

**EKSPLORASI DAN INVENTARISASI CENDAWAN ENTOMOPATOGEN
YANG DIISOLASI DARI PERTANAMAN JAGUNG DI BEBERAPA
KABUPATEN/KOTA PROVINSI LAMPUNG**

(Skripsi)

Oleh

Bihikmi Semenguk



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRAK

EKSPLORASI dan INVENTARISASI CENDAWAN ENTOMOPATOGEN yang DIISOLASI dari PERTANAMAN JAGUNG di BEBERAPA KABUPATEN/KOTA PROVINSI LAMPUNG

Oleh

BIHIKMI SEMENGGUK

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dan menginventarisasi cendawan entomopatogen dari beberapa daerah sentra produksi jagung di Provinsi Lampung sehingga dapat digunakan sebagai agensia pengendali hayati (APH) khususnya hama tanaman jagung. Metode penelitian meliputi penyiapan larva serangga umpan (*Tenebrio molitor*), penyiapan media *potato dextrose agar*, eksplorasi cendawan entomopatogen dari serangga mati di lapang, isolasi cendawan dari serangga mati, eksplorasi cendawan entomopatogen menggunakan umpan larva serangga (*T. molitor*), penetapan cendawan entomopatogen (*postulat koch*) menggunakan larva *Spodoptera* spp., penghitungan persentase mortalitas *Spodoptera* spp.. Pengambilan sampel tanah dilakukan di beberapa kabupaten/kota di Provinsi Lampung yaitu Kota Bandar Lampung, Kabupaten Lampung Selatan, Kabupaten Lampung Timur dan Kabupaten Pesawaran. Sedangkan isolasi dan identifikasi cendawan entomopatogen yang didapatkan dilakukan di Laboratorium Hama Tumbuhan dan Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang dilaksanakan pada

bulan Januari hingga Mei 2016. Berdasarkan hasil penelitian terdapat 16 isolat cendawan dari lahan pertanaman jagung di beberapa kabupaten/kota di Provinsi Lampung dan hanya terdapat 8 cendawan yang merupakan entomopatogen antara lain satu isolat teridentifikasi sebagai *Metarhizium* sp., dua isolat teridentifikasi sebagai *Beauveria* sp., satu isolat teridentifikasi sebagai *Penicillium* sp., dan empat isolat teridentifikasi sebagai *Aspergillus* spp. Persentase mortalitas penularan kembali ke larva *Spodoptera* spp. berkisar antara 25-89,29%.

Kata kunci : Cendawan Entomopatogen, Eksplorasi, Jagung, Lampung.

**EKSPLORASI DAN INVENTARISASI CENDAWAN ENTOMOPATOGEN
YANG DIISOLASI DARI PERTANAMAN JAGUNG DI BEBERAPA
KABUPATEN/KOTA PROVINSI LAMPUNG**

Oleh

Bihikmi Semenguk

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN

Pada

Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

Judul Skripsi : **EKSPLORASI DAN INVENTARISASI
CENDAWAN ENTOMOPATOGEN YANG
DIISOLASI DARI PERTANAMAN JAGUNG
DI BEBERAPA KABUPATEN/KOTA
PROVINSI LAMPUNG**

Nama Mahasiswa : **Bihikmi Semenguk**

No. Pokok Mahasiswa : 1214121039

Jurusan : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



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



Ir. Indriyati
NIP 19601019 198603 2 004

2. Ketua Jurusan Agroteknologi



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

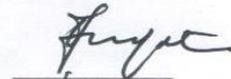
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

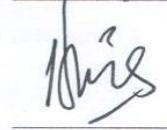
Ketua : Yuyun Fitriana, S.P., M.P., Ph.D.



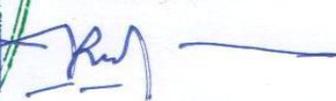
Sekretaris : Ir. Indriyati



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



Dekan Fakultas Pertanian


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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 22 November 2016

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “EKSPLORASI DAN INVENTARISASI CENDAWAN ENTOMOPATOGEN YANG DIISOLASI DARI PERTANAMAN JAGUNG DI BEBERAPA KABUPATEN/KOTA PROVINSI LAMPUNG” 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 dikemudian 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, November 2016

Penulis,



Bihikmi Semenguk
NPM 1214121039

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung pada tanggal 18 Juni 1994. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara, dari pasangan Khairuddin, M.Pd dan Bareda (almarhumah). Penulis telah menyelesaikan pendidikan di TK Tutwuri Handayani pada tahun 2000, SDN 1 Gunung Terang pada tahun 2006, MTsN 2 Bandar Lampung pada tahun 2009, dan SMKN 2 Bandar Lampung pada tahun 2012. Pada tahun yang sama, penulis diterima sebagai mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Lampung Jurusan Agroteknologi melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Penulis telah melaksanakan Praktik Umum pada tahun 2015 di Laboratorium Pengamatan Hama Penyakit Tanaman Pangan, Pandak, Bantul, Yogyakarta. Pada tahun 2016 penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Negeri Ratu, Kecamatan Pubian, Kabupaten Lampung Tengah. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten mata kuliah Kewirausahaan (2015), Mikrobiologi (2016), Pengendalian Terpadu HPT (2016) dan Pestisida Pertanian (2016). Selain itu, penulis juga aktif dalam organisasi Persatuan Mahasiswa Agroteknologi (PERMA AGT) sebagai anggota Bidang Minat dan Bakat.

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

Universitas Lampung

MOTTO

“Engkau tak dapat meraih ilmu kecuali dengan enam hal yaitu, cerdas, selalu ingin tahu, tabah, punya bekal dalam menuntut ilmu, bimbingan dari guru dan dalam waktu yang lama”

(Ali bin Abi Thalib)

“Tidak ada makanan yang lebih baik daripada hasil usaha tangan sendiri”

(HR. Bukhari)

“Mandiri dalam bekerja, Merdeka dalam berkarya”

(Endang Soekamti)

“Ketidaktahuan bukanlah hal buruk, namun ketidakingintahuan adalah hal sangat buruk”

(Bihikmi Semenguk)

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, dan karunia yang senantiasa dicurahkan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Eksplorasi dan Inventarisasi Cendawan Entomopatogen yang Diisolasi dari Pertanaman Jagung di Beberapa Kabupaten/Kota Provinsi Lampung”**.

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 hingga selesai.
2. Ir. Indriyati, selaku pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, nasehat, masukan, saran, dan ide selama penulis melakukan penelitian dan penulisan skripsi hingga selesai.
3. Prof. Dr. Ir. Purnomo, M.S., selaku pembahas dan Ketua Minat Studi Proteksi Tanaman 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 Universitas Lampung.
7. Ir. M. A. Syamsul Arif, M.Sc., Ph. D. selaku dosen Pembimbing Akademik.
8. Kedua orang tua Khairuddin dan Nurhidayah yang selalu memberikan kasih sayang, cinta, nasehat, motivasi dan doa kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan di Universitas Lampung.
9. Kedua kakak tercinta Aprizal Darius dan Yulisa Khairida yang selalu sabar dalam memberi semangat sampai penulis dapat menyelesaikan skripsi.
10. Eko Andrianto, S.P yang telah memberikan saran, masukan, nasehat serta ilmu yang sangat bermanfaat bagi penulis dalam melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi.
11. Seluruh anggota Virus Family terkhusus Alvindo, Ardi, Aria, Arif, Arsie, Bagus, Budi, Ikhvan, Riyanto dan Syepriadi atas persahabatan dan motivasi yang diberikan kepada penulis.
12. Teman-teman seperjuangan Adam, Anang, Danny, Dina, Dea, Dwi, Dinny, Emmy, Mega atas doa, dukungan dan kebersamaan yang tak terlupakan.
13. Fransiska Dina, Widyaningrum Alita, Mas Jeny, dan Pak Paryadi atas bantuan yang telah diberikan kepada penulis.
14. Keluarga Agroteknologi yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

15. Terkhusus untuk wanita yang tak henti-hentinya memberikan semangat dalam hidup penulis selama ini yaitu Siti Nur Azizah, bukan hanya disanwacana ini namamu diletakan diakhir, namun dihidup ini juga insyaallah menjadi yang terakhir. Terimakasih untuk segalanya.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, November 2016

Penulis

Bihikmi Semenguk

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Kerangka Pemikiran	3
1.4 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tanaman Jagung	6
2.2 Pengendalian Hayati	7
2.3 Cendawan Entomopatogen	8
2.3.1 <i>Beauveria bassiana</i>	9
2.3.2 <i>Metarhizium anisopliae</i>	10
2.3.3 <i>Aspergillus</i> sp.	11
2.3.4 <i>Penicillium</i> sp.....	12
III. BAHAN DAN METODE	13
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	13
3.2 Bahan dan Alat	13

3.3 Pelaksanaan Penelitian	14
3.3.1 Penyiapan Larva Serangga Umpan	14
3.3.2 Pembuatan Media PDA (<i>Potato Dextrose Agar</i>)	14
3.3.3 Eksplorasi Cendawan Entomopatogen	15
3.3.4 Isolasi Cendawan dari Serangga Mati	16
3.3.5 Pengumpulan Cendawan menggunakan Serangga.....	16
3.3.6 Isolasi Cendawan Hasil Eksplorasi	17
3.3.7 Penetapan Cendawan Entomopatogen (<i>Postuat Koch</i>)	17
3.3.8 Persentase Mortalitas <i>Spodoptera</i> spp.	18
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Hasil Eksplorasi Cendawan dari Tanah Sampel.....	19
4.2 Hasil Eksplorasi Cendawan dari Serangga Mati di Lapang	19
4.3 Penetapan Cendawan Entomopatogen (<i>Postulat Koch</i>)	22
4.4 Mortalitas <i>Spodoptera</i> spp. setelah Aplikasi	23
4.5 Hasil Identifikasi Cendawan yang Berpotensi sebagai Agensia Hayati..	26
4.5.1 <i>Metarhizium</i> sp.	26
4.5.2 <i>Beauveria</i> sp.	27
4.5.3 <i>Penicillium</i> sp.	27
4.5.4 <i>Aspergillus</i> sp.	29
V. KESIMPULAN DAN SARAN	34
5.1 Kesimpulan.....	34
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN.....	41

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Isolat cendawan hasil eksplorasi	20
2. Waktu dan jumlah kematian larva <i>Spodoptera</i> spp.....	25
3. Isolat hasil <i>Postulat Koch</i>	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Beauveria bassiana</i> (Nuraida & Hasyim, 2009).....	10
2. <i>Metarhizium anisopliae</i> (Nuraida & Hasyim, 2009).....	10
3. <i>Aspergillus fumigates</i> (Indria <i>et al.</i> , 2013).....	11
4. <i>Aspergillus niger</i> (Samson <i>et al.</i> , 2013).....	11
5. <i>Penicillium</i> sp (Marie-Alix <i>et al.</i> , 2016).....	12
6. Petak pengambilan sampel.....	15
7. Serangga umpan larva (<i>Tenebrio molitor</i>).....	21
8. Serangga mati di lapang asal Desa Natar.....	22
9. Larva <i>Spodoptera</i> spp. hasil <i>Postulat Koch</i>	23
10. Mortalitas <i>Spodoptera</i> spp. setelah aplikasi cendawan.....	24
11. Cendawan <i>Metarhizium</i> sp secara mikroskopis.....	26
12. Cendawan <i>Beauveria</i> sp secara mikroskopis.....	27
13. Cendawan <i>Penicillium</i> sp secara mikroskopis.....	28
14. Cendawan <i>Aspergillus</i> spp secara mikroskopis.....	29
15. Pemeliharaan dan pemberian pakan <i>Spodoptera</i> spp.....	41
16. Pemeliharaan dan pemberian pakan <i>Tenebrio molitor</i>	42
17. Ekplorasi cendawan entomopatogen.....	42

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Jagung (*Zea mays*) memiliki nilai ekonomi yang cukup penting di Indonesia karena merupakan tanaman pangan kedua setelah padi. Jagung sebagai bahan pangan memiliki kandungan gizi seperti karbohidrat, vitamin B12, asam lemak esensial, isoflavon, mineral Fe, dan provitamin A. Selain sebagai bahan pangan, jagung juga digunakan sebagai bahan baku industri makanan dan pakan ternak (Krisnamurti, 2010).

Pertambahan jumlah penduduk dan berkembangnya usaha peternakan dan industri yang menggunakan bahan baku jagung, menyebabkan kebutuhan terhadap jagung semakin meningkat. Di Provinsi Lampung, rata-rata produksi jagung tahun 2014 mencapai 5,1 ton/hektar (Biro Pusat Statistik, 2015). Di Indonesia, produksi jagung rata-rata hanya mencapai 4,9 ton/hektar dan apabila dibandingkan dengan produksi jagung di negara-negara maju produksi tersebut masih sangat rendah karena rata-rata negara maju memproduksi rata-rata 8 ton/hektar (Prabowo, 2005).

Salah satu kendala dalam budidaya jagung adalah serangan organisme pengganggu tanaman (OPT). Beberapa hama yang sering dijumpai pada

pertanaman jagung antara lain ulat grayak (*Spodoptera* spp.), penggerek batang jagung (*Ostrinia furnacalis*), penggerek tongkol jagung (*Helicoverpa armigera*), lalat bibit (*Atherigona* sp.), belalang (*Locusta migratoria* dan *Oxya chinensis*), dan kutu daun (*Myzus persicae*) (Krisnamurti, 2010).

Selama ini penggunaan pestisida untuk pengendalian OPT oleh banyak petani seringkali tidak ekonomis karena digunakan secara berlebihan dan tidak teratur sehingga menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan, keracunan pada manusia, resurgensi, resistensi hama dan matinya musuh alami. Oleh karena itu, diperlukan suatu konsep pengendalian hama dan penyakit yang berkelanjutan dan terpadu yang berpangkal pada prinsip-prinsip ekologi. Pemerintah menganjurkan agar dalam upaya pelaksanaan pengendalian hama berdasarkan atas konsep PHT (pengendalian hama terpadu). Program PHT merupakan teknologi berwawasan lingkungan yang berprinsip pada pendekatan ekologis, ekonomis dan sosial budaya (Adolpina & Rugaya, 2008).

Salah satu teknik pengendalian hama terpadu adalah pemanfaatan dan pelestarian agensia hayati. Agensia hayati merupakan faktor pengendali hama penting yang perlu dilestarikan dan dikelola agar mampu berperan secara maksimum dalam pengaturan populasi hama di lapang. Secara alamiah, agensia hayati menjadi komponen utama dalam pengendalian alami yang dapat mempertahankan semua organisme pada ekosistem tersebut berada dalam keadaan seimbang. Agensia hayati yang berada di alam terdiri atas : predator, parasitoid, dan patogen (Marwoto, 2007).

Eksplorasi agensia hayati merupakan langkah awal dari pelaksanaan teknik-teknik pengendalian hayati. Kegiatan ini didasarkan atas fenomena alam bahwa ada hubungan yang tidak dapat dipisahkan antara OPT dan musuh alaminya, jika ada tekanan pada lingkungan yang ekstrem tentunya keberadaan musuh alami akan terguncang. Untuk itu perlu adanya upaya pelestarian, dengan cara mengeksplorasi musuh alami tersebut agar dapat dikembangkan dan diperbanyak, serta dimanfaatkan untuk pengendalian.

Kegiatan eksplorasi dapat dilakukan dengan cara mencari spesimen di lapangan, berupa serangga yang diduga terinfeksi cendawan entomopatogen dan serangga yang sehat (tidak terinfeksi cendawan), bagian tanaman (daun, akar, batang) dan tanah di sekeliling tanaman (Herdatiarni *et al.*, 2014).

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dan menginventarisasi cendawan entomopatogen dari beberapa daerah sentra produksi jagung di Provinsi Lampung sehingga dapat digunakan sebagai agensia pengendali hayati (APH) khususnya hama tanaman jagung.

1.3 Kerangka Pemikiran

Selama ini, pengendalian hama jagung masih bertumpu pada penggunaan insektisida berbahan kimia sintetis seperti monokrotofos dan karbofuran (Anonim, 2013). Dampak negatif dari penggunaan bahan-bahan kimia sintetis yang bersifat racun dapat menyebabkan munculnya hama-hama sekunder, musnahnya jenis-jenis yang bermanfaat, serta adanya residu pestisida yang tinggi pada komponen biotik dan abiotik dalam agroekosistem sehingga mengganggu kesehatan manusia

dan keseimbangan lingkungan. Dengan semakin meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya kualitas lingkungan hidup yang baik, maka pengendalian serangga hama yang bertumpu pada penggunaan pestisida kimia sintetis harus ditekan seminimal mungkin. Berdasarkan dampak penggunaan pestisida tersebut, maka perlu dikembangkan cara pengendalian lain yang lebih efektif murah, aman, dan ramah lingkungan.

Salah satu alternatif pengendalian yang banyak diteliti dan dikembangkan adalah dengan pemanfaatan agensia hayati salah satunya cendawan entomopatogen (Soetopo & Indrayani, 2007). Beberapa laporan menyebutkan bahwa cendawan entomopatogen yang didapat dari hasil eksplorasi dapat digunakan untuk mengendalikan serangga hama. Hasil eksplorasi yang dilakukan oleh Rosmini & Sri (2010) pada lahan pertanaman padi di Kabupaten Donggala mendapatkan lima isolat cendawan antara lain *Beauveria* sp., *Metarhizium* sp., *Aspergillus* sp., *Claadosporium* sp. dan *Fusarium* sp., dua diantara lima isolat tersebut berpotensi sebagai entomopatogen karena dapat menyebabkan mortalitas terhadap nimfa *Nephotetiz virescens* sebesar 80,75% dan 80,25% yaitu isolat cendawan *Metarhizium* sp. dan *Beauveria* sp., namun tiga isolat lainnya hanya menyebabkan mortalitas <60%. Herdatiarni *et al.* (2012) melaporkan bahwa eksplorasi pada pertanaman jagung di Batu, Malang mendapatkan tiga isolat cendawan entomopatogen yang teridentifikasi sebagai *Beauveria* sp. dan dapat menyebabkan mortalitas sebesar 80–100% pada larva *Tenebrio molitor*, sedangkan hasil eksplorasi cendawan entomopatogen Utami *et al.* (2014) pada pertanaman kubis di Kabupaten Malang dan Magetan juga mendapatkan enam isolat *Beauveria bassiana* dan dapat menyebabkan mortalitas terhadap *Plutella*

xylostella sebesar 76,7–100%, dan hasil eksplorasi cendawan entomopatogen pada pertanaman sentra produksi sayuran dataran rendah Kota Palembang yang dilakukan oleh Nunilahwati *et al.* (2012), diperoleh 9 isolat cendawan entomopatogen dari genus *B. bassiana* dan menyebabkan mortalitas pada larva *P. xylostella* sebesar 41–83%.

Di Provinsi Lampung, hingga saat ini informasi tentang kelompok cendawan entomopatogen bagi hama utama pertanaman jagung masih kurang. Berdasarkan hal tersebut, maka sangatlah perlu untuk melakukan penelitian tentang eksplorasi dan inventarisasi cendawan entomopatogen di Lampung untuk digunakan sebagai salah satu agensia hayati terhadap hama pada tanaman jagung.

1.4 Hipotesis

Dari kerangka pemikiran yang telah disebutkan diatas dapat diambil hipotesis bahwa di lahan pertanaman jagung terdapat cendawan entomopatogen yang berperan sebagai agensia pengendali hayati (APH) khususnya pada hama tanaman jagung.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Jagung

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu tanaman pangan dunia yang terpenting, selain padi dan gandum. Sebagai sumber karbohidrat utama, di Amerika Tengah dan selatan, jagung juga menjadi alternatif sumber pangan di Amerika Serikat. Penduduk beberapa daerah di Indonesia (misalnya di Madura dan Nusa Tenggara) juga menggunakan jagung sebagai pakan ternak (hijauan maupun tongkolnya), diambil minyaknya (dari biji), dibuat tepung (dari biji yang dikenal dengan istilah tepung jagung maizena), dan bahan baku industri (dari tepung biji dan tepung tongkolnya) (Iriyanni *et al.*, 2006 dalam Ayuningsih, 2014).

Menurut USDA (1998), tanaman jagung memiliki klasifikasi sebagai berikut :

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

Jagung yang merupakan makanan pokok kedua setelah padi, jagung juga memiliki kandungan gizi seperti karbohidrat dan protein. Secara lebih terinci kandungan gizi yang terdapat pada jagung meliputi pati (72–73%), kadar gula sederhana jagung (glukosa, fruktosa, dan sukrosa) berkisar antara 1–3%. Protein jagung (8–11%) terdiri atas lima fraksi, yaitu: albumin, globulin, prolamin, glutelin, dan nitrogen nonprotein (Suarni & Widowati, 2012).

2.2 Pengendalian Hayati

Pengendalian hayati merupakan komponen utama pengendalian hama terpadu (PHT) seperti pemanfaatan parasitoid, predator atau patogen serangga (entomopatogen). Pengendalian hayati dengan pemanfaatan cendawan entomopatogen berpotensi besar untuk dikembangkan (Effendy, 2010). Di Indonesia, pemanfaatan agensia hayati khususnya cendawan entomopatogen untuk pengendalian hama mulai berkembang pesat sejak abad ke-19 khususnya untuk mengendalikan hama (Jumar, 2000).

Pengendalian hayati terhadap hama dan penyakit tanaman dengan menggunakan mikroorganisme telah dimulai pada tahun 1920 – 1930. Percobaan yang pertama kali dilakukan adalah dengan menggunakan mikroorganisme tanah penghasil antibiotik, namun percobaan ini belum berhasil sehingga penelitian mengenai pengendalian hayati terhenti selama kurang lebih 20 tahun. Perhatian pakar penyakit tumbuhan terhadap metoda pengendalian hayati bangkit kembali di Barkley pada tahun 1963 melalui Simposium Internasional Pengendalian Hayati dengan tema "*Ecology of Soilborne Plant Pathogen—Prelude to Biological Control*". Saat pestisida sudah dianggap kurang efektif sebagai pembunuh

organisme pengganggu tanaman maka pengendalian secara hayati merupakan suatu solusi yang menjanjikan. Pengendalian secara hayati memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan sistem pengendalian yang lain (Pinem, 2001).

2.3 Cendawan Entomopatogen

Tanah merupakan salah satu tempat untuk melihat keberadaan cendawan entomopatogen di alam. Menurut Sapieha-Waszkiewicz *et al.* (2005), keberadaan cendawan entomopatogen di dalam tanah tergantung pada habitat. Selanjutnya Sosa-Gomez *et al.* (2001) mengemukakan bahwa keanekaragaman cendawan entomopatogen dalam tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kandungan air tanah, kandungan bahan organik, dan suhu. Cendawan entomopatogen lebih mudah didapatkan pada daerah rizosfer. Carlile *et al.* (2001) mengemukakan bahwa populasi mikroorganisme di rizosfer biasanya lebih banyak dan beragam dibandingkan pada tanah bukan rizosfer. Salah satu dari faktor-faktor terpenting yang bertanggung jawab atas terjadinya efek rizosfer adalah variasi yang besar dalam hal senyawa organik yang tersedia di daerah perakaran berupa getah yang dikeluarkan oleh akar, baik secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi kualitas dan kuantitas mikroorganisme di daerah perakaran. Ciri dan jumlah senyawa yang dikeluarkan tergantung pada spesies tanaman, umur, dan kondisi lingkungan tempat tumbuh tanaman (Rao, 1994).

Identifikasi cendawan entomopatogen di rizosfer dapat memberikan informasi mengenai jenis cendawan entomopatogen pada rizosfer tanaman yang selanjutnya dapat digunakan sebagai sumber acuan program pengendalian OPT secara terpadu.

Hasil penelitian Hamdani (2009) menunjukkan adanya keanekaragaman cendawan entomopatogen pada rizosfer pertanaman kakao yang dipengaruhi oleh kondisi agroekosistem seperti jenis tanaman pelindung dan ketinggian tempat, serta teknik budidaya. Selain itu hasil penelitian Samer (2011) juga menunjukkan adanya keanekaragaman cendawan entomopatogen pada rizosfer pertanaman cabai yang dipengaruhi oleh ketinggian tempat.

Kelompok entomopatogen yang dapat digunakan sebagai agensia hayati adalah cendawan entomopatogen. Cendawan entomopatogen yang telah banyak digunakan untuk pengendalian serangga hama secara hayati adalah *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Nomuraea rileyi*, *Paecilomyces fumosoroseus*, *Aspergillus* sp. dan *Verticillium lecanii* (Prayogo, 2006). Cendawan-cendawan ini bersifat patogenik terhadap berbagai jenis serangga dengan kisaran inang yang luas. Kemampuan cendawan entomopatogen dalam mematikan serangga hama bervariasi dan sangat dipengaruhi oleh karakter fisiologi dan genetik cendawan (Trizelia, 2005).

2.3.1 *Beauveria bassiana*

Beauveria bassiana memiliki hifa pendek, hialin lurus, dan tebal. Kelompok hifa muncul dari tengah dengan ukuran panjang 3-4 μm dan lebar 1-2 μm , bentuk koloni berwarna putih, konidia bulat dengan ukuran 2-3 x 2-2,4 μm , hialin, bersel satu, terbentuk secara soliter pada ujung konidiofor, dan melekat pada terigma yang pendek dengan pola pertumbuhan berselang seling, pertumbuhan konidioforanya zigzag (simpodial) (Vandenberg *et al.*, 1988) (Gambar 1).



Gambar 1. *Beauveria bassiana*. Konidia (a); Hifa (b) (Nuraida & Hasyim, 2009). (perbesaran 100x)

2.3.2 *Metarhizium anisopliae*

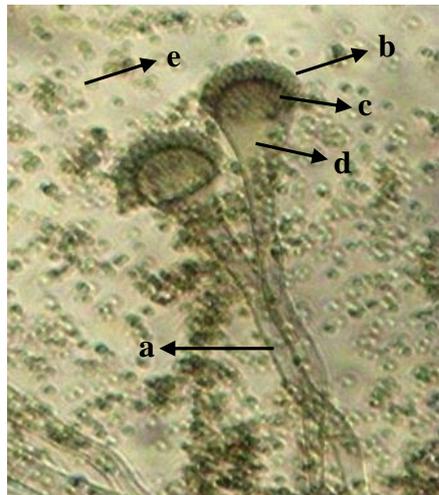
Metarhizium anisopliae mempunyai miselium yang bersekat, konidiofor tersusun tegak dengan ukuran bervariasi antara 4-13,4 μm , berlapis dan bercabang yang dipenuhi dengan konidia, konidia bersel satu berwarna hialin, dan berbentuk bulat silinder. Konidia berukuran panjang 4–7 μm dan lebar 1,43-3,2 μm . Mempunyai fialid dengan ukuran bervariasi antara 6,1–12,9 μm . Koloni cendawan berwarna putih, kemudian berubah menjadi hijau gelap dengan bertambahnya umur (Vandenberg *et al.*, 1988) (Gambar 2).



Gambar 2. *Metarhizium anisopliae*. Konidia (a); Fialid (b) (Nuraida & Hasyim, 2009). (perbesaran 400x)

2.3.3 *Aspergillus* sp.

Aspergillus umumnya adalah cendawan saprofit yang sering dijumpai pada tanah dan substrat organik atau anorganik. Konidianya 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). Beberapa koloni *Aspergillus* memiliki ciri bertepung dengan permukaan berwarna hijau tua keabu-abuan dan hitam. Pengamatan mikroskopis struktur aseksual *Aspergillus* (Gambar 3; Gambar 4).



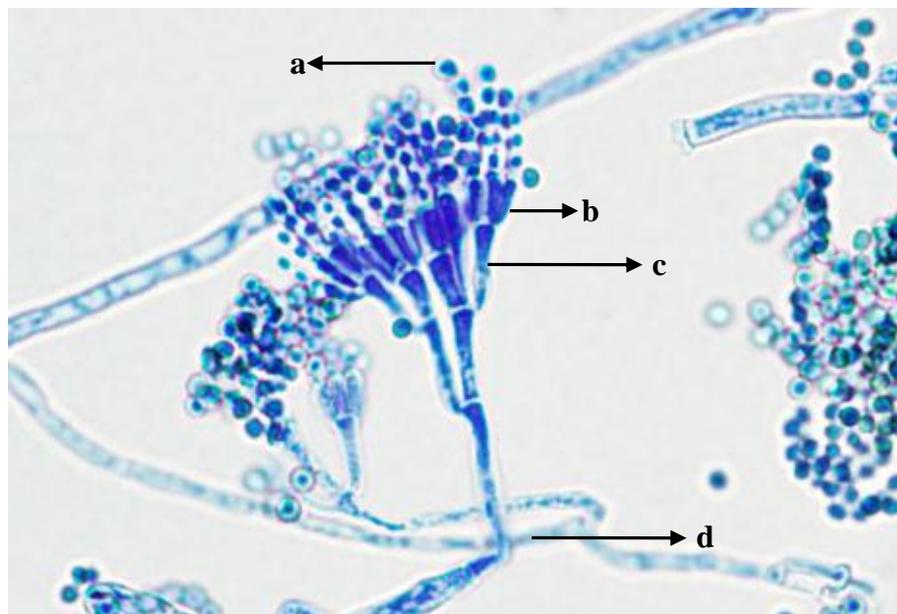
Gambar 3. *Aspergillus fumigates*. Konidiofor (a); Vesikel (b); Metula (c); Fialid (d); Konidia (e) (Indria *et al.*, 2013). (perbesaran 400x)



Gambar 4. *Aspergillus niger*. Konidiofor (a); Vesikel (b); Metula (c); Fialid (d); Konidia (e); Sel kaki (f) (Samson *et al.*, 1995). (perbesaran 400x)

2.3.4 *Penicillium* sp.

Penicillium sp. memiliki konidia berbentuk bulat, oval atau bulat panjang, berwarna hijau abu-abu, konidia terbentuk diujung hifa, umumnya 2-3 tingkat percabangan (Gambar 5). Cendawan *Penicillium* sp. Mempunyai miselium sederhana dan panjang konidiofor tegak dengan percabangan dua-tiga menghadap ke ujung, dalam karakteristik simetris atau tidak simetris berbentuk sapu, percabangan konidiofor berakhir, pada kelompok fialid. Morfologi dan biologi menurut Burges (1981 dalam Nuryatiningsih, 2015), konidiofor berbentuk seperti sapu (*penicillate*) dengan adanya fialid. Konidia terdiri dari 1 sel berbentuk bulat atau oval dan berwarna terang. Diameter konidia yang ditumbuhkan pada media cabang yang lebih rendah biasanya berukuran 3–4,5 μm . Cendawan *Penicillium* sp. ada 136 spesies, diantara spesies-spesies tersebut terdapat 36 spesies yang bersifat entomopatogen.



Gambar 5. *Penicillium* sp. Konidoo (a); Fialid (b); Metula (c); Hifa (d). (Marie-Alix *et al.*, 2016) (perbesaran 400x)

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Sampel tanah diambil dari rizosfer pertanaman jagung di beberapa kabupaten/kota di Provinsi Lampung. Sedangkan isolasi dan identifikasi cendawan entomopatogen yang didapatkan dilakukan di Laboratorium Hama Tumbuhan dan Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari sampai dengan Mei 2016.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel tanah dari rizosfer pertanaman jagung, kentang, agar, *dextrose*, alkohol 70%, akuades, antibiotik (*asam laktat*), kloroks 1%, ulat hongkong (*Tenebrio molitor*), dan ulat grayak (*Spodoptera spp.*).

Sedangkan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah plastik sampel, cangkul, timbangan, cawan petri, tabung erlenmeyer, tabung reaksi, bunsen, *laminar air flow*, gelas ukur, jarum ent, pipet tetes, aluminium foil, plastik wrap, kertas label, nampan, stoples, kain kassa, plastik tahan panas, autoklaf, kamera, timbangan dan alat tulis.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Penyiapan Larva Serangga Umpan

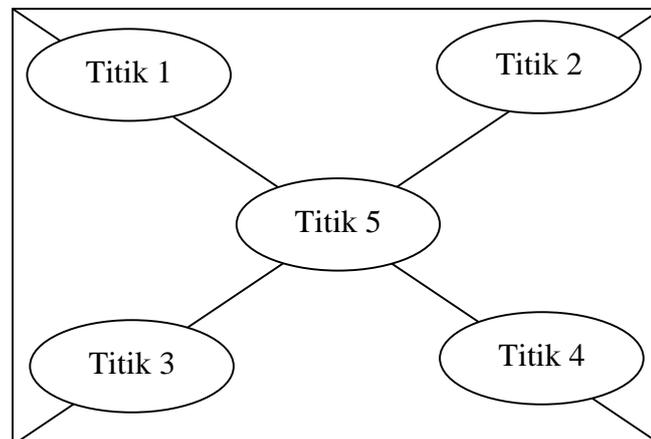
Larva serangga umpan yang digunakan yaitu ulat hongkong *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae), sedangkan larva serangga aplikasi yaitu ulat grayak *Spodoptera* spp. (Lepidoptera: Noctuidae). Ulat hongkong (*T. molitor*) didapat dari toko pakan ternak sedangkan ulat grayak (*Spodoptera* spp.) didapat dari lahan pertanaman jagung pada lokasi survei. Masing-masing larva dipelihara di dalam stoples plastik berdiameter 24 cm dan tinggi 25 cm yang berisi dedak dan tongkol jagung, selanjutnya stoples plastik tersebut ditutup dengan kain kasa dan diinkubasi di suhu ruang.

3.3.2 Pembuatan Media PDA (*Potato Dextrose Agar*)

Media PDA dibuat dengan pencampuran ekstrak kentang, *dextrose* dan agar. Satu liter media PDA membutuhkan 200 g kentang, 20 g *dextrose*, dan 20 g agar. Kentang sebanyak 200 g dipotong kecil sampai berukuran ± 5 mm dan kemudian direbus dalam 1000 ml akuades selama 20 menit. Ekstrak hasil perebusan kentang kemudian disaring dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang telah berisi *dextrose* dan agar hingga volume mencapai 1000 ml. Tabung erlenmeyer yang telah berisi bahan tersebut kemudian dimasak hingga mendidih selanjutnya erlenmeyer ditutup dengan aluminium foil dan dimasukkan ke dalam plastik tahan panas dan disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm selama 15 menit. Setelah media PDA agak dingin sekitar 50°C, media siap dituang ke dalam cawan petri.

3.3.3 Eksplorasi Cendawan Entomopatogen

Eksplorasi cendawan entomopatogen dilakukan dengan survei dan koleksi cendawan entomopatogen dari pertanaman jagung di beberapa kabupaten/kota Provinsi Lampung yaitu Bandar Lampung, Lampung Selatan, Pesawaran dan Lampung Timur. Metode survei yang digunakan adalah sampling acak bertingkat. Dari setiap kabupaten diambil sebanyak tiga desa/kelurahan yang terdapat pertanaman jagung sebagai unit sampel pengamatan. Desa/kelurahan tempat pengambilan sampel antara lain Kota Bandar Lampung (Kelurahan Kemiling Permai, Rajabasa Raya dan Langkapura), Kabupaten Lampung Selatan (Desa Natar, Sukaraja dan Sidosari), Kabupaten Pesawaran (Desa Negeri Katon, Bumiagung dan Rejoagung), Kabupaten Lampung Timur (Desa Margo Toto, Banjar Rejo dan Balerejo). Dari masing-masing desa/lokasi pada hamparan tanaman jagung diambil sebanyak 5 titik sampel secara diagonal (Gambar 6). Sampel yang diambil yaitu serangga mati, serangga hidup dan sampel tanah.



Gambar 6. Petak pengambilan sampel

Sampel serangga mati diambil dari pengamatan secara acak pada hamparan lahan jagung, sedangkan serangga hidup yang diambil yaitu ulat grayak (*Spodoptera* spp.), serangga kemudian dipelihara dan diberi pakan secukupnya di laboratorium.

Sampel tanah diambil dari rizosfer pertanaman jagung sebanyak 500 g per titik sampel, kemudian masing-masing sampel tanah selanjutnya dikomposit menjadi satu dalam kantong plastik berukuran 5 kg. Tanah yang diambil tidak terlalu kering dan tidak terlalu lembab.

3.3.4 Isolasi Cendawan dari Serangga Mati

Metode ini dilakukan dengan pengumpulan serangga yang terinfeksi cendawan di lapangan dengan ditandai adanya miselia cendawan pada permukaan tubuh serangga yang telah mati. Serangga-serangga terinfeksi dikumpulkan dan dibawa ke laboratorium untuk diisolasi. Tubuh serangga dipotong-potong dengan ukuran $\pm 0,5$ cm, kemudian direndam dengan larutan kloroks 1% selama 30 detik untuk mematikan jamur kontaminan, selanjutnya direndam di dalam air steril kemudian dikeringkan dengan kertas saring dan ditumbuhkan pada media PDA. Cendawan yang tumbuh kemudian dimurnikan dengan cara menumbuhkannya kembali ke media PDA steril (Prayogo, 2006).

3.3.5 Pengumpanan Cendawan menggunakan Serangga (*insect bait method*)

Isolasi cendawan entomopatogen dilakukan dengan metode umpan serangga seperti yang dilakukan (Zimmerman, 1998 dalam Herdatiarni *et al.*, 2014) yang telah dimodifikasi. Sebanyak 2 kg tanah yang telah dikomposit dari lapangan kemudian diayak dengan ayakan 600 mesh dan dimasukkan ke dalam nampan plastik 35 x 28 x 7 cm. Serangga umpan selanjutnya dimasukkan ke dalam nampan plastik yang telah berisi tanah, yaitu masing masing 10 ekor larva *T. molitor*. Nampan yang telah berisi larva *T. molitor* lalu ditutup dengan kain kassa

dan dilembabkan, selanjutnya nampan diinkubasi dalam keadaan gelap.

Pengamatan terhadap larva yang terinfeksi dilakukan setiap hari selama 14 hari.

3.3.6 Isolasi Cendawan Hasil Eksplorasi

Permukaan larva *T.molitor* yang terinfeksi cendawan disterilkan dengan kloroks 1% selama 30 detik. Kemudian dibilas air steril sebanyak tiga kali dan dikeringanginkan di atas kertas saring steril atau tisu. Cendawan yang keluar dari tubuh larva *T. molitor* diambil dengan jarum ent lalu diisolasi ke cawan petri berdiameter 9 cm dengan media PDA, lalu sisa tubuh serangga tersebut diletakkan dalam cawan petri berdiameter 9 cm dengan media PDA dan diinkubasikan selama tujuh hari pada suhu 23–25°C.

3.3.7 Penetapan Cendawan Entomopatogen (*Postulat Koch*)

Dari hasil eksplorasi cendawan yang telah ditumbuhkan pada media PDA belum diketahui secara pasti bahwa cendawan tersebut merupakan cendawan entomopatogen. Oleh karena itu untuk menetapkan cendawan tersebut sebagai cendawan entomopatogen perlu diinokulasi pada larva *Spodoptera* spp. yang sehat dari hasil pemeliharaan serangga di laboratorium. Inokulasi dilakukan dengan cara *rolling* menurut Widayat & Rayati (1993) yang telah dimodifikasi, yaitu 10 ekor larva *Spodoptera* spp. instar tiga dimasukkan dalam cawan petri berisi biakan cendawan berumur 7 hari yang didapat dari hasil eksplorasi dan diguling-gulingkan beberapa saat, selanjutnya dikeluarkan kembali dan dipelihara dengan pakan alami berupa daun jarak segar dalam stoples. Pengamatan dilakukan setiap hari untuk mendapatkan serangga yang mati sampai larva berubah menjadi serangga dewasa. Selanjutnya serangga tersebut diinkubasi selama 3–5 hari di

cawan petri yang berisi tisu lembab, kemudian diisolasi kembali ke media PDA. Setelah cendawan pada media PDA berumur 7 hari dilakukan pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis untuk pembuktian kesamaan gejala pada serangga umpan dan serangga aplikasi serta morfologi cendawan sebelum dan sesudah reinokulasi.

3.3.8 Persentase Mortalitas *Spodoptera* spp.

Persentase mortalitas yaitu penghitungan jumlah individu larva *Spodoptera* spp. yang mati setiap hari mulai dari hari pertama hingga hari ke 14 setelah aplikasi.

Persentase mortalitas dihitung dengan rumus:

$$P = \frac{a}{b} \times 100\%$$

Keterangan :

P = Persentase kematian

a = Jumlah serangga yang mati

b = Jumlah serangga yang diamati

Bila pada kontrol ada larva uji yang mati, jumlahnya kurang atau sama dengan 20%, perhitungan persentase mortalitas dikoreksi dengan menggunakan rumus

Abbott (Busvine, 1971 dalam Sianipar, 2007) sebagai berikut :

$$P_t = \frac{P_o - P_c}{100 - P_c} \times 100\%$$

Keterangan :

P_t = Persentase mortalitas terkoreksi

P_o = Persentase mortalitas teramati

P_c = Persentase mortalitas kontrol

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Terdapat 16 isolat cendawan dari lahan pertanian jagung di beberapa kabupaten/kota di Provinsi Lampung. Dari keenambelas isolat cendawan tersebut hanya 8 cendawan yang merupakan entomopatogen antara lain *Metarhizium* sp. (isolat NTPH), *Beauveria* sp. (isolat SDPT dan NKPT), *Penicillium* sp. (isolat NTHJ) dan *Aspergillus* spp. (isolat SKHJ, SDHJ, NKHJ dan RAHJ).
2. Persentase mortalitas larva *Spodoptera* spp. tersebut masing-masing isolat secara berurutan yaitu 89,29% (isolat NTPH/*Metarhizium* sp.), 82,14% (isolat SDPT/*Beauveria* sp.), 75% (isolat NKPT/*Beauveria* sp.); 60,71% (isolat SKHJ/*Aspergillus* sp.); 53,57% (isolat NTHJ/*Penicillium* sp.); 50% (isolat SDHJ/*Aspergillus* sp.) dan NKHJ/*Aspergillus* sp.) dan 25% (isolat RAHJ/*Aspergillus* sp.).
3. Isolat NTPH (*Metarhizium* sp.) mampu menyebabkan mortalitas tertinggi (89,29%) terhadap larva *Spodoptera* spp. karena merupakan isolat yang diisolasi dari serangga terinfeksi dilapang sehingga patogenesisnya lebih baik dibanding isolat lain yang didapat dari hasil isolasi umpan serangga dari tanah.

4. Isolat cendawan hasil eksplorasi yang efektif sebagai pengendali hayati yaitu isolat NTPH sebesar 89,29%, SDPT (82,14%), NKPT (75%), SKHJ (60,71%) dan isolat yang berpotensi sebagai pengndali hayati yaitu isolat NTHJ (53,57%), SDHJ (50%), NKHJ (50%), RAHJ (25%), SDPK (3,57%), dan RRPK (3,57%).

5.2 Saran

Saran yang diajukan peneliti untuk penelitian selanjutnya adalah :

1. Penghitungan dan penyetaraan kerapatan spora cendawan hasil eksplorasi yang akan diaplikasi ke serangga uji.
2. Pengujian cendawan entomopatogen yang didapat ke serangga lain
3. Perlu dilakukan identifikasi molekuler untuk memastikan spesies cendawan yang ditemukan dari hasil eksplorasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adolpina & A. Rugaya. 2008. Keefektifan beberapa bahan nabati dalam mengendalikan OPT kedelai di Kabupaten Maros. Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortiukultura Wil.IX. *Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI PFI XIX Komisariat Daerah Sulawesi Selatan*. 5 November 2008.
- Anonim. 2013. Hama Tanaman Jagung. <http://www.tanijogonegoro.com/2013/03/hama-penyakit-tanaman-jagung.html>. Diakses tanggal 9 Januari 2016 pukul 10.00 WIB.
- Asan, A. 2004. Aspergillus, Penicillium and Related Species Reported from Turkey. *Mycotaxon*. 89: 155-157.
- Ayuningsih, I. 2014. Efikasi isolat *Trichoderma* spp. untuk mengendalikan penyakit bulai dan hawar pada tanaman jagung (*Zea mays*) turunan pertama varietas pioner 27. *Skripsi*. Universitas Lampung. Lampung.
- Bhabhra, R. & D.S. Askew. 2005. Thermotolerance and virulence of *Aspergillus fumigatus*: role of the fungal nucleolus. *Medical Mycology* 43(1): 87-93.
- Biro Pusat Statistik. 2015. *Produksi Tanaman Palawija Provinsi Lampung*. BPS. Bandar Lampung.
- Boucias, D.G. & J.C. Pendland. 1998. *Principles of Insect Pathology*. Kluwer Academic Publisher. London.
- Cookies on Invasive Species Compendium. 2016. Penicillium Taxonomy. <http://www.cabi.org/isc/datasheet/39564>. Diakses tanggal 24 November 2016 pukul 21.00 WIB.
- Carlile, M.J., S.C. Watkinson & G.W. Goodday. 2001. *The Fungi*. 2nd. Academy Press. New York.
- 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.

- Hamdani. 2009. Keanekaragaman jenis cendawan entomopatogen yang berada di dalam tanah pada rhizosfir kakao di Sumatera Barat. *Tesis*. Universitas Andalas. Padang.
- Herdatiarni, F., T. Himawan & R. Rachmawati. 2014. Eksplorasi cendawan entomopatogen *Beauveria* sp. menggunakan serangga umpan pada komoditas jagung, tomat dan wortel organik di Batu, Malang. *J. HPT*. 1(3): 1–11.
- Indria, S.P., S. Khotimah & Rizalinda. 2013. Jenis-jenis jamur entomopatogen dalam usus rayap pekerja *Coptotermes curvignathus* Holmgren. *Protobiont*. 2(3): 141–145.
- Jumar. 2000. *Entomologi Pertanian*. PT. Rineka Cipta. Jakarta. Krisnamurti, B. 2010. Manfaat Jagung dan Peran Produk Bioteknologi Serealia dalam Menghadapi Krisis Pangan, Pakan, dan Energi di Indonesia. Disampaikan dalam *Prosiding Seminar Nasional Serealia*. Balai Penelitian Tanaman Serealia.
- Khairiah, U. 2015. Eksplorasi dan isolasi jamur entomopatogen pada kawasan lahan kampus uin suska riau pekanbaru. *Skripsi*. UIN SUSKA RIAU. Pekanbaru.
- Krisnamurti, B. 2010. Manfaat Jagung dan Peran Produk Bioteknologi Serealia dalam Menghadapi Krisis Pangan, Pakan, dan Energi di Indonesia. Disampaikan dalam *Prosiding Seminar Nasional Serealia*. Balai Penelitian Tanaman Serealia.
- Lomer, C.H. & C.J. Lomer. 2004. *Insect Pathology Manual*. Cotonou. Benin.
- Marie-Alix, P. Chevalier & D. Beauchesne. 2016. *Penicillium* spp. www.inspq.qc.ca/en/moulds/fact-sheets/penicillium-spp. Diakses tanggal 26 November 2016 pukul 23.00 WIB.
- Marwoto. 2007. Dukungan pengendalian hama terpadu dalam program bangkit kedelai. *Iptek Tanaman Pangan* 2(1): 79–92.
- Nunilahwati, H., S. Herlinda, C. Irsan & Y. Pujiastuti. 2012. Eksplorasi, isolasi dan seleksi jamur entomopatogen *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) pada pertanaman caisin *Brassica chinensis* di Sumatera Selatan. *J. HPT Tropika*. 12(1): 1–11.
- Nuraida & A. Hasyim. 2009. Isolasi, identifikasi, dan karakterisasi jamur entomopatogen dari rizosfir pertanaman kubis. *J. Hort*. 19(4): 419–432.

- Nuryatiningsih. 2015. Efektivitas jamur *Penicillium* spp. untuk pengendalian hama *Lepidiotia stigma* pada tanaman tebu. <http://ditjenbun.pertanian.go.id/bbpptpsurabaya/berita-783-efektivitas-jamur-penicillium-spp-untuk-pengendalian-----hama-lepidiota-stigma-pada-ta.html>. Diakses 8 Juli 2016. 21.00 WIB.
- Pinem, M.I. 2001. *Peran agens antagonis dalam pengendalian hayati*. Dalam Pelatihan Agens Hayati untuk Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) Perkebunan Kakao. Medan, 20–25 Agustus 2001.
- Prabowo, H.E. 2005. Dokumentasi Informasi Pertanian Berkelanjutan. <http://mediatani.wordpress.com/jagung.html>. Diakses 9 Januari 2016 pukul 15.00 WIB.
- Prayogo, Y. 2006. Sebaran dan Efikasi Berbagai Genus Cendawan Entomopatogen Terhadap *Riptortus linearis* Pada Kedelai di Lampung dan Sumatra Selatan. *J. HPT Tropika*. 6(1): 8–20.
- Rosmini & S.A. Lasmini. 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. *J. Agroland* 17(3): 205–212.
- Rao, S. 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. UI–Press. Jakarta.
- Samer, S.H.C. 2011. Keanekaragaman cendawan entomopatogen pada rhizosfir pertanaman cabai dataran tinggi dan dataran rendah di Sumatera Barat. *Skripsi*. Universitas Andalas. Padang.
- Samson R.A., E.S. Hoekstra, J.C. Frisvad & O. Filtenborg. 1995. *Introduction to Food Borne Fungi, Ponsen & Looyen*. Netherlands.
- Sapieha–Waszkiewicz, A., B. Marjanska–Cichon & Z. Piwowarczyk. 2005. The occurrence of entomopathogenic fungi in the soil from the plantations of black currant and aronia. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities* 8(1): 1–8.
- Sianipar, M.S. 2007. Potensi jamur *Beauveria bassiana* balls. (vuill.) dalam mengendalikan *Spodoptera litura* f. pada tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* l.). *Skripsi*. Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Soetopo, D & I. Indrayani. 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.

- Sosa–Gomez, D.R., K.E. Delpin, F. Moscardi & J.R.B. Farias. 2001. Natural occurrence of the entomopathogenic fungi *Metarhizium*, *Beauveria*, *Paecilomyces* in soybean under till and no–till cultivation systems. *Biological control* 30(3): 407–410.
- Suarni & S. Widowati. 2012. Statistik Tanaman Jagung. *Balai Besar Penelitian dan Pengembangn Pascapanen Pertanian*. Bogor. <http://www.bps.go.id>. Diakses tanggal 21 Agustus 2015 pukul 15.53.
- Tanada, Y. & H.K. Kaya. 1993. *Insect Pathology*. Academic Press, Inc. California.
- Trizelia. 2005. Cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana*: keragaman genetik, karakterisasi fisiologi dan virulensinya terhadap *Crocidolomia pavonana*. *Disertasi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Utari, R.S., Isnawati & R. Ambarwati. 2014. Eksplorasi dan karakterisasi cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* dari Kabupaten Malang dan Magetan. *Lentera Bio* 3(1):59–66.
- United States Departmen Of Agriculture. 1998. Classification for Kingdom Plantae Down to Species *Zea mays*. <http://plants.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=profile&symbol=ZEMA&display=31>. Diakses tanggal 15 Febuari 2016 pukul 10.00 WIB.
- Vandenberg, J.D., M. Ramos & J.A. Altre. 1988. Dose Response and Age and Temperature Related Susceptibility of the Diamondback Moth *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) to Two Isolated of *Beauveria bassiana* (Hypomycetes: Monoliaceae). *Environ. Entomol.* 27:1017–1021.
- Widayat, W. & D.J. Rayati. 1993. Hasil Penelitian Jamur Entomopatogenik Lokal dan Prospek Penggunaanya sebagai Insektisida Hayati. hlm 61–74. Dalam: Martono E., E. Mahrub, N.S. Putra & Y. Trisetyawati (Editor). *Prosiding Simposium Patologi Serangga I*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta, 12–13 Oktober 1993.
- Zulyusri, Desyanti & M. Usnal. 2013. Keefektifan daun sangitan (*Sambucus javanica* Reinw) sebagai insektisida nabati dalam pengendalian rayap tanah (*Coptotermes sp.*). *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*.