PENGARUH INSEKTISIDA DELTAMETRIN TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PATOGENESITAS *Beauveria bassiana* PADA WERENG BATANG COKLAT (*Nilaparvata lugens* Stal.) DI LABORATORIUM

(**Skripsi**)

Oleh

Anggi Rahmawati

JURUSAN PROTEKSI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022

ABSTRAK

PENGARUH INSEKTISIDA DELTAMETRIN TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PATOGENESITAS *Beauveria bassiana* PADA WERENG BATANG COKLAT (*Nilaparvata lugens* Stal.) DI LABORATORIUM

Oleh

ANGGI RAHMAWATI

Wereng batang coklat (*Nilaparvata lugens*) merupakan hama utama tanaman padi yang harus dikendalikan. Tingginya tingkat serangan wereng batang coklat menyebabkan maraknya penggunaan insektisida sintetis khususnya Deltametrin. Untuk mengurangi penggunaan insektisida sintetis salah satunya dengan penerapan pengendalian hayati menggunakan *Beauveria bassiana* yang dikombinasikan dengan insektisida Deltametrin konsentrasi (subletal). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh insektisida Deltametrin konsentrasi subletal terhadap pertumbuhan, sporulasi, dan viabilitas spora *B. bassiana* serta mengetahui pengaruh aplikasi kombinasi insektisida Deltametrin konsentrasi subletal dan *B. bassiana* terhadap tingkat mortalitas wereng batang coklat. Pada penelitian ini terdapat 2 sub percobaan, percobaan pertama yaitu uji pertumbuhan dan perkembangan *B. bassiana* pada media yang mengandung insektisida Deltametrin secara *in vitro* yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap, percobaan kedua yaitu uji aplikasi kombinasi insektisida Deltametrin dan *B. bassiana* pada wereng batang coklat (*Nilaparvata lugens*) secara *in vivo* yang disusun dalam Rancangan Acak Kelompok. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan insektisida Deltametrin kosentrasi letal dan subletal pada media PDA menghambat pertumbuhan, dan sporulasi *B. bassiana*, sebaliknya meningkatkan viabilitas spora *B. bassiana*. Kombinasi aplikasi *B. bassiana* dan insektisida Deltametrin 0,5 kali kosentrasi rekomendasi meningkatkan mortalitas wereng batang coklat dibandingkan dengan aplikasi *B. bassiana* secara tunggal.

Kata kunci : *Beauveria bassiana*, Deltametrin, Wereng Batang Coklat (*Nilaparvata lugens*)

PENGARUH INSEKTISIDA DELTAMETRIN TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PATOGENESITAS *Beauveria bassiana* PADA WERENG BATANG COKLAT (*Nilaparvata lugens* Stal.) DI LABORATORIUM

Oleh

ANGGI RAHMAWATI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN

Pada

Jurusan Proteksi Tanaman
Fakultas Pertanian Universitas Lampung

FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022

Judul Skripsi	: **PENGARUH INSEKTISIDA DELTAMETRIN TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PATOGENESITAS *Beauveria bassiana* PADA WERENG BATANG COKLAT (*Nilaparvata lugens* Stal.) DI LABORATORIUM**
Nama Mahasiswa	: **Anggi Rahmawati**
Nomor Pokok Mahasiswa	: 1814191023
Jurusan	: Proteksi Tanaman
Fakultas	: Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P.	**Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P.**
NIP 198108152008122001	NIP 195706291986031002

2. Ketua Jurusan Proteksi Tanaman

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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P.** .....

Sekretaris : **Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P.** .....

Penguji
Bukan Pembimbing : **Ir. Solikhin, M.P.** .....

2. Dekan Fakultas Pertanian

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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **04 Agustus 2022**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **"PENGARUH INSEKTISIDA DELTAMETRIN TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PATOGENESITAS *Beauveria bassiana* PADA WERENG BATANG COKLAT (*Nilaparvata lugens* Stal.) DI LABORATORIUM"** merupakan hasil saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 04 Agustus 2022
Penulis

Anggi Rahmawati
NPM 1814191023

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Rejo Asri 3, Kecamatan Seputih Raman, Kabupaten Lampung Tengah pada tanggal 31 Januari 2001. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara, pasangan Alm. Bapak Muhammad Toha dan Ibu Sumaiyah. Penulis telah menyelesaikan pendidikan di TK R.A. Khodijah Lampung pada tahun 2006, SDN 02 Rejo Asri 03 pada tahun 2012, SMPN 02 Kotagajah pada tahun 2015, dan SMAN 1 Kotagajah pada tahun 2018. Pada tahun yang sama, penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Penulis telah melaksanakan Praktik Umum di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP), Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan pada tahun 2021 dan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Kotasari, Kecamatan Kotagajah, Kabupaten Lampung Tengah pada tahun 2021. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Kimia Dasar (2019), Bahasa Inggris (2021), Entomologi Pertanian (2021), dan Pengendalian Hayati Hama dan Penyakit Tanaman (2022). Penulis juga pernah mengikuti kegiatan program Pertukaran Mahasiswa Tanah Air Nusantara-Sistem Alih Kredit dengan Teknologi Informasi (PERMATA-SAKTI) ke Universitas Udayana dan Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur selama satu semester (2020). Penulis juga pernah mengikuti organisasi kampus seperti English Society (ESo) Unila sebagai anggota bidang Public Relation (2019) dan bidang Human Research and Development (2020), serta di Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPROTEKTA) sebagai anggota bidang Organisasi dan Diklat Anggota (2020) dan Sekertaris bidang Organisasi dan Diklat Anggota (2021).

Teruntuk keluargaku tercinta
Bapak “Muhammad Toha” Ibu “Sumaiyah”
dan Kakakku “Inggar Damayanti”

Kupersembahkan karya kecil ini
sebagai salah satu wujud kesungguhanku
Terimakasih untuk kedua orang tuaku tercinta
atas limpahan cinta dan kasih sayang yang tiada hentinya
juga Kakakku atas dukungan dan kepercayaan penuh hingga hari ini.

Serta
Almamater Tercinta

Universitas Lampung

MOTTO

"A hand lifted to Allah is not let down"

"So remember me: I will remember you. And be gratefull to me and do not deny me."
(Qur'an | 2:152)

"Even when things are tough, don't think that you're gonna give up. Instead think that you're gonna go higher, so this little bit of difficulty is nothing. You can do it."
(Day 6's Sungjin)

SANWACANA

Puji syukur penulis haturkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya serta memberi kemudahan bagi penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **"Pengaruh Insektisida Deltametrin Terhadap Pertumbuhan dan Patogenesitas *Beauveria Bassiana* pada Wereng Batang Coklat (*Nilaparvata Lugens* Stal.) di Laboratorium".**

Selama penelitian dan penyusunan skripsi tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M. Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P. selaku Ketua Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung dan sekaligus menjadi pembimbing utama yang telah memberikan dukungan, bimbingan, nasihat, masukan, dan saran selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.
3. Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P. selaku pembimbing kedua yang telah memberikan motivasi, nasihat, saran dan masukan selama proses penyusunan skripsi.
4. Ir. Solikhin, M.P. selaku pembahas yang telah memberikan motivasi, masukan, dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
5. Prof. Dr. Ir. Rosma Hasibuan, M.Sc. selaku dosen pembimbing akademik yang telah membimbing penulis dari awal sampai akhir dalam perkuliahan.
6. Kedua orang tua, (Alm.) Muhammad Toha dan Ibu Sumaiyah yang selalu mendampingi, memberikan kasih sayang, doa, semangat, dukungan, saran,

masukan, dan nasihat, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dan dapat menyelesaikan pendidikan di Universitas Lampung.

7. Kakak tersayang, Inggar Damayanti yang selalu memberikan semangat, kepercayaan, doa, dan dukungannya sehingga penulis mampu menyelesaikan pendidikan di Universitas Lampung. Serta keponakan kecil saya Sabia yang selalu membawa kebahagiaan tiada tara.
8. Teman-teman hidup saya Tasyaau, Haya, Ketrin, Luteng, Cunil, Dani, Reza, Julpa, Moms, Cici, Kintan, Mimin yang telah memberikan perhatian, kebahagiaan, dukungan, serta kebersamaannya untuk berjuang dan menjalani segala hal dalam suka maupun duka.
9. Member sambat family Aulia, Rahmi, Cindi, Yara atas kebersamaan, doa, dukungan dan motivasi yang selalu diberikan kepada penulis.
10. Mba Tariyati, Moms Yeyen, dan Bang Nando atas pendampingan, arahan, dukungan, motivasi dan kesabaran tiada tara selama penulis melakukan penelitian.
11. Partner penelitian saya Santi Nur Hasanah atas seluruh kebaikan, kebersamaan serta kesabarannya, dan member biotek berkemah Tiyas, Rohmi, Hening, Dita, Tea, Umar, Ari juga seluruh biotek squad atas kerjasama, dukungan, dan kerja keras selama membantu penulis melakukan penelitian
12. Seluruh teman-teman angkatan 2018 beserta kakak-kakak dan adik-adik Jurusan Proteksi Tanaman atas kepedulian, bantuan, dan rasa kekeluargaan selama ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat

Bandar Lampung, 04 Agustus 2022

Penulis

Anggi Rahmawati

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI…… xii

DAFTAR TABEL…… xiv

DAFTAR GAMBAR……... xv

I. PENDAHULUAN…… 1

1.1 Latar Belakang……. 1

1.2 Tujuan Penelitian…….. 2

1.3 Kerangka Pemikiran……... 2

1.4 Hipotesis…… 4

II. TINJAUAN PUSTAKA…….. 5

2.1 Padi (*Oryza sativa)*…… 5

2.2 Wereng Batang Coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.)…… 6

2.2.1 Morfologi Wereng Batang Coklat……. 7

2.2.2 Siklus Hidup……..... . 7

2.3 Insektisida Deltametrin…….. 8

2.4 *Beauveria bassiana*…… 8

2.5 Kombinasi Insektisida Kimia dengan Jamur Entomopatogen…… 9

III. BAHAN DAN METODE……... 11

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian…… 11

3.2 Alat dan Bahan…… 11

3.3 Metode Penelitian…… 11

3.3.1 Uji Pertumbuhan dan Perkembangan *Beauveria bassiana* pada Media yang Mengandung Insektisida Deltametrin…… 12

3.3.2 Uji Aplikasi Kombinasi Insektisida Deltametrin dan *B. bassiana* pada Wereng Batang Coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.)……. 15

3.4 Analisis Data……. 17

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN…….. 18

4.1 Hasil……... 18

4.1.1 Pengaruh Insektisida Deltametrin pada Media PDA terhadap Pertumbuhan Koloni *B. bassiana*……. 18

4.1.2 Pengaruh Insektisida Deltametrin pada Media PDA terhadap Jumlah Spora *B. bassiana*……..... 20

4.1.3 Pengaruh Insektisida Deltametrin pada Media PDA terhadap Viabilitas *B. bassiana*……... 22

4.1.4 Pengaruh Aplikasi Kombinasi *B. bassiana* dan Insektisida Deltametrin terhadap Mortalitas Wereng Batang Coklat……. 23

4.2 Pembahasan…… 25

V. KESIMPULAN DAN SARAN……. 28

5.1 Kesimpulan……. 28

5.2 Saran……... 28

DAFTAR PUSTAKA……. 29

LAMPIRAN…… 33

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

1. Pertumbuhan diameter koloni *B. bassiana* pada media mengandung insektisida Deltametrin……. 18
2. Sporulasi *B. bassiana* pada media mengandung insektisida Deltametrin…… 20
3. Viabilitas *B. bassiana* setelah diinkubasi selama 8 jam pada media PDA**.....**…… 22
4. Mortalitas wereng batang coklat……... 24
5. Pertumbuhan *B. bassiana* 1 HSI…… 34
6. Pertumbuhan *B. bassiana* 2 HSI…… 35
7. Pertumbuhan *B. bassiana* 3 HSI…… 36
8. Pertumbuhan *B. bassiana* 4 HSI…… 37
9. Pertumbuhan *B. bassiana* 5 HSI…… 38
10. Pertumbuhan *B. bassiana* 6 HSI…….. 39
11. Pertumbuhan *B. bassiana* 7 HSI…….. 40
12. Pertumbuhan *B. bassiana* 8 HSI…….. 41
13. Pertumbuhan *B. bassiana* 9 HSI…….. 42
14. Pertumbuhan *B. bassiana* 10 HSI…… 43
15. Pertumbuhan *B. bassiana* 11 HSI…… 44
16. Pertumbuhan *B. bassiana* 12 HSI…… 45
17. Pertumbuhan *B. bassiana* 13 HSI…… 46
18. Pertumbuhan *B. bassiana* 14 HSI…… 47
19. Sporulasi *B. bassiana*…….. 48
20. Viabilitas *B. bassiana*…….. 49
21. Mortalitas wereng batang coklat 1 HSA…….. 50
22. Mortalitas wereng batang coklat 2 HSA…….. 51
23. Mortalitas wereng batang coklat 3 HSA…….. 52
24. Mortalitas wereng batang coklat 4 HSA…….. 53
25. Mortalitas wereng batang coklat 5 HSA…….. 54
26. Mortalitas wereng batang coklat 6 HSA…….. 55
27. Mortalitas wereng batang coklat 7 HSA…….. 56

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

1. Wereng batang coklat…… 6
2. Jamur *Beauveria bassiana* (koleksi Lab. Bioteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Lampung)…….. 9
3. Cara Pengukuran Pertumbuhan Koloni Jamur……... 12
4. Pertumbuhan koloni *B. bassiana* 14 HSI……... 20
5. Spora *B. bassiana* pada media PDA tanpa Deltametrin (a); Spora *B. bassiana* pada media PDA mengandung Deltametrin 0,5 kali konsentrasi rekomendasi (b)……. 21
6. Spora *B. bassiana* berkecambah setelah diinkubasi 8 jam (A), Spora tidak berkecambah (B)…… 23
7. Wereng batang coklat terinfeksi *B. bassiana*……. 25
8. Pertumbuhan koloni *B. bassiana* 14 HSI……... 57
9. Sporulasi *B. bassiana*……. 58
10. Viabilitas *B. bassiana*……... 59
11. Stadia wereng batang coklat……. 60

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Padi (*Oryza sativa*) merupakan tanaman yang berasal dari India, Bangladesh, Thailand, Laos, Vietnam dan Cina (Isrin dan Fauzan, 2018). Padi menjadi komoditas tanamana pangan utama yang dikonsumsi sebagian besar penduduk dunia. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, produksi padi pada 2019 diperkirakan sebesar 54,60 juta ton gabah kering giling (GKG) atau mengalami penurunan sebanyak 4,60 juta ton atau 7,76% dibandingkan tahun 2018.

Penurunan produksi padi salah satunya disebabkan oleh adanya serangan hama. Wereng batang coklat (WBC) merupakan salah satu hama utama yang menyerang tanaman padi. Kerusakan yang ditimbulkan oleh hama ini cukup besar dan terjadi pada setiap musim tanam. Dengan luas serangan mencapai 218.060 ha (Baehaki, 2011). Hampir semua varietas padi dapat diserang oleh wereng batang coklat dengan tingkat kerusakan ringan sampai berat bahkan puso (gagal panen) (Nurbaeti *et al.*, 2010). Tingginya tingkat serangan WBC menyebabkan para petani bergantung pada insektisida sintetis khususnya Deltametrin. Namun, penggunaan insektisida kimia secara terus menerus dalam kurun waktu lama dapat menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan dan manusia.

Upaya untuk mengurangi penggunaan insektisida terus dilakukan salah satunya dengan penerapan pengendalian hayati menggunakan jamur entomopatogen. Salah satu jamur entomopatogen yang secara luas telah dimanfaatkan yaitu jamur *Beauveria bassiana*. Namun begitu, hingga saat ini penggunaan agensia hayati sebagai satu-satunya metode pengendalian masih sangat sulit untuk mendapatkan hasil yang optimal. Untuk itu, perlu dicari cara untuk meningkatkan efektivitas agensia hayati tersebut.

Beberapa laporan menyebutkan bahwa kombinasi aplikasi insektisida selektif di bawah konsentrasi rekomendasi dengan agensia hayati mampu memberikan hasil yang lebih baik daripada aplikasi agensia hayati tunggal (Purwar and Sachan, 2006). Aplikasi insektisida di bawah konsentrasi rekomendasi kemungkinan tidak menyebabkan kematian serangga target, namun akan berpotensi melemahkan sistem imun serangga. Lemahnya sistem imun serangga akan mempermudah agensia hayati untuk mempenetrasi dan menginfeksi serangga (Shahid *et al.,* 2012).

Saat ini, Laboratorium Bioteknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung memiliki isolat *B. bassiana* yang terbukti mampu berperan sebagai entomopatogen bagi beberapa jenis hama termasuk wereng batang coklat (Cahyaningrum, 2016; Pasaribu, 2018). Menurut Feng *et al.,* (2004) kombinasi antara *B. bassiana* dengan insektisida kimia meningkatkan efikasi pengendalian terhadap *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) dibandingkan dengan aplikasi secara tunggal. Namun begitu, sebelum diaplikasikan perlu diketahui kemampuan tumbuh dan berkembang *B. bassiana* isolat Laboratorium Bioteknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada lingkungan yang mengandung insektisida Deltametrin.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh insektisida Deltametrin konsentrasi subletal terhadap pertumbuhan, sporulasi, dan viabilitas spora *B. bassiana*.
2. Mengetahui pengaruh aplikasi kombinasi insektisida Deltametrin konsentrasi subletal dan *B. bassiana* terhadap tingkat mortalitas wereng batang coklat.

1.3 Kerangka Pemikiran

Deltametrin merupakan salah satu insektisida piretroid sintetis dan salah satu zat pelindung tanaman yang masih banyak digunakan di Indonesia. Deltametrin

pertama kali disintesis pada tahun 1974, dan sejak itu telah digunakan terutama pada kapas, kopi, jagung, sereal, dan buah-buahan. Deltametrin dianggap sebagai golongan piretroid paling kuat dan yang paling beracun. Aplikasi insektisida Deltametrin dapat menurunkan populasi serangga (Bhanu *et al.,* 2011). Deltametrin adalah insektisida spektrum luas yang bertindak sebagai racun kontak dan perut. Produk ini banyak digunakan untuk aplikasi pada berbagai tanaman dan hama seperti Lepidoptera, Hemiptera, Coleoptera dan Diptera (Dietz *et al.,* 2009).

Seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap bahaya penggunaan pestisida sintetik, upaya untuk mengurangi penggunannya terus menerus dilakukan. Salah satu upaya untuk mengurangi ketergantungan penggunaan pestisida sintetik dapat dilakukan dengan penerapan pengendalian hayati menggunakan jamur entomopatogen.

B.bassiana merupakan salah satu agensia pengendali hayati yang dilaporkan efektif mengendalikan sejumlah spesies serangga dari ordo Coleoptera, Lepidoptera, Hemiptera, Homoptera, Orthoptera, dan Diptera (Soetopo dan Indrayani, 2007). Menurut Feng *et al*. (1994) serta Wahyono dan Wiratno (2014) lebih dari 200 spesies serangga dapat terinfeksi *B. bassiana*.

Aplikasi *B. bassiana* di lapangan hingga saat ini masih belum optimal. Salah satu penyebabnya adalah terhambatnya efektivitas jamur entomopatogen oleh adanya sistem pertahanan serangga hama. Agar agensia hayati dapat bekerja secara optimal, maka sistem pertahanan pada serangga hama perlu ditekan. Salah satunya dengan mengaplikasikan bahan yang bersifat racun, diantaranya yaitu insektisida. Aplikasi insektisida di bawah konsentrasi rekomendasi mungkin tidak akan menyebabkan kematian 100% serangga hama, namun akan dapat menekan sistem pertahanan serangga sehingga dapat mengoptimalkan kemampuan menginfeksi jamur entomopatogen.

Menurut Neves *et al*. (2001), *B. bassiana* dapat tumbuh pada media yang mengandung insektisida berbahan aktif Deltametrin, Thiamethoxam, Siflutrin, Alphacypermethrin, Triazofos, Klorpirifos, Fenpropathrin dan Endosulfan.

Berbagai penelitian membuktikan bahwa kombinasi insektisida kimia dengan jamur entomopatogen dapat memberikan hasil yang lebih baik dalam pengendalian hama (Purwar and Sachen, 2006; Saleem *et al.*, 2012). Berdasarkan laporan Cahyaningrum (2016), kombinasi *B. bassiana* dengan Deltametrin meningkatkan mortalitas terhadap *Helopeltis* spp. dibandingkan dengan pengaplikasian *B. bassiana* secara tunggal. Forlani *et al.* (2013) melaporkan bahwa isolat *B. bassiana* mampu mentolerir dosis Deltametrin yang digunakan untuk kontrol *Triatoma infestans*. Kombinasi *B. bassiana* dengan Deltametrin tidak memberikan efek merugikan terhadap metabolik jamur dan dapat membantu mengoptimalkan manfaat serta meningkatkan efektivitas entomopatogen.

1.4 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran tersebut, hipotesis yang dapat diajukan adalah:

1. Insektisida Deltametrin konsentrasi subletal tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan, sporulasi, dan viabilitas spora *B. bassiana*.
2. Aplikasi kombinasi Deltametrin konsentrasi subletal dan *B. bassiana* meningkatkan mortalitas wereng batang coklat.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Padi (*Oryza sativa)*

Padi termasuk dalam tanaman Graminae dengan ciri memiliki akar serabut. Pada saat berkecambah, akar primer muncul bersamaan dengan akar lainnya yang disebut akar seminal. Kemudian akar seminal digantikan dengan akar adventif yang tumbuh dari buku terbawah batang. Batang tanaman padi tersusun atas beberapa ruas, dimana pada saat tanaman padi memasuki fase reproduktif terjadi pemanjangan beberapa ruas batang. Daun tanaman padi berbentuk lanset dengan urat tulang daun sejajar dan tertutupi oleh rambut yang halus dan pendek. Terdapat daun bendera pada bagian batang teratas dengan ukuran lebih lebar dibandingkan dengan daun bagian bawah (Makarim dan Suhartatik, 2007).

Bunga tanaman padi secara keseluruhan disebut malai. Tiap unit bunga pada malai dinamakan spikelet. Bunga tanaman padi teridiri atas tangkai, bakal buah, lemma, palea, putik, dan benang sari serta beberapa organ lainnya yang bersifat inferior. Tiap unit bunga pada malai terletak pada cabang-cabang bulir yang terdiri atas cabang primer dan cabang sekunder. Tiap unit bunga padi adalah floret yang terdiri atas satu bunga. Satu bunga terdiri atas satu organ betina dan 6 organ jantan (Makarim *et al.*, 2007). Terdapat tiga fase penting dalam pertumbuhan tanaman padi yaitu fase vegetatif, reproduktif, dan pemasakan. Fase vegetatif dimulai sejak awal pertumbuhan hingga memasuki fase primordia. Pada saat memasuki fase reproduktif, terjadi inisiasi primordia yang diikuti oleh pemanjangan ruas batang padi. Fase terakhir adalah fase pemasakan yang dimulai dari pengisian gabah hingga pemasakan gabah (Makarim *et al.*, 2007). Suhu rata-rata untuk pertumbuhan tanaman padi yaitu antara antara 24 ^{o}C sampai dengan 38 ^{o}C. Suhu mempengaruhi dalam budidaya tanaman padi, apabila suhu rendah akan

memperlambat proses perkecambahan benih sehingga mengakibatkan proses pemindahan bibit ke lapang menjadi lambat (Rosmawati, 2008).

Tanaman padi dapat tumbuh dengan baik di daerah yang berhawa panas dan banyak mengandung uap air dengan curah hujan rata-rata 200 mm perbulan atau lebih, dengan distribusi selama 4 bulan, curah hujan yang dikehendaki sekitar 1500-2000 mm pertahun dengan ketinggian tempat berkisar antara 0-1500 m dpl. Untuk pertumbuhan tanaman padi yang baik, memerlukan tanah sawah dengan mengandung pasir, debu dan tanah lempung dengan perbandingan tertentu dan memerlukan jumlah air yang cukup dengan ketebalan lapisan atas berkisar 18-22 cm dengan pH 4-7 (Siregar dan Marzuki, 2011).

2.2 Wereng Batang Coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.)

Salah satu hama utama pada tanaman padi di Indonesia adalah wereng batang coklat/*brown planthopper* (*Nilaparvata lugens* Stal.). WBC termasuk hama yang sering menyerang tanaman padi di Asia Selatan, Asia Tenggara dan Asia Timur. Pada umumnya serangan wereng batang coklat terjadi pada tanaman yang telah dewasa, akan tetapi belum memasuki masa panen. Tanaman padi yang masih muda apabila terserang wereng mengakibatkan daun menguning, pertumbuhan terhambat, dan tanaman menjadi kerdil. Serangan sangat berat, akan mengakibatkan tanaman menjadi layu dan akhirnya mati dengan gejala puso (Nurbaeti *et al.*, 2010).

Gambar 1. Wereng batang coklat

2.2.1 Morfologi Wereng Batang Coklat

2.2.1.1. Telur

Telur wereng batang coklat bewarna putih kecoklatan yang berbentuk lonjong dengan ukuran 1,3 x 0,33 mm yang biasanya diletakkan dalam jaringan pelepah daun dan helaian daun padi. Peletakan telurnya secara berkelompok dan tersusun seperti buah pisang dengan jumlah telur tiap kelompok antara 2-37 butir. Telur akan menetas menjadi nimfa instar pertama setelah sekitar 6-9 hari. Selama hidupnya, seekor WBC betina menelurkan telur sekitar 390 butir (Nurbaeti dkk., 2010).

2.2.1.2. Nimfa

WBC yang baru menetas sebelumnya menjadi dewasa (imago) akan melewati sekitar lima tahapan ganti kulit (instar) nimfa yang dibedakan menurut ukuran bentuk tubuh dan bakal sayapnya. Fase nimfa pada WBC rata-rata menghabiskan 12-15 hari pada seluruh fase ini (Sari dkk., 2015).

2.2.1.3. Imago

Serangga dewasa WBC mempunyai dua bentuk, yaitu yang bersayap normal dapat terbang (makroptera) serta yang bersayap pendek tidak dapat terbang (brakhiptera). WBC makroptera dapat bermigrasi dari satu sawah ke sawah lain setelah persemaian. Generasi WBC yang umumnya ditemukan terdiri dari betina brakhiptera dan jantan makroptera. Serangga dewasa makroptera akan berkembangbiak lebih banyak dalam kondisi saat terjadinya kepadatan polulasi yang tinggi atau keadaan kekurangan makanan, ini merupakan faktor berkembangbiaknya serangga dewasa makroptera. Akan tetapi, jika keadaan makanan cukup, maka akan terbentuk lebih banyak serangga dewasa brakhiptera (Nurbaeti dkk., 2010).

2.2.2 Siklus Hidup

Siklus hidup satu generasi WBC di daerah tropis rata-rata berkisar antara 32-54 hari, dengan seekor imago jantan rata-rata hidupnya 21 hari dan imago betina 25 hari. Bentuk imago brakhiptera lebih dahulu bertelur dari pada bentuk makroptera.

Berdasarkan umur padi dan umur imago WBC dalam setiap generasi, maka selama satu musim tanam dapat timbul 2-8 imago WBC (Hidayat, 2000).

Metamorfosis wereng coklat sederhana atau bertingkat (heterometabola). Serangga muda yang menetas dari telur disebut nimfa, makanannya sama dengan induknya. Nimfa mengalami 5 kali pergantian kulit (instar). Lamanya waktu untuk menyelesaikan stadium nimfa beragam (Nurbaeti dkk., 2010).

2.3 Insektisida Deltametrin

Deltametrin merupakan salah satu insektisida yang banyak digunakan petani pada pertanaman padi dan salah satu yang paling banyak digunakan dalam perlindungan tanaman. Deltametrin adalah insektisida piretroid sintetis berspektrum luas yang bertindak sebagai racun kontak dan racun perut (Dietz *et al*., 2009). Hasan (2006) menyatakan bahwa cara kerja piretroid adalah mempengaruhi sistem saraf serangga atau mamalia dengan merusak sel-sel saraf yang berakhir dengan kelumpuhan dan kematian pada serangga atau mamalia target. Pestisida piretroid dan turunannya (termasuk Deltametrin), merupakan jenis pestisida yang saat ini paling banyak digunakan secara luas (Jayasree *et al*., 2003). Piretroid bersifat lebih toksik untuk insekta maupun mamalia dan mampu bertahan lebih lama dilingkungan.

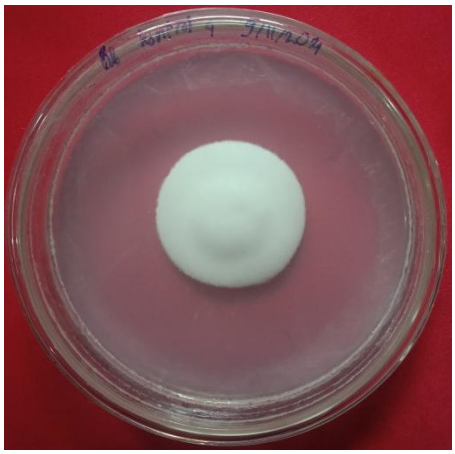
2.4 *Beauveria bassiana*

Beauveria bassiana merupakan jamur entomopatogen yang hidup sebagai parasit pada serangga. Jamur ini telah banyak digunakan dalam mengendalikan hama serangga, salah satunya yaitu wereng pada tanaman padi. Karakteristik *B. bassiana* yaitu memiliki hifa pendek, hialin lurus dan tebal, spora bulat dan bersel satu. Warna koloni semua isolat *B. bassiana* secara makroskopis adalah putih, sedangkan secara mikroskopis spora bewarna hialin (bening), berbentuk bulat dan memiliki satu sel (Susanto, 2007).

B. bassiana memproduksi beauvericin yang mengakibatkan gangguan pada fungsi hemolimfa dan inti sel serangga inang. *B. bassiana* menginfeksi serangga inang

melalui kontak fisik dengan menempelkan spora pada integumen. Perkecambahan spora terjadi dalam 1-2 hari kemudian dan menumbuhkan miselianya di dalam tubuh inang. Serangga yang terinfeksi biasanya akan berhenti makan sehingga menyebabkan imunitasnya menurun, 3- 5 hari kemudian mati dengan ditandai adanya pertumbuhan spora pada integumen (Deciyanto dan Indrayani, 2008).

B. bassiana dapat diisolasi secara alami dari pertanaman maupun dari tanah. Epizootiknya di alam sangat dipengaruhi oleh kondisi iklim, terutama membutuhkan lingkungan yang lembab dan hangat. Variasi virulensi jamur entomopatogen dipengaruhi oleh beberapa faktor, baik faktor dalam yaitu asal isolat maupun faktor luar seperti, medium perbanyakan jamur, teknik perbanyakan dan faktor lingkungan yang mendukung. Pada media perbanyakan yaitu pada media berupa *Potato Dextrose Agar* (PDA), media jagung maupun beras *B. bassiana* dapat tumbuh (Soetopo dan Indriyani, 2007).



Gambar 2. Jamur *Beauveria bassiana* (koleksi Lab. Bioteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Lampung)

2.5 Kombinasi Insektisida Kimia dengan Jamur Entomopatogen

Pemanfaatan penggabungan insektisida dengan jamur entomopatogen dapat meningkatkan efisiensi pengendalian serta pengurangan jumlah dosis aplikasi insektisida, meminimalkan lingkungan dari bahaya pencemaran dan resistensi hama serta memungkinkan penggunaan dosis insektisida dibawah dosis rekomendasi dan menjaga kelestarian musuh alami. Salah satu cara aplikasinya

adalah dengan metode pengendalian yang mengkombinasikan *B. bassiana* dengan insektisida kimia (Syahnen dan Muklasin, 2013). Menurut Neves *et al*. (2001), *B. bassiana* dapat tumbuh pada media yang mengandung insektisida berbahan aktif Deltametrin, Thiamethoxam, Siflutrin, Alphacypermethrin, Triazofos, Klorpirifos, Fenpropathrin Dan Endosulfan. Insektisida dengan bahan aktif tersebut tidak menyebabkan pertumbuhan koloni *B. bassiana* terganggu.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Pertanian dan Laboratorium Ilmu Hama Tumbuhan, Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan November 2021 sampai April 2022.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah mikroskop, *autoklaf*, *cawan petri*, LAF (*laminar air flow*), bor gabus, mikropipet, *haemocytometer*, jarum *ose*, *drigalsky*, tabung reaksi, erlenmeyer, timbangan, stoples, *sprayer* (alat semprot), *microwave*, kertas label, penggaris, alumunium foil, plastik wrap, kain kasa, karet, pisau, tisu, nampan, kuas dan gelas ukur.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat *Beauveria bassiana* koleksi Laboratorium Bioteknologi Pertanian, padi, nimfa wereng batang coklat instar-3, kentang, agar, alkohol, tween, akuades, *dextrose*, asam laktat, dan insektisida bahan aktif Deltametrin (Decis 2,5 EC; PT. Bayer Indonesia).

3.3 Metode Penelitian

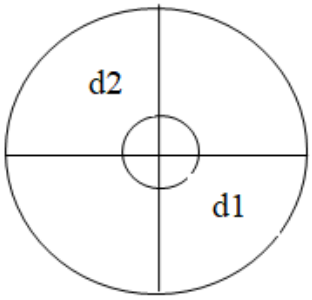
Penelitian ini terdiri dari 2 sub bagian yaitu uji pertumbuhan dan perkembangan *B. bassiana* pada media yang mengandung insektisida Deltametrin dan uji aplikasi kombinasi insektisida Deltametrin dan *B. bassiana* pada wereng batang coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.)

3.3.1 Uji Pertumbuhan dan Perkembangan *Beauveria bassiana* pada Media yang Mengandung Insektisida Deltametrin

Uji pertumbuhan dan perkembangan *Beauveria bassiana* pada media yang mengandung insektisida Deltametrin dilakukan secara *in vitro*. Percobaan ini disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan yang terdiri dari penambahan insektisida Deltametrin pada media PDA (*Potato Dextrose Agar)* sebanyak 0; 0,25; 0,5; 0,75; dan 1 kali konsentrasi rekomendasi. Seluruh perlakuan diulang sebanyak 4 kali. Hasil terbaik pada percobaan *in vitro* digunakan dalam uji patogenesitas.

Variabel pengamatan yaitu pertumbuhan koloni *B. bassiana* pada media PDA yang mengandung insektisida Deltametrin, sporulasi *B. bassiana*, dan viabilitas atau persentase daya kecambah spora *B. bassiana*.

Pengamatan pertumbuhan koloni *B. bassiana* dilakukan dengan mengukur diameter koloni jamur setiap hari dari 1 hari setelah inokulasi sampai 14 hari setelah inokulasi. Cara pengukuran diameter jamur pada cawan petri dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Cara Pengukuran Pertumbuhan Koloni Jamur

Rumus menghitung diameter koloni jamur :

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

Keterangan :

dl = diameter horizontal koloni jamur entomopatogen (cm)

d2 = diameter vertikal koloni jamur entomopatogen (cm)
D = diameter koloni jamur entomopatogen (cm)

Sporulasi jamur dihitung dengan metode hitungan mikroskopis langsung menggunakan *haemocytometer*. Pengamatan dilakukan dengan cara mengambil 1 ml suspensi dari masing-masing perlakuan kemudian diteteskan pada *haemocytometer*. Jumlah spora dihitung dengan memilih 5 bidang atau kotak sedang *haemocytometer*, lalu tiap bidang tersebut dihitung jumlah spora pada tiap kotak kecil dan dirata-rata nilainya. Setelah diketahui rata-rata spora pada 5 bidang pandang *haemocytometer*, sporulasi jamur dihitung menggunakan rumus (Syahnen dkk., 2014):

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

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

Pengamatan viabilitas atau persentase daya kecambah spora *B. bassiana* dilakukan dengan cara mengambil 25 µl suspensi spora jamur entomopatogen kemudian diteteskan di atas media PDA lalu diratakan dan diinkubasi selama dan 8 jam (Syahnen dkk., 2014). Setelah itu, spora jamur entomopatogen diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran 40x. Lalu dihitung banyaknya spora yang berkecambah dan yang tidak berkecambah. Spora dihitung berkecambah apabila telah terbentuk tabung kecambah yang panjangnya dua kali diameter spora (Espingel-Ingroff, 2001). Viabilitas spora dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Syahnen dkk., 2014):

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

Uji pertumbuhan *B. bassiana* secara *in vitro* dilakukan dalam tiga tahap.

Pertama, penyediaan isolat *B. bassiana*. Kedua, pembuatan media PDA yang mengandung insektisida Deltametrin. Ketiga, inokulasi *B. bassiana* ke dalam media PDA yang mengandung insektisida Deltametrin.

3.3.1.1 Isolat *Beauveria bassiana*

Isolat *Beauveria bassiana* yang digunakan merupakan koleksi Laboratorium Bioteknologi FP Unila. Isolat *B. bassiana* diremajakan pada media PDA (*Potato Dextrose Agar*) dan diinkubasi di suhu ruang selama 4-5 hari untuk pengujian lebih lanjut.

3.3.1.2 Pembuatan Media PDA yang Mengandung Insektisida Deltametrin

Pembuatan media PDA sebanyak 1000 ml dilakukan dengan cara menyiapkan kentang yang telah dikupas seberat 200 g lalu kentang dipotong kecil berbentuk dadu. Potongan kentang dimasukkan ke dalam gelas beaker dan ditambahkan air aquades 1000 ml kemudian dipanaskan dengan *microwave* hingga mendidih. Setelah mendidih ekstrak kentang dimasukkan ke dalam erlenmeyer kemudian ditambahkan dextrose 20 g dan agar 20 g selanjutnya dihomogenkan. Media disterilkan menggunakan *autoclaf* pada suhu 121^{o}C, tekanan 1 atm selama 15 menit. Setelah disterilkan media PDA ditambahkan larutan asam laktat sebanyak 1,4 ml. Media kemudian dibagi menjadi 10 botol dengan volume masing-masing 100 ml lalu dicampur dengan insektisida sesuai dengan perlakuan. Media PDA + insektisida yang telah siap pakai dituang ke cawan petri di dalam LAF.

3.3.1.3 Inokulasi *B. bassiana* ke dalam Media PDA yang Mengandung Insektisida Deltametrin

Inokulasi *B. bassiana* dilakukan dalam beberapa tahap. Inokulum *B. bassiana* berumur 4 hari dilubangi dengan bor gabus ukuran 0,5 cm. Inokulum diinokulasikan ke tengah cawan petri dengan menggunakan jarum ose yang

sebelumnya telah dipanaskan di atas bunsen. Cawan petri berisi PDA yang telah diinokulasikan *B. bassiana* ditutup rapat dengan *plastic wrap*, lalu diberi label sesuai dengan perlakuan. Inokulasi jamur entomopatogen dilakukan di dalam *Laminar Air Flow* (LAF). Untuk mengukur diameter pertumbuhan jamur, sporulasi serta viabilitas spora, jamur diinkubasi selama 14 hari.

3.3.2 Uji Aplikasi Kombinasi Insektisida Deltametrin dan *B. bassiana* pada Wereng Batang Coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.)

Uji pengaruh aplikasi kombinasi *B. bassiana* dan insektisida Deltametrin terhadap mortalitas wereng coklat dilakukan secara *in vivo* yang disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan enam ulangan. Perlakuan pada pengujian ini adalah *Tween* 80 0,1% (kontrol), insektisida Deltametrin konsentrasi rekomendasi, suspensi *B. bassiana*, dan suspensi *B. bassiana* + insektisida Deltametrin (konsentrasi terpilih). Konsentrasi insektisida Deltametrin terpilih merupakan konsentrasi dibawah rekomendasi yang tidak mempengaruhi pertumbuhan, sporulasi, dan viabilitas *B. bassiana.*

Variabel pengamatan yang diamati yaitu persentase kematian WBC. Pengamatan dilakukan setiap hari sejak 1-7 hari setelah aplikasi. Nimfa WBC yang diduga terinfeksi jamur entomopatogen dipisahkan dan diletakkan dalam cawan petri yang sudah dilapisi tisu lembab lalu diinkubasi. Pengamatan kematian WBC secara mikroskopis bertujuan untuk memastikan kematian wereng tersebut disebabkan oleh jamur entomopatogen yang telah diaplikasikan. Untuk menghitung mortalitas WBC dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

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

Uji patogenesitas *B. bassiana* pada WBC dilakukan dalam tiga tahap. Pertama, penyiapan serangga uji wereng batang coklat. Kedua, pembuatan suspensi *B.*

bassiana. Ketiga, pengaplikasian suspensi *B. bassiana* yang mengandung Deltametrin pada wereng batang coklat.

3.3.2.1 Penyiapan Serangga Uji Wereng Batang Coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.)

Serangga uji wereng batang coklat merupakan hasil perbanyakan di Laboratorium Ilmu Hama Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Serangga diperbanyak dalam toples dengan diameter 14 cm. setiap stoples berisi 15-20 ekor wereng batang coklat dan tanaman padi sebagai sumber makanan. Stoples ditutup dengan kain kasa yang diikat dengan karet gelang agar serangga hama tidak keluar dari dalam stoples. Uji patogenesitas menggunakan nimfa wereng batang coklat instar ketiga.

3.3.2.2 Pembuatan Suspensi *B. bassiana*

Pembuatan suspensi *B. bassiana* dilakukan dengan penambahan 10 ml 0,1% Tween 80 pada koloni *B. bassiana* yang ditumbuhkan pada media mengandung Deltametrin berumur 14 hari. Spora *B. bassiana* dipanen menggunakan drigalsky. Suspensi dengan kerapatan 10^8 spora/ml kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan di shaker agar suspensi tersebut homogen.

3.3.2.3 Pengaplikasian Suspensi *B.bassiana* pada wereng batang coklat

Suspensi jamur sebanyak 10 ml dimasukkan ke dalam sprayer atau alat semprot berukuran 15 ml. Kemudian disemprotkan sebanyak 5 ml pada serangga uji, sedangkan untuk perlakuan kontrol digunakan insektisida Deltametrin (konsentrasi terpilih), dan suspense *Tween* 80 0,1% . Setiap stoples berisikan 15 ekor nimfa wereng batang coklat.

3.4 Analisis Data

Homogenitas data diuji menggunakan Uji Barlett dan addivitas data diuji menggunakan Uji Tukey. Selanjutnya data dianalisis dengan sidik ragam ANARA kemudian dilakukan pengujian pemisahan nilai tengah perlakuan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan insektisida Deltametrin kosentrasi letal dan subletal pada media PDA meningkatkan viabilitas spora *B.* bassiana, namun menghambat pertumbuhan koloni *B. bassiana* dan mengurangi jumlah spora *B. bassiana*.
2. Kombinasi aplikasi *B. bassiana* dan insektisida Deltametrin 0,5 kali konsentrasi rekomendasi meningkatkan mortalitas wereng batang coklat (61,11%) dibandingkan dengan aplikasi *B. bassiana* secara tunggal (54,44%) dan mampu mengurangi penggunaan Deltametrin sebanyak 50%.

5.2 Saran

Penulis memberikan saran sebagai berikut :

Menguji kemampuan tumbuh dan patogenesitas kombinasi *Beauveria bassiana* dengan insektisida Deltametrin terhadap wereng batang coklat di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik. 2021. Statistik Padi Indonesia. http://www.bps.go.id. (Diakses pada 5 September 2021).

Baehaki, S.E. 2011. Strategi fundamental pengendalian hama wereng batang coklat dalam pengamanan produksi padi nasional. *Pengembangan Inovasi Pertanian.* 4(1): 63-75.

Bhanu, S., Archana, S., Ajay, K., Bhatt, J.L., Bajpai, S.P, Singh, P.S., and Vandana, B. 2011. Impact of deltamethrin on environment, use as an insecticide and its bacterial degradation – a preliminary study. *International Journal of Environmental Science*. 1(5): 977-983.

Cahyaningrum, D.A. 2016. Pengaruh insektisida deltametrin terhadap jamur *Beauveria Bassiana* dan patogenesitasnya terhadap hama kepik pengisap buah kakao (*Helopeltis* spp.) di laboratorium. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.

Deciyanto, S. dan Indrayani, I.G.A.A.. 2008. Jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* : potensi dan prospeknya dalam pengendalian hama tungau. *Perspektif.* 8(2): 65-73.

Dietz, S., de Roman, M., Lauck-Birkel, S., Maus, Ch., Neumann, P., and Fischer, R. 2009. Ecotoxicological and environmental profile of the insecticide deltamethrin. *Bayer CropScience Journal*. 62(2): 211-222.

Djojosumarto, P. 2008. *Panduan Lengkap Pestisida & Aplikasinya*. Agromedia Pustaka. Jakarta. pp 13-31.

Espingel-Ingroff, A. 2001. Germinated and nongerminated conidial suspensions for testing of susceptibilities of *Aspergillus* spp. to amphotericin B, intraconazole, pasaconazole, ravuconazole, and voriconazole. *Antimicrobial Agens and Chemotherapy*. 45(2): 605-607.

Faraji, S., Shadmehri, A.D., and Mehrvar, A. 2016. Compatibility of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* with some pesticides. *Journal of Entomological Society of Iran.* 36(2): 137-146.

Feng, M., Chen, G.B., and Ying, S.H. 2004. Trials of *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces fumosoroseus*, and imidacloprid for management of *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleurodidae) on greenhouse grown lettuce. *Biocontrol Science & Technologi*. 14(6): 531-544.

Forlani, L., Juárez, M.P., Lavarías, S., and Pedrinia, N. 2014. Toxicological and biochemical response of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* after exposure to deltamethrin. *Pest Management Science*. 70(5): 751-756.

Hasan, M. 2006. Efek paparan insektisida deltametrin pada kerbau terhadap angka gigitan nyamuk *Anopheles vagus* pada manusia. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Hidayat, T. 2000. Analisis hubungan iklim dengan populasi dan luas serangan wereng batang coklat (*Nilaparvata lugens*) di Jatisari, Karawang. *Laporan Praktik Lapang*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Isrin, M. dan Fauzan, A. 2018. Pengaruh frekuensi dan saat aplikasi *Beauveria bassiana* terhadap wereng batang coklat (*Nilaparvata lugens* Stal) pada tanaman padi (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Ilmiah Pertanian*. 14(2): 57-64.

Jayasree, U., Reddy, A.G., Reddy, K.S., Anjaneyulu, Y., and Kalakumar, B. 2003. Evaluation of vitamin E againts deltametrin toxicity in broiler chicks. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*. 47(4): 447-452.

Jenkins, N.E., Heviefo, G., Langewald, J., Cherry, A.J., and Lomer, C.J. 1998. Development of mass production technology for aerial conidia for use as mycopesticides. *Biocontr News & Inform.* 19(1): 21-31.

Litwin, A., Berna,t P., Nowak, M., Słaba, M., and Różalska, S. 2021. Lipidomic response of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* to pyrethroids. *Scientific Reports*. 11(1): 1-11.

Makarim, A. K. dan Suhartatik, E. 2007. *Morfologi dan Fisiologi Tanaman Padi*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. pp. 295-330.

Makarim, A.K., Sumarno, dan Suyamto. 2007. *Jerami Padi: Pengelolaan dan Pemanfaatan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.

Mutmainnah. 2015. Perbanyakan cendawan entomopatogen *Penicillium sp.* isolat bone pada beberapa media tumbuh organic. *Jurnal Perbal.* 3(3): 1-11.

Nurbaeti, B., Diratmaja, I.G.P.A., dan Putra, S. 2010. *Hama Wereng Coklat* (*Nilaparvata lugens* Stal.) *dan Pengendaliannya*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Jawa Barat.

Neves, P.M.O.J., Hirose, E., Tchujo, P.T., and Moino, J.R. 2001. A compatibility of entomopathogenic fungi with neonicotinoid insecticides. *Neotropical Entomology.* 15(2): 263-268.

Pasaribu, L.T. 2018. Patogenisitas dan identifikasi molekuler delapan jamur entomopatogen sebagai agensia pengendali hama wereng coklat batang padi (*Nilaparvata lugens* Stal.) pada tanaman padi. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.

Prayogo, Y. dan Tengkono, W. 2002. Pengaruh media tumbuh terhadap daya kecambah, sporulasi dan virulensi *Metarhizium anisoplie* (Metchnikoff) sorokin isolat kandalprayak pada larva *Spodoptera litura*. *Jurnal Ilmia Ilmu-Ilmu Pertanian*. 4(9): 233-242.

Purwar, J.P. and Sachan, G.C. 2006. Synergistic effect of entomogenous fungi on some insecticides against bihar hairy caterpillar *Spilarctia oblique* (Lepidoptera: Arctiidae). *Microbiological Research*. 161(1): 8-42.

Rosmawati, D. Y. 2008. Pengaruh Tinggi Genangan terhadap Pertumbuhan Gulma dan Produksi Padi Hibrida (*Oryza sativa* L.). *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Saleem, A., Shoaib, F., Asifa, H., Hafiza, T.G., Muhammad, A., Muhammad, N.M., Muhammad, N. and Muhammad, B.K. 2012. Compatibility of *Metarhizium anisopliae* with different insecticides and fungicides. *African Journal of Microbiology Research*. 6(17): 3956-3962.

Sari, I.P., Yunus, M., dan Hasriyanty. 2015. Ketahanan beberapa genotip padi lokal banggai terhadap serangan wereng coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.) (Hemiptera: Delphacidae). *e-Journal Agrotekbis*. 3(4): 455-462.

Sari, E., Sari Z.I., Flatian A.N., dan Sulaeman E. 2018. Isolasi dan karakterisasi *Beauveria bassiana* sebagai fungi anti hama. *Ekotonia: Jurnal Penelitian Biologi, Botani, Zoologi dan Mikrobiologi*. 3(1): 29-34.

Shahid, A.A., Rao, A.Q., Bakhsh, A., and Husnain, T. 2012. Entomopathogenic fungi as biological controllers: new insights into their virulence and pathogenicity. *Archieves of Biological Science Belgrade*. 64(1): 21-42.

Siahaya, V.G. 2021. Pengaruh dosis/konsentrasi subletal terhadap berbagai perilaku serangga. *Agrologia: Jurnal Ilmu Budidaya Tanaman*. 10(1): 25-38.

Siregar, A. dan Marzuki, I. 2011. Efisiensi pemupukan urea terhadap serapan dan peningkatan produksi padi sawah (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Budidaya Pertanian.* 7(2): 107-112.

Soetopo, D. dan Indrayani, I. 2007. *Status Teknologi dan Prospek Beauveria bassiana untuk Pengendalian Serangga Hama Tanaman Perkebunan yang Ramah Lingkungan*. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat. Malang. Jawa Timur.

Suharto. 2004. Petogenesitas beberapa isolat *Beauveia bassiana* pada *Plutella xylostella. Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 10(1): 8-12.

Susanto, H. 2007. Pengaruh insektisida nabati terhadap viabilitas jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* Bals. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Malang. Malang.

Syahnen dan Muklasin. 2013. *Rekomendasi Umum Pengendalian Helopeltis* spp. *pada Tanaman Kakao*. Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan. Medan.

Syahnen, Sirait, D.D.N., dan Pinem, S.E. Br. 2014. *Teknik Uji Mutu Agens Pengendali Hayati (APH) di Laboratorium*. Laboratorium Lapangan Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP). Medan.

Thungrabeab, M.P., Blaeser, and Sengonca, C. 2006. Possibilities for biocontrol of the onion thrips *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thriptidae) using difference entomopathogenis from Thailand. *Mitt. Dtach. Ges Allg. Angew*. *Entomology*. 15: 299-304.

Wahyono, T.E. dan Wiratno. 2014. *Bioinsektisida Beauveria bassiana Produk Komersil yang Berdaya Saing Tinggi dan Ramah Lingkungan*. Prinsip-Prinsip dan Teknologi Pertanian Organik. Badan Litbang Pertanian. pp. 83-87.

Winarsih, S. dan Baon, J.B. 1999. Pengaruh masa inkubasi dan jumlah spora terhadap infeksi *mikoriza* dan pertumbuhan kopi. *Jurnal Penelitian Kopi dan Kakao.* 15(1): 30-35.

Wraight, S.P., Jackson, M.A., an de Kock, S.L. 2001. Production, stabilization and formulation of fungal biocontrol agents. *Fungi as Biocontrol Agents*. CABI Publishing. United Kingdom. pp. 253-287.