Ingle (2014) melaporkan bahwa media SDA dapat memberikan pertumbuhan koloni dan sporulasi cendawan *Nomuraea rileyi* lebih baik dibandingkan media PDA. Senthamizhselvan *et al.* (2010) menyatakan bahwa media PDA dan SDA dan jenis isolat memengaruhi pertumbuhan koloni dan sporulasi tujuh isolat cendawan *Beauveria bassiana*. Media SDA menunjukkan pertumbuhan koloni maksimum untuk isolat BbMtKKL 2107 (68,02 mm) sekaligus pertumbuhan koloni minimum untuk isolat VpPmKKL2120 (32,18 mm). Cendawan *B. bassiana* isolat BbMdKKL 2106 mempunyai sporulasi maksimal pada media SDA yaitu $8,95 \times 10^8$ spora/ml sedangkan isolat FpCmKKL 1526 mempunyai sporulasi minimum pada media PDA yaitu $0,28 \times 10^8$ spora/ml. Sedangkan Francisco *et al.* (2006) melaporkan bahwa media PDA dapat menghasilkan perkecambahan spora tertinggi cendawan *Lecanicillium lecanii*, *B. bassiana*, dan *Paecilomyces fumosoroseus* dan media SDAY menghasilkan perkecambahan spora terendah untuk *Lecanicillium lecanii* dan *Paecilomyces fumosoroseus*. Ali *et al.* (2016) menyatakan bahwa diameter pertumbuhan koloni cendawan *Aspergillus* sangat dipengaruhi oleh jenis media yang digunakan. Media yang menghasilkan pertumbuhan koloni terbaik cendawan *Aspergillus* spp. secara berturut-turut adalah SDA, PDA, dan CMA.

Nutrisi/kandungan yang terdapat pada media yang berbeda dilaporkan dapat mempengaruhi sporulasi, viabilitas dan virulensi suatu cendawan entomopatogen. Shah *et al.* (2005) melaporkan bahwa konidia *Metarhizium anisopliae* yang virulen secara konsisten diproduksi pada *osmotic stress medium* (OSM) meskipun pertumbuhan dan sporulasinya rendah. Safavi *et al.* (2007) menyatakan bahwa *osmotic stress medium* (OSM) menghasilkan pertumbuhan koloni terendah dengan jumlah konidia yang rendah pada semua isolat yaitu *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae*, akan tetapi konidia ini menunjukkan tingkat perkecambahan (viabilitas) dan virulensi yang tinggi. Hussain *et al.* (2010) mengemukakan bahwa semua cendawan terpilih kecuali *M. anisopliae* (EBCL 02049) yang dikultur pada *osmotic stress medium* (OSM) mempunyai pertumbuhan koloni yang lebih rendah (<32 mm), dengan sporulasi rendah pada *M. anisopliae* (strain 406) dan *B. bassiana* (EBCL 03005). Sporulasi tinggi diamati pada media PDA dari semua strain cendawan entomopatogen, namun perkecambahan yang tinggi hanya pada *M. anisopliae* (93-98%). Kandungan yang ada pada *osmotic stress medium* (OSM) adalah glukosa 8%, 2% pepton dan 5,5% KCl (Shah *et al.*, 2005; Safavi *et al.*, 2007 & Hussain *et al.*, 2010). Maldonado-Blanco *et al.* (2014) mengemukakan bahwa nutrisi dan kondisi kultur mempunyai peranan yang sangat penting dalam memproduksi spora yang virulen bersamaan dengan karakter genetik dari isolat.

1.4 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah dikemukakan, dapat disusun hipotesis sebagai berikut: Media PDA, SDA, dan CMA mempunyai pengaruh yang berbeda

dalam sporulasi, viabilitas spora, dan virulensi cendawan *Aspergillus* spp.

terhadap *Helopeltis* sp.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Cendawan Entomopatogen *Aspergillus* spp.

2.1.1 Morfologi *Aspergillus* spp.

Cendawan dari genus *Aspergillus* umumnya adalah cendawan saprofit yang sering dijumpai pada tanah dan substrat organik atau anorganik. Konidiana yang merupakan spora aseksual bersifat hidrofobik dan biasanya dapat terbawa di udara. Konidia ini mudah berkecambah dalam berbagai kondisi karena termotoleran dan dapat berkecambah pada suhu berkisar 12–50°C (Bhabhra & Askew, 2005).

Ciri utama cendawan dari genus *Aspergillus* adalah bentuk struktur bantalan spora yang mirip dengan aspergillum (alat yang digunakan untuk memercikkan air suci dalam liturgi umat Kristiani (Gibbons & Rokas, 2013)). Struktur ini merupakan karakter mikroskopik *Aspergillus* paling penting dalam taksonomi cendawan ini. Pada saat tertentu, miselium sel-sel terdiferensiasi menjadi struktur menggebu-gebu berbentuk huruf T atau L dan membentuk *foot cells* (sel kaki) yang menghasilkan konidiofor tunggal yang tegak lurus. Sel kaki ini sering sulit untuk ditemukan, namun struktur ini memperkuat bukti bahwa isolat yang ditemukan merupakan spesies *Aspergillus* (Machida & Gomi, 2010).

Aspergillus biasa dijumpai di tanah-tanah daerah beriklim tropis, kompos, bagian tanaman yang membusuk, tempat penyimpanan biji, dll. Genus *Aspergillus* dicirikan dengan adanya konidiofor tegak yang pada ujungnya terdapat vesikel. Vesikel ini tertutup oleh fialid (terkadang disebut sterigmata) dan metula. Fialid dan metula ini bertumbuh serempak, lalu menghasilkan rangkaian konidia (Domsch *et al.*, 1993).

2.1.2 Virulensi *Aspergillus* spp.

Menurut Cloyd (1999) cendawan entomopatogen membutuhkan 24-72 jam untuk menghasilkan gejala pada serangga setelah cendawan menempel pada tubuh serangga, dan berkecambah lebih cepat dari 10 jam setelah menempel pada serangga, dan bahkan hanya terjadi bila kelembaban di sekitar 85% di atas spora. Badan serangga yang terinfeksi dengan *Aspergillus* sp. ditutupi dengan spora berwarna kuning kehijauan lalu membentuk konidia berwarna kuning tua. Infeksi dengan isolat *A. flavus* menyebabkan penutupan tubuh serangga dengan spora berwarna hijau kuning lalu membentuk miselium berwarna coklat tua, sedangkan *V. lecanii* menyebabkan warna putih murni mengelilingi tubuh serangga, dan tidak ada perubahan bentuk tubuh dari serangga (Pasarua *et al.*, 2014). Lecuona *et al.* (1997) menyatakan bahwa infeksi tersebut disebabkan oleh pertumbuhan koloni serangga dan perkembangan cendawan di tubuh inangnya tidak disebabkan oleh toksin enzim yang dihasilkan oleh cendawan. Jika racun yang membunuh inangnya, maka inang akan mati lebih cepat setelah aplikasi.

2.2 Kepik Pengisap Buah Kakao (*Helopeltis* sp.)

Menurut Borror *et al.* (1996), spesies *Helopeltis* sp. termasuk ke dalam ordo Hemiptera, Famili Miridae dan genus *Helopeltis*. *Helopeltis* sp. merupakan kepik yang berwarna coklat kehitaman dengan panjang tubuhnya 4,5 – 6 mm, dan pada bagian toraks terdapat tonjolan yang menjadi ciri khasnya yaitu seperti jarum pentul (Gambar 1).



Gambar 1. *Helopeltis* sp.

Helopeltis sp. mempunyai antena sebanyak 4 ruas yang mempunyai panjang dua kali dari panjang tubuhnya. Lama hidup imago sekitar 24 hari. Seekor betina mampu meletakkan telur 93 butir selama hidupnya. Telur *Helopeltis* sp. berbentuk lonjong dengan warna putih yang diselipkan pada jaringan tanaman yang lunak secara berkelompok antara 2 dan 3 butir. Stadia telur rata-rata berkisar 7 hari. Telur dapat dicirikan dengan adanya 2 helai benang warna putih, panjangnya tidak sama terlihat di atas permukaan bagian tanaman tempat telur diletakkan. Nimfa *Helopeltis* spp. tidak bersayap dan tubuh berwarna coklat muda. Stadia nimfa dapat berlangsung sekitar dua minggu dan mengalami 4 kali ganti kulit sebelum menjadi dewasa (5 instar) (Karmawati & Mardiningsih, 2005).

2.3 Media Pertumbuhan Cendawan Entomopatogen

Beberapa jenis media yang dapat digunakan untuk pertumbuhan cendawan entomopatogen diantaranya media PDA, SDA, dan CMA. Terdapat macam-macam komponen dalam media yang akan digunakan. Komponen penyusun media PDA komponennya meliputi *potato infusion from* 200 g/l, dextrose 20 g/l, dan agar 15 g/l, media SDA adalah *mycological pepton* 10 g/l, *dextrose* 40 g/l, dan agar 15 g/l, sedangkan media CMA meliputi *corn meal infusion from* 50 g/l, dan agar 15 g/l.

Ali *et al.* (2016) menyatakan bahwa media *Potato Dextrose Agar* (PDA) merupakan media yang dapat digunakan untuk kultivasi dan identifikasi cendawan; media *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA) merupakan media yang digunakan untuk kultivasi rutin, untuk menumbuhkan dan menyimpan isolat cendawan; sedangkan media *Corn Meal Agar* (CMA) merupakan media yang digunakan untuk diferensiasi beberapa strain cendawan tertentu. Media pertumbuhan yang paling baik untuk cendawan *Aspergillus* spp. adalah media SDA, kemudian disusul dengan media PDA dan yang terakhir media CMA. Cendawan *Aspergillus flavus* mempunyai diameter koloni sebesar 19 mm pada media SDA, 17 mm pada media PDA, dan 5 mm pada media CMA pada 7 hari setelah inkubasi. Selain itu, menurut Ingle (2014), media Sabouraud's maltose agar + yeast extract (SMAY) efektif secara signifikan dibandingkan media lainnya dan mengalami sporulasi dalam waktu 9,53 hari. Media SDA menunjukkan sporulasi yang relatif terlambat yaitu dalam waktu 13 sampai 14 hari pada pertumbuhan cendawan *N. rileyi*.

Senthamizhselvan *et al.* (2010) menyatakan bahwa media (PDA dan SDA) dan jenis isolat memengaruhi pertumbuhan koloni dan sporulasi tujuh isolat cendawan *Beauveria bassiana*. Sedangkan Francisco *et al.* (2006) melaporkan bahwa media PDA dapat menghasilkan perkecambahan spora tertinggi cendawan *Lecanicillium lecanii*, *B. bassiana*, dan *Paecilomyces fumosoroseus* dan media SDA menghasilkan perkecambahan spora terendah untuk *Lecanicillium lecanii* dan *Paecilomyces fumosoroseus*.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan dari bulan Maret sampai dengan Juni 2017. *Helopeltis* sp. diambil dari kebun percobaan Politeknik Negeri Lampung (Polinela).

Perbanyakan *Helopeltis* sp. dan aplikasi cendawan *Aspergillus* spp. dilakukan di Laboratorium Ilmu Hama Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Lampung, dan peremajaan serta inokulasi cendawan *Aspergillus* spp. dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serangga uji *Helopeltis* sp. instar ke-3, 10 isolat cendawan *Aspergillus* spp. (koleksi LBPPF Universitas Lampung) (Tabel 1), mentimun sebagai pakan, media *Potato Dextrose Agar* (PDA) HIMEDIA[®], *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA) HIMEDIA[®], *Corn Meal Agar* (CMA) HIMEDIA[®], alkohol 80 %, akuades, agar, asam laktat, tween 80, dan tisu.

Tabel 1. Sepuluh Isolat cendawan *Aspergillus* spp.

Asal Isolat	Kode Isolat
Rhizosfer tanaman nanas	AS 1
	AS 2
	AS 3
	AS 4
	AS 5
Rhizosfer tanaman jagung	AS 6
	AS 7
	AS 8
	AS 9
Rhizosfer tanaman cabai	AS 10

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan, penggaris, *haemocytometer*, cawan petri, bunsen, *erlenmeyer*, *drigalsky*, tabung reaksi, stoples plastik, kuas, kain kasa, karet gelang, *autoclave*, *laminar air flow*, aluminium foil, plastik tahan panas, bor gabus, jarum *ose*, jarum *ent*, plastik *wrap*, kertas label, nampan, mikropipet, *shaker*, saringan, *handsprayer*, mikroskop, kamera, serta alat tulis.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri dari 2 set percobaan. Percobaan yang pertama yaitu uji pertumbuhan 10 (sepuluh) isolat cendawan *Aspergillus* spp. secara *in vitro* pada media PDA, SDA, dan CMA. Dalam penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan 2 faktor, faktor pertama adalah jenis media dan faktor kedua adalah isolat cendawan *Aspergillus* spp. Perlakuan diulang sebanyak 3 (tiga) kali.

Set percobaan yang kedua adalah uji virulensi cendawan *Aspergillus* spp. terhadap *Helopeltis* sp. Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK)

dengan 31 perlakuan, antara lain 1 (satu) perlakuan kontrol (0,1% Tween 80), 10 (sepuluh) perlakuan (AS 1, AS 2, AS 3, AS 4, AS 5, AS 6, AS 7, AS 8, AS 9, AS 10) menggunakan media PDA, 10 (sepuluh) perlakuan (AS 1, AS 2, AS 3, AS 4, AS 5, AS 6, AS 7, AS 8, AS 9, AS 10) menggunakan media SDA, dan 10 (sepuluh) perlakuan (AS 1, AS 2, AS 3, AS 4, AS 5, AS 6, AS 7, AS 8, AS 9, AS 10) menggunakan media CMA. Seluruh perlakuan diulang sebanyak tiga kali dan dikelompokkan berdasarkan waktu aplikasi. Dalam satu ulangan menggunakan 10 (sepuluh) ekor serangga, sehingga dibutuhkan 990 serangga.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Percobaan pertama : Uji Pertumbuhan *Aspergillus* spp. secara *In Vitro* pada 3 Jenis Media (PDA, SDA dan CMA)

3.4.1.1 Penyediaan Cendawan *Aspergillus* spp.

Cendawan *Aspergillus* spp. (koleksi LBFPF Universitas Lampung) yang akan digunakan diremajakan pada media PDA HIMEDIA[®] dan diinkubasi selama 7 hari. Setelah 7 hari, dilakukan peremajaan lagi dengan cara mengambil 1 (satu) ose biakan murni cendawan *Aspergillus* spp. hasil peremajaan pertama kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 0,1% tween 80 sebanyak 10 ml lalu dihomogenkan menggunakan *shaker*. Sebanyak 250 µl suspensi diambil menggunakan mikropipet lalu diteteskan pada cawan petri yang berisi media PDA, SDA, dan CMA HIMEDIA[®] dan diratakan dengan menggunakan *driglasky*. Kemudian diinkubasi selama 2 hari untuk pengujian lebih lanjut.

3.4.1.2 Pembuatan Media *Potato Dextrose Agar* (PDA)

Pembuatan media PDA dilakukan dengan cara mencampurkan 39 g PDA HIMEDIA[®], 2 g agar dan 1000 ml akuades. Semua bahan selanjutnya dimasukkan ke dalam tabung *erlenmeyer* kemudian ditutup rapat dengan kertas *aluminium foil*, lalu dipanaskan hingga homogen. Selanjutnya media diautoklaf selama 15 menit pada tekanan 1 atm dan suhu 121°C. Setelah media hangat (± 50 °C), ditambahkan 1,4 ml asam laktat dan dihomogenkan kemudian dituang ke cawan petri.

3.4.1.3 Pembuatan Media *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA)

Pembuatan media SDA dilakukan dengan cara mencampurkan 65 g SDA HIMEDIA[®], 2 g agar dan 1000 ml akuades. Semua bahan selanjutnya dimasukkan ke dalam tabung *erlenmeyer* kemudian ditutup rapat dengan kertas *aluminium foil*, lalu dipanaskan hingga homogen. Selanjutnya media diautoklaf selama 15 menit pada tekanan 1 atm dan suhu 121°C. Setelah media hangat (± 50 °C), ditambahkan 1,4 ml asam laktat dan dihomogenkan kemudian dituang ke cawan petri.

3.4.1.4 Pembuatan Media *Corn Meal Agar* (CMA)

Pembuatan media CMA HIMEDIA[®] dilakukan dengan cara mencampurkan 17 g CMA, 2 g agar dan 1000 ml akuades. Semua bahan selanjutnya dimasukkan ke dalam tabung *erlenmeyer* kemudian ditutup rapat dengan kertas *aluminium foil*, lalu dipanaskan hingga homogen. Selanjutnya media diautoklaf selama 15 menit pada tekanan 1 atm dan suhu 121°C. Setelah media hangat (± 50 °C),

ditambahkan 1,4 ml asam laktat dan dihomogenkan kemudian dituang ke cawan petri.

3.4.1.5 Inokulasi Cendawan *Aspergillus* spp. ke dalam Media PDA, SDA, dan CMA

Masing-masing isolat *Aspergillus* spp. yang berumur 2 hari, dilubangi dengan alat bor gabus ukuran 4 mm. Isolat *Aspergillus* spp. diinokulasikan ke tengah cawan petri dengan menggunakan jarum *ent.* Cawan petri yang telah diinokulasi cendawan *Aspergillus* spp. ditutup rapat dengan plastik *wrap* lalu diberi label sesuai perlakuan dan diinkubasi selama 7 hari pada suhu ruang. Perkembangan cendawan *Aspergillus* spp. diamati pada ketiga media.

3.4.2 Percobaan kedua : Uji Virulensi cendawan *Aspergillus* spp. terhadap *Helopeltis* sp.

3.4.2.1 Penyediaan Serangga Uji *Helopeltis* sp.

Nimfa dan imago *Helopeltis* sp. diperoleh dari hasil penangkapan di kebun kakao Politeknik Negeri Lampung (Polinela). *Helopeltis* sp. selanjutnya dibawa ke Laboratorium Ilmu Hama tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Lampung dan diletakkan di dalam stoples plastik dan diberi makanan berupa mentimun yang masih segar. Penggantian pakan dilakukan setiap 2 hari sekali. Setelah imago bertelur, mentimun yang digunakan sebagai tempat bertelur dipisahkan ke dalam stoples baru. Setelah menetas nimfa dipindahkan ke dalam stoples yang baru dan diberi mentimun, dan untuk pengujian virulensi menggunakan nimfa *Helopeltis* sp. instar 3. Untuk masing-masing serangga uji yaitu *Helopeltis* sp. pada satuan percobaan menggunakan 10 ekor serangga dengan jumlah keseluruhan 990 ekor serangga uji.

3.4.2.2 Pembuatan Suspensi Spora Cendawan *Aspergillus* spp.

Suspensi spora cendawan *Aspergillus* spp. yang berumur 7 hari dipanen dengan cara menambahkan 10 ml 0,1% Tween 80 steril sebagai bahan perata ke dalam cawan petri yang berisi koloni pertumbuhan cendawan *Aspergillus* spp. Spora dilepaskan dari media dengan menggunakan *drigalsky*. Kemudian suspensi tersebut disaring dimasukkan ke dalam tabung Erlenmeyer dan di *shaker* agar homogen. Kerapatan spora dihitung 10^8 spora/ml.

3.4.2.3 Aplikasi Suspensi Spora Cendawan *Aspergillus* spp. pada *Helopeltis* sp.

Masing-masing suspensi spora cendawan *Aspergillus* spp. yang telah diperoleh, dimasukkan ke dalam masing-masing sprayer atau alat semprot sebanyak 10 ml/botol kemudian dilakukan kalibrasi. Suspensi disemprotkan ke serangga hama *Helopeltis* sp. nimfa instar 3 dengan jarak 15 cm dari serangga uji. Setiap ulangan berisi berisi 10 ekor *Helopeltis* sp. dan diulang sebanyak 3 kali per perlakuan. Pada perlakuan kontrol hanya disemprot dengan 0,1% Tween 80. Setelah penyemprotan selesai dilakukan, serangga-serangga tersebut dipindahkan ke stoples baru yang berisi pakan alternatifnya berupa mentimun. Pakan diganti setiap 2 hari sekali tanpa dilakukan penyemprotan suspensi kembali.

3.5 Pengamatan

Variabel yang diamati pada penelitian ini antara lain:

3.5.1 Sporulasi Cendawan *Aspergillus* spp.

Pengamatan sporulasi cendawan *Aspergillus* spp. dilakukan dengan cara mengambil 1 ml suspensi spora kemudian ditetaskan pada *Haemocytometer* dan dilakukan penghitungan menggunakan mikroskop binokuler dengan perbesaran 400x. Penghitungan sporulasi dilakukan dengan cara memilih 5 kotak pada *Haemocytometer*, tiap kotak tersebut dihitung dan dirata-rata nilainya. Sporulasi dihitung dengan menggunakan rumus Syahnen *et al.* (2014) sebagai berikut:

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

Keterangan : S = Jumlah spora
 R = Jumlah rata-rata spora pada 5 bidang pandang *haemocytometer*
 K = Konstanta koefisien alat ($2,5 \times 10^5$)
 F = Faktor pengenceran yang dilakukan

3.5.2 Viabilitas Spora Cendawan *Aspergillus* spp.

Sebanyak 25 µl suspensi spora *Aspergillus* spp. ditetaskan pada 3 (tiga) titik pada media PDA, SDA, dan CMA HIMEDIA[®] kemudian diinkubasi selama 10 jam. Setelah itu, spora *Aspergillus* spp. diamati di bawah mikroskop binokuler dengan perbesaran 400x. Spora dihitung berkecambah apabila panjang bulu kecambah berukuran 2x panjang diameter konidia (Espinel-Ingroff, 2000). Viabilitas spora dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Syahnen *et al.*, 2014) :

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

3.5.3 Mortalitas Nimfa *Helopeltis* sp. setelah Aplikasi

Pengamatan mortalitas / kematian *Helopeltis* sp. dilakukan setiap hari sejak 1 hari setelah aplikasi yaitu 12 jam sampai nimfa menjadi imago atau sampai semua serangga uji mati. Nimfa *Helopeltis* sp. yang diduga terinfeksi cendawan *Aspergillus* spp. dipisahkan dalam wadah untuk dilembabkan dengan cara dimasukkan ke dalam cawan petri yang sudah dilapisi tisu basah kemudian diinkubasi. Persentase mortalitas nimfa dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh diuji homogenitasnya dengan Uji Barlett dan keaditifan data diuji dengan Uji Tukey. Jika asumsi terpenuhi maka data dianalisis dengan sidik ragam dan perbedaan nilai tengah perlakuan diuji dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% menggunakan program SAS.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Dari hasil penelitian dapat diambil simpulan sebagai berikut :

1. Sepuluh isolat cendawan *Aspergillus* spp. koleksi LBFPF Universitas Lampung mempunyai pengaruh yang berbeda dalam memproduksi spora pada media PDA, SDA, dan CMA , tetapi tidak sepenuhnya dipengaruhi oleh media tumbuh namun juga terlihat dipengaruhi oleh jenis isolat.
2. Jenis isolat dan media yang digunakan (PDA, SDA, dan CMA) tidak berpengaruh terhadap viabilitas spora yang dihasilkan oleh cendawan *Aspergillus* spp. koleksi LBFPF Universitas Lampung.
3. Cendawan *Aspergillus* spp. koleksi LBFPF Universitas Lampung mempunyai tingkat virulensi yang berbeda-beda dalam menginfeksi *Helopeltis* sp.. Perlakuan AS1SDA menimbulkan mortalitas tertinggi yaitu sebesar 56,67% dan perlakuan AS10CMA dan AS5SDA mempunyai mortalitas terendah yaitu hanya sebesar 6,67% pada 7 hsa.

5.2 Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai identifikasi 10 isolat *Aspergillus* spp. hingga tingkat spesies menggunakan metode analisis molekuler.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriani, R. 2006. Usaha Pengendalian Pencemaran Lingkungan Akibat Penggunaan Pestisida Pertanian. *Jurnal Kesehatan Lingkungan* 3(1): 95-106.
- Ali, S.R.M., A.J. Fradi, & A.M. Al-Aaraji. 2016. Comparison Between Different Cultural Medium on the Growth of Five *Aspergillus* Species. *Word Journal of Pharmaceutical Research* 5(8): 09-16.
- Atmadja, W.R. 2003. Status *Helopeltis antonii* sebagai Hama pada Beberapa Tanaman Perkebunan dan Pengendaliannya. *Jurnal Litbang Pertanian* 22(2): 57–62.
- Bhabhra, R. & D. S. Askew. 2005. Thermotolerance and Virulence of *Aspergillus fumigatus*: Role of the Fungal Nucleolus. *Medical Mycology* 43(1): 87–93.
- Bordoloi, M., M. Madhab, P. Dutta, T. Borah, S.C. Nair, I. Phukan, S. Debnath, & B.K. Barthakur. 2012. Potential of Entomopathogenic Fungi for the Management of *Helopeltis theivora* (Waterhouse). *Two and a Bud* 59: 21-23.
- Borrer, D.J., C.A. Triplehorn, & N.F. Jhonson. 1996. *Pengenalan Pelajaran Serangga*. Edisi VI. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 1083 hal.
- Cloyd, R. 1999. The Entomopathogen *Verticillium lecanii*. *Midwes Biological Control News Online* 6(12). 1 hal.
- Derakhasan, A., R.J. Rabindra., B. Ramanujam., & M. Rahimi. 2008. Evaluation of Different Media and Methods of Cultivation on the Production and Viability of Entomopathogenic Fungi *Verticillium lecanii* (Zimm) Viegas. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 11(11): 1506-1509.
- Direktorat Perlindungan Perkebunan. 2002. *Musuh Alami, Hama dan Penyakit Tanaman Kakao Edisi Kedua*. Departemen Pertanian, Jakarta. 63 hal.

- Domsch, K.H., W. Gams, & T.H. Anderson. 1993. *Compendium of Soil Fungi*. Federal Republic of Germany, IHW Verlag. 859 hal.
- El Damir, M. 2006. Effect of Growing Media and Water Volume on Conidial Production of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. *Journal of Biological Sciences* 6(2): 269-274.
- Espinel-Ingroff, A. 2000. Germinated and Nongerminated Conidial Suspensions for Testing of Susceptibilities of *Aspergillus* spp. to amphotericin B, Itraconazole, Posaconazole, Ravuconazole, and Voriconazole. *Antimicrobial agents and chemotherapy* 45(2): 605-607.
- Firdausil, A.B., Nasriati, & A. Yani. 2008. *Teknologi Budidaya Kakao*. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Bogor. 26 hal.
- Francisco, E.A., D.A. Mochi, A.C.B. Correia, & A.C. Monteiro. 2006. Influence of Culture Media in Viability Test of Conidia of Entomopathogenic Fungi. *Ciencia Rural* 36(4): 1309-1312.
- Gibbons, J. G. & A. Rokas. 2013. The Function and Evolution of the *Aspergillus* Genome. *Trends in Microbiology* 21(1): 14–22.
- Gupta, M., K. Manisha, & Grover. 2012. Effect of Various Media Types on the Rate of Growth of *Aspergillus niger*. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences* 2(2): 141-144.
- Hamdani, Yaherwandi, & Trizelia. 2011. Potensi Cendawan Entomopatogen Indigenus sebagai Pengendali Hayati Hama Penggerek Buah Kakao, *Conopomorpha cramerella* Snell (Lepidoptera: Gracillariidae). *Manggara* 12(2): 75-80.
- Hase, V. & S. Nasreen. 2017. Influence of Different Culture Media on Growth of Plant Pathogenic Fungi. *International Journal of Multidisciplinary Research and Development* 4(1): 67-70.
- Hussain, A. MY. Tian, YR. He, L. Ruan, & S. Ahmed. 2010. In vitro and in vivo culturing impacts on the virulence characteristics of serially passed entomopathogenic fungi. *Journal of Food Agriculture & Environment* 8(3&4): 481-487.
- Ingle, Y.V. 2014. Effect of Different Growing Media on Mass Production of *Nomuraea rileyi*. *International Journal of Environmental Sciences* 4(5): 1006-1014.

- Inglis, G.D., M.S. Goettel, T.M. Butt, & H. Strasser. 2001. Use of Hypomycetous fungi for managing insect pest. in *Fungi as Biocontrol Agents: Progress, Problems, and Potential*. Edited by T.M. Butt, C.W. Jackson, and N. Magan. CAB International. United Kingdom. 47 hal.
- Karmawati, E. & T.L. Mardiningsih. 2005. Hama *Helopeltis* spp. pada Jambu Mete dan Pengendaliannya. *Perkembangan Teknologi Tanaman Rempah dan Obat XVII*(1): 1–6.
- Kucera, M. 1971. Toxin of the entomophagous fungus *Beauveria bassiana*: Effect of nitrogen sources on formation of the toxic protease in submerged culture. *Journal Invertebrata Pathology* (17): 211–215.
- Lecuona, R., J.L. Clement, G. Riba, C. Joulie, & P. Juarez. 1997. Spore Germination and Hyphal Growth of *Beauveria* spp. on Insect Lipids. *Journal of Economic Entomology* 90(1): 119-123.
- Machida, M. & K. Gomi. 2010. *Aspergillus: Molecular Biology and Genomics*. in *An overview of the genus Aspergillus* by J. W. Bennet. Caister Academic Press. Jepang. 238 hal.
- Maldonado-Blanco, M.G., J.L Gallegos-Sandoval, G. Fernandez-Pena, C.F. Sandoval-Coronando & M. Elias-Santos. 2014. Effect of culture medium on the production and virulence of submerged spores of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* against larvae and adults of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Biocontrol Science and Technology* 24(2): 180-189.
- Pandey, A.K. & K.R. Kanaujia. 2005. Effect of Different Grain Media On Sporulation, Germination and Virulence of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin against *Spodoptera litura* Fabricius Larvae. *Journal Biological Control* 19(2): 129-133.
- Pasaru, F., A. Anshary, T. Kuswinanti, Mahfudz, & Shahabuddin. 2014. Prospective of Entomopathogenic Fungi Associated with *Helopeltis* spp. (Hemiptera: Miridae) on Cacao Plantation. *International Journal of Current Research and Academic Review* 2(11): 227-234.
- Prayogo, Y., W. Tengkan, & Marwoto. 2005. Prospek Cendawan Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* untuk Mengendalikan Ulat Grayak *Spodoptera litura* pada Kedelai. *Jurnal Litbang Pertanian* 24(1): 19-26.

- Safavi, S.A., F.A. Shah, A.K Pakdel, G.R Rasoulia, A.R. Bandani & T.M. Butt. 2007. Effect of nutrition on growth and virulence of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. *FEMS Microbiology Letters* 251: 116-123.
- Samsinakova, A., S. Misikova, & J. Leopold. 1971. Action of enzymatic systems of *Beauveria bassiana* on the cuticle of the greater wax moth larvae *Galleria mellonella*. *Journal Invertebrata Pathology* (18): 322–330.
- Samson, R.A., H.C. Evans, & J.P. Latge. 1988. *Atlas of Entomopathogenic Fungi*. Tokyo. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York, London. 198 pp.
- Semenguk, B. 2016. Eksplorasi dan Inventarisasi Cendawan Entomopatogen yang Diisolasi dari Pertanaman Jagung di Beberapa Kabupaten/Kota Provinsi Lampung. (*Skripsi*). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 35 hal.
- Senthamizhselvan, P., J. Alice, R.P. Sujeetha, & C. Jeyalakshmi. 2010. Growth, Sporulation and Biomass Production of Native Entomopathogenic Fungal Isolates on a Suitable Medium. *Journal of Biopesticides* 3(2): 466 – 469.
- Shah, F.A., C.S. Wang & T.M. Butt. 2005. Nutrition influences growth and virulence of the insect-pathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. *FEMS Microbiology Letters* 251: 259–266.
- Sharma, G. & R.R. Pandey. 2010. Influence of Culture Media on Growth, Colony Character and Sporulation of Fungi Isolated from Decaying Vegetable Wastes. *Journal of yeast and Fungal Research* 1(8): 157-164.
- Shubha, S., G.B. Santoshgowda, & A.A. Rama. 2014. Studies on Biodiversity of Entomopathogenic Fungi Isolated from all the Agro-Climatic Zones of Karnataka. *Acta Biologica Idica* 3(1): 574-579.
- Siswanto & E. Karmawati. 2012. Pengendalian Hama Utama Kakao (*Conopomorpha cramerella* dan *Helopeltis* spp.) dengan Pengendalian Nabati dan Agen Hayati. *Perspektif* 11(2): 103-112.
- Susniahti, N., Sudarjat, & M.S. Sianipar. 2005. Pengujian potensi jamur entomopatogen *Paecilomyces fumosoroseus* Baoner terhadap ulat daun kubis *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae). *Laporan Penelitian*. Universitas Padjadjaran. Jawa Barat. 37 hal.
- Syahnen, D.D.N. Sirait, & S.E.B. Pinem. 2014. Teknik Uji Mutu Agens Pengendali Hayati (APH) di Laboratorium. Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan, Medan. 10 hal.

Wardojo, S. 1992. Major Pest and Diseases of Cocoa in Indonesia. Pp. 63 – 67 In: Keane, P.J & Putter, C.A.J (eds.). Cocoa Pest and Diseases Management in Southeast Asia and Australia. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 213 pp.

Yang, Y., Y. Zhang, M. Wang, S. Li, X. Ma, & Z. Xu. 2015. Bioefficacy of Entomopathogenic *Aspergillus* Starins Against the Melon Fly, *Bactrocera cucurbitae* (Diptera : Miridae). *Appl Entomol Zool.* 50(4): 443-449.