

**PENGENDALIAN HAYATI *Spodoptera frugiperda* Smith, JE  
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) MENGGUNAKAN  
*Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. dan  
*Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin DALAM FORMULASI TEPUNG  
DENGAN SUPLEMEN TEPUNG JANGKRIK**

**BIOLOGICAL CONTROL OF *Spodoptera frugiperda* Smith, JE  
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) USING *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.)  
Vuill. AND *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin IN A POWDER  
FORMULATION WITH CRICKET FLOUR SUPPLEMENTS**



**SITI HASRY AINUN ARIFIN  
G022212001**



**PROGRAM STUDI ILMU HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN  
PROGRAM PASCA SARJANA  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**PENGENDALIAN HAYATI *Spodoptera frugiperda* Smith, JE  
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) MENGGUNAKAN  
*Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. dan  
*Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin DALAM FORMULASI TEPUNG  
DENGAN SUPLEMEN TEPUNG JANGKRIK**

**BIOLOGICAL CONTROL OF *Spodoptera frugiperda* Smith, JE  
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) USING *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.)  
Vuill. AND *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin IN A POWDER  
FORMULATION WITH CRICKET FLOUR SUPPLEMENTS**



**SITI HASRY AINUN ARIFIN  
G022212001**



**PROGRAM STUDI ILMU HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN  
PROGRAM PASCASARJANA  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**PENGENDALIAN HAYATI *Spodoptera frugiperda* Smith, JE  
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) MENGGUNAKAN  
*Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. dan  
*Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin DALAM FORMULASI TEPUNG  
DENGAN SUPLEMEN TEPUNG JANGKRIK**

**SITI HASRY AINUN ARIFIN**

**G022212001**



**PROGRAM STUDI ILMU HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN  
PROGRAM PASCASARJANA  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**PENGENDALIAN HAYATI *Spodoptera frugiperda* Smith, JE  
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) MENGGUNAKAN  
*Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. dan  
*Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin DALAM FORMULASI TEPUNG  
DENGAN SUPLEMEN TEPUNG JANGKRIK**

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan

Disusun dan diajukan oleh

SITI HASRY AINUN ARIFIN

G022212001

kepada

**PROGRAM STUDI ILMU HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN  
PROGRAM PASCASARJANA  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**TESIS**

**PENGENDALIAN HAYATI *Spodoptera frugiperda* Smith, JE (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) MENGGUNAKAN**

***Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. dan**

***Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin DALAM FORMULASI TEPUNG**

**DENGAN SUPLEMEN TEPUNG JANGKRIK**

**SITI HASRY AINUN ARIFIN**

**G022212001**

**Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Magister pada tanggal 27 Maret 2024**

**dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan**

**pada**

**Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan**

**Departemen Ilmu hama dan Penyakit Tumbuhan**

**Fakultas Pertanian**

**Univeristas Hasanuddin**

**Makassar**

**Mengesahkan:**

**Pembimbing Utama,**

**Pembimbing Pendamping**

**Prof. Dr. Ir Itji Diana Daud, MS.**  
**NIP. 19600606 198601 2 001**

**Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M. Sc.**  
**NIP. 19650316 198903 2 002**

**Ketua Program Studi  
Magister Ilmu Hama dan  
Penyakit Tumbuhan**

**Dekan Fakultas Pertanian  
Universitas Hasanuddin,**

**Dr. Ir. Vien Sartika Dewi, M.Si.**  
**NIP. 19651227 198919 2 001**

**Prof. Dr. Ir. Salengke., M. Sc.**  
**NIP. 19631203 198811 1 005**

## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul "Pengendalian Hayati *Spodoptera frugiperda* Smith, JE (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) Menggunakan *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. dan *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin Dalam Formulasi Tepung Dengan Suplemen Tepung Jangkrik" adalah benar karya saya dengan arahan dari tim pembimbing (Prof. Dr. Ir. Itji Diana Daud, MS. Dan Prof. Dr. Ir Tutik Kuswinanti, M. Sc.). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di Jurnal ( Pakistan Journal of Phytopathology) sebagai artikel dengan judul "*Biological Control of Spodoptera frugiperda* Smith, J.E (Lepidoptera: Noctuidae Using Powdered Formulations of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* wint Cricket Flour". Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.



Makassar, 17 Maret 2024

SITI HASRY AINUN ARIFIN  
G022212001

## Ucapan Terima Kasih

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu Wata'ala yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul "Pengendalian hayati *Spodoptera frugiperda* Smith, JE (Lepidoptera: Noctuidae) menggunakan *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill dan *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin dalam formulasi tepung dengan suplemen tepung jangkrik" ini dengan baik. Penulis menyadari bahwa penyusunan tesis ini tidak akan terwujud tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya pada kedua orang tua tercinta Arifin Bausa dan Suhaena yang telah medoakan dan mendidik penulis hingga saat ini, serta adik-adik dan keluarga besar yang selalu mendukung dan mendoakan penulis. Tak kalah penting, penulis ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada Prof. Dr. Ir. Itji Diana Daud, MS. selaku Pembimbing I dan Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M. Sc. selaku Pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, mengarahkan, dan memotivasi penulis selama penyusunan tesis ini. Tidak lupa pula ucapan terima kasih kepada Dr. Ir. Ahdin Gassa, M.Sc., Dr. Muhammad Junaid, SP, M.Si., dan Prof. Dr. Ir. Sylvia Sjam, M.S. selaku penguji yang telah memberikan kritik, saran dan masukan untuk perbaikan tesis ini. Serta seluruh staf pengajar dan administrasi departemen Ilmu hama dan penyakit tumbuhan Universitas Hasanuddin atas ilmu dan bantuan yang telah diberikan selama masa studi penulis. Terakhir, saya ucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada ARANEUS, Agroteknologi 2016 serta teman-teman terdekat yang selalu siap membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan tesis ini. Penulis berharap tesis ini dapat memberi manfaat bagi pembaca dan menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Penulis,

Siti Hasry Ainun Arifin

## ABSTRAK

Siti Hasry Ainun Arifin. **PENGENDALIAN HAYATI *Spodoptera frugiperda* Smith, JE (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) MENGGUNAKAN *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. dan *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin DALAM FORMULASI TEPUNG DENGAN SUPLEMEN TEPUNG JANGKRIK** (dibimbing oleh Itji Diana Duad dan Tutik Kuswinanti).

*Spodoptera frugiperda* Smith, J. E. atau Fall Army Worm (FAW) merupakan hama penting bagi pertanian di Indonesia yang dapat merusak tanaman jagung dan berbagai spesies tanaman lainnya. Merusak pada fase larva yang memakan daun, batang, bunga, buah, titik tumbuh, dan keseluruhan bagian tanaman. *Spodoptera frugiperda* resisten terhadap insektisida kimia, sehingga memerlukan tindakan pengendalian alternatif. Cendawan *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* merupakan entomopatogen potensial untuk pengendalian biologi serangga hama *S. frugiperda*. *B. bassiana* dan *M. anisopliae* bersifat patogen bagi berbagai stadium kehidupan *S. frugiperda*. Tujuan penelitian dilakukan untuk melihat pengaruh *B. bassiana*, *M. anisopliae*, dan kombinasi *B. bassiana* dan *M. anisopliae* dengan suplemen tepung jangkrik terhadap *S. frugiperda*. Penelitian dilakukan di Laboratorium Departemen Ilmu Hama dan Penyakit tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar. Menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 12 perlakuan. Perlakuan terdiri dari aplikasi *B. bassiana*, *M. anisopliae* dan kombinasi *B. bassiana* dan *M. anisopliae*. Dan penambahkan Tepung jangkrik sebagai sumber kitin dan protein sebanyak 0 gram, 1 gram, 2,5 gram dan 5 gram pada masing-masing perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan, diameter koloni *B. bassiana* dan *M. anisopliae* pada PDA dengan suplemen tepung jangkrik 0,5% lebih cepat perkembangannya dibandingkan PDA tanpa tepung jangkrik. Penambahan tepung jangkrik pada perbanyakan beras mempengaruhi kerapatan spora cendawan. Mortalitas *S. frugiperda* setelah aplikasi formulasi tepung menunjukkan pengaruh penambahan tepung jangkrik sebanyak 2,5 gram pada *B. bassiana*, meningkatkan persentase mortalitas sebesar 40%, pada *M. anisopliae* penambahan tepung jangkrik 5 gram mortalitas mencapai 53%, sedangkan pada kombinasi peningkatan mortalitas mencapai 87%. Pengendalian menggunakan *B. bassiana* dan *M. anisopliae* dengan suplemen tepung jangkrik berpengaruh terhadap keberlangsungan hidup dan deformasi bentuk pada setiap stadia serangga.

**Kata kunci:** *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, Tepung jangkrik, *Spodoptera frugiperda*



## ABSTRACT

Siti Hasry Ainun Arifin. **BIOLOGICAL CONTROL OF *Spodoptera frugiperda* Smith, J. E. (Lepidoptera: Noctuidae) USING (*Bals.-Criv.*) Vuill. dan *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin IN A POWDER FORMULATION WITH CRICKET FLOUR SUPPLEMENTS** (supervised by Itji Diana Duad and Tutik Kuswinanti).

*Spodoptera frugiperda* Smith, J. E. or Fall Army Worm (FAW) is an important crop pest in Indonesia that can damage corn plants and various other plant species. Damaged in the larval phase, it feeds on leaves, stems, flowers, fruits, growing points, and all parts of the plant. *Spodoptera frugiperda* is resistant to chemical insecticides, requiring alternative control measures. The fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* are potential entomopathogens for the biological control of the insect pest *S. frugiperda*. *B. bassiana* and *M. anisopliae* are pathogenic for various life stages of *S. frugiperda*. The research aimed to see the effect of *B. bassiana*, *M. anisopliae*, and a combination of *B. bassiana* and *M. anisopliae* with cricket flour supplements on *S. frugiperda*. The research was conducted at the Laboratory of the Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, Hasanuddin University, Makassar. Using a completely randomized design (CRD) with 12 treatments. The treatments consisted of the application of *B. bassiana*, *M. anisopliae*, and a combination of *B. bassiana* and *M. anisopliae*. The addition of cricket flour as a source of chitin and protein as much as 0 grams, 1 gram, 2.5 grams, and 5 grams in each treatment. The results showed that the diameter of *B. bassiana* and *M. anisopliae* colonies on PDA with 0.5% cricket flour supplement was faster than PDA without cricket flour. The addition of cricket meal to rice propagation affected the spore density of the fungus. Mortality of *S. frugiperda* after the application of flour formulations showed the effect of adding 2.5 grams of cricket flour to *B. bassiana*, increasing the percentage of mortality by 40%, in *M. anisopliae* the addition of 5 grams of cricket flour mortality reached 53%, while in the combination the increase in mortality reached 87%. Control using *B. bassiana* and *M. anisopliae* with cricket flour supplements affects survival and shape deformation in each insect stadia.

**Keyword:** *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, Cricket flour, *Spodoptera frugiperda*

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGAJUAN .....	iii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TESIS .....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
DAFTAR ISTILAH, SINGKATAN DAN LAMBANG.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	5
BAB II METODE PENELITIAN .....	6
1.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	6
1.2 Alat dan Bahan.....	6
1.3 Metode Penelitian.....	6
1.4 Perbanyakkan Isolat Cendawan Entomopatogen .....	6
1.5 Perbanyakkan <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	6
1.6 Perbanyakkan Isolat Cendawan entomopategen pada beras.....	8
1.7 Pembuatan Formulasi tepung <i>B. bassiana</i> dan <i>M. anisopliae</i> .....	8
1.8 Pembuatan Larutan Uji.....	8
1.9 Parameter pengamatan .....	8
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN .....	10
3.1 Hasil .....	10
3.1.1 Diameter Koloni.....	10
3.1.2 Uji Kompatibilitas/Sinergitas .....	11
3.1.3 Kerapatan Spora .....	12
3.1.5 Lethal Time 50% <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	16
3.1.6 <i>Lethal Concentration 50</i> .....	17
3.1.7 Serangga <i>S. frugiperda</i> terinfeksi cendawan entomopatogen.....	18
3.2 Pembahasan .....	22
BAB IV KESIMPULAN .....	28
DAFTAR PUSTAKA.....	29
LAMPIRAN .....	37

**DAFTAR TABEL**

Nomor urut	Halaman
1. Tabel 1. Kerapatan spora pada formulasi tepung cendawan <i>B. bassiana</i> ( $10^6$ /ml) .....	12
2. Tabel 2. Kerapatan spora pada formulasi tepung cendawan <i>M. anisopliae</i> ( $10^6$ /ml) .....	13
3. Tabel 3. Kerapatan spora pada formulasi tepung kombinasi <i>B. bassiana</i> dan <i>M. anisopliae</i> ( $10^8$ /ml).....	13
4. Tabel 4. <i>Lethal Time 50 Spodoptera frugiperda</i> setelah aplikasi formulasi tepung cendawaan entomopatogen .....	16
5. Tabel 5. Persentasi larva <i>S. frugiperda</i> yang berhasil menjadi pupa, imago dan imago abnormal.....	20

## DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Halaman
1. Gambar 1. Karakteristik sampel larva yang diperoleh dari lahan pertanian jagung .....	7
2. Gambar 2. Skema perbanyakan <i>S. frugiperda</i> .....	7
3. Gambar 3. Skema pengukuran diameter koloni cendawan .....	8
4. Gambar 4. Skema penempatan cendawan uji kompatibilitas/sinergitas .....	9
5. Gambar 5. Diameter koloni <i>Metarhizium anisopliae</i> pada media PDA dan media PDA dengan penambahan tepung jangkrik 5%.....	10
6. Gambar 6. (a) Koloni 2 isolat <i>M. anisopliae</i> pada media PDA dengan penambahan tepung jangkrik 5 gram, (b) Koloni 2 isolat <i>M. anisopliae</i> pada media PDA tanpa penambahan tepung jangkrik 5 gram.....	10
7. Gambar 7. Diameter koloni <i>Beauveria bassiana</i> pada media PDA dan media PDA dengan penambahan tepung jangkrik 5 gram.....	11
8. Gambar 8. (a) Koloni 2 isolat <i>B. bassiana</i> pada media PDA dengan penambahan tepung jangkrik 5 gram, (b) Koloni <i>B. bassiana</i> pada media PDA tanpa penambahan tepung jangkrik 5gram .....	11
9. Gambar 9. Presentasi uji daya hambat <i>Beauveria bassiana</i> dan <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	12
10. Gambar 10. Koloni <i>B. bassiana</i> (b) dan <i>M. anisopliae</i> (m) pada uji dua kultur .....	12
11. Gambar 11. Persentasi mortalitas <i>Spodoptera frugiperda</i> setelah pengaplikasian formulasi tepung <i>Beauveria bassiana</i> .....	14
12. Gambar 12. Persentasi mortalitas <i>Spodoptera frugiperda</i> setelah pengaplikasian formulasi tepung <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	15
13. Gambar 13. Persentasi mortalitas <i>Spodoptera frugiperda</i> setelah pengaplikasian formulasi tepung kombinasi <i>Metarhizium anisopliae</i> dan <i>Beauveria bassiana</i> .....	15
14. Gambar 14. Analisis probit <i>lethal Concentration 50% Beauveria bassiana</i> .....	17
15. Gambar 15. Analisis probit <i>lethal Concentration 50% Metarhizium anisopliae</i> .....	17
16. Gambar 16. Analisis probit <i>lethal Concentration 50% kombinasi Beauveria bassiana dan Metarhizium anisopliae</i> .....	18
17. Gambar 17. (a) Larva yang terinfeksi <i>B. bassiana</i> , (b) Larva yang terinfeksi <i>M. anisopliae</i> , (c) Larva yang terinfeksi kombinasi <i>B. bassiana</i> dan <i>M. anisopliae</i> .....	18
18. Gambar 18. (a1) Koloni reisolasi larva terinfeksi <i>B. bassiana</i> , (a2) Mikroskopik reisolasi larva terinfeksi <i>B. bassiana</i> , (b1) Koloni reisolasi larva terinfeksi <i>M. anisopliae</i> , (b2) Mikroskopik reisolasi larva terinfeksi <i>M. anisopliae</i> , (c1)Koloni reisolasi larva terinfeksi Kombinasi, (c2) Mikroskopik reisolasi larva terinfeksi Kombinasi.....	19

19. Gambar 19. (a) Pupa normal, (b) Pupa yang mati, dan (c) larva gagal menjadi pupa ..... 21
20. Gambar 20. (a) Imago normal (b) Imago abnormal perlakuan *B. bassiana*, (c) Imago abnormal perlakuan *M. anisopliae* dan (d) imago perlakuan kombinasi..... 22

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor urut	Halaman
1. Tabel Lampiran 1a. Rata-rata diameter koloni <i>B. bassiana</i> pengamatan hari 3.....	37
2. Tabel Lampiran 1b. Uji Analisis Sidik Ragam diameter koloni <i>B. bassiana</i> pengamatan hari 3 .....	37
3. Tabel Lampiran 2a. Rata-rata diameter koloni <i>B. bassiana</i> pengamatan hari 6.....	37
4. Tabel Lampiran 2b. Uji Analisis Sidik Ragam diameter koloni <i>B. bassiana</i> pengamatan hari 6 .....	37
5. Tabel Lampiran 3a. Rata-rata diameter koloni <i>B. bassiana</i> pengamatan hari 9.....	37
6. Tabel Lampiran 3b. Uji Analisis Sidik Ragam diameter koloni <i>B. bassiana</i> pengamatan hari 9 .....	38
7. Tabel Lampiran 4a. Rata-rata diameter koloni <i>B. bassiana</i> pengamatan hari 12 .....	38
8. Tabel Lampiran 4b. Uji Analisis Sidik Ragam diameter koloni <i>B. bassiana</i> pengamatan hari 12 .....	38
9. Tabel Lampiran 5a. Rata-rata diameter koloni <i>B. bassiana</i> pengamatan hari 15 .....	38
10. Tabel Lampiran 5b. Uji Analisis Sidik Ragam diameter koloni <i>B. bassiana</i> pengamatan hari 15 .....	38
11. Tabel Lampiran 6a. Rata-rata diameter koloni <i>B. bassiana</i> pengamatan hari 18 .....	39
12. Tabel Lampiran 6b. Uji Analisis Sidik Ragam diameter koloni <i>B. bassiana</i> pengamatan hari 18 .....	39
13. Tabel Lampiran 7a. Rata-rata diameter koloni <i>B. bassiana</i> pengamatan hari 21 .....	39
14. Tabel Lampiran 7b. Uji Analisis Sidik Ragam diameter koloni <i>B. bassiana</i> pengamatan hari 21 .....	39
15. Tabel Lampiran 8a. Rata-rata diameter koloni <i>M. anisopliae</i> pengamatan hari 3 .....	39
16. Tabel Lampiran 8b. Uji Analisis Sidik Ragam diameter koloni <i>M. anisopliae</i> pengamatan hari 3 .....	40
17. Tabel Lampiran 9a. Rata-rata diameter koloni <i>M. anisopliae</i> pengamatan hari 6 .....	40
18. Tabel Lampiran 9b. Uji Analisis Sidik Ragam diameter koloni <i>M. anisopliae</i> pengamatan hari 6 .....	40
19. Tabel Lampiran 10a. Rata-rata diameter koloni <i>M. anisopliae</i> pengamatan hari 9 .....	40
20. Tabel Lampiran 10b. Uji Analisis Sidik Ragam diameter koloni <i>M. anisopliae</i> pengamatan hari 9 .....	40

21. Tabel Lampiran 11a. Rata-rata diameter koloni <i>M. anisopliae</i> pengamatan hari 12	41
22. Tabel Lampiran 11b. Uji Analisis Sidik Ragam diameter koloni <i>M. anisopliae</i> pengamatan hari 12	41
23. Tabel Lampiran 12a. Rata-rata diameter koloni <i>M. anisopliae</i> pengamatan hari 15	41
24. Tabel Lampiran 12b. Uji Analisis Sidik Ragam diameter koloni <i>M. anisopliae</i> pengamatan hari 15	41
25. Tabel Lampiran 13. Persentasi daya menghambat <i>B. bassiana</i>	41
26. Tabel Lampiran 14. Persentasi daya menghambat <i>M. anisopliae</i>	42
27. Tabel Lampiran 15a. Data mentah kerapen spora formulasi tepung <i>B. bassiana</i>	42
28. Tabel Lampiran 15b. Transformasi data kerapen spora formulasi tepung <i>B. bassiana</i> setelah di Log	42
29. Tabel Lampiran 15c. Uji Analisis Sidik Ragam kerapen spora formulasi tepung <i>B. bassiana</i>	42
30. Tabel Lampiran 16a. Data mentah kerapen spora formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	43
31. Tabel Lampiran 16b. Transformasi data kerapen spora formulasi tepung <i>M. anisopliae</i> setelah di Log	43
32. Tabel Lampiran 16c. Uji Analisis Sidik Ragam kerapen spora formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	43
33. Tabel Lampiran 17a. Data mentah kerapen spora formulasi tepung Kombinasi	43
34. Tabel Lampiran 17b. Transformasi data kerapen spora formulasi tepung kombinasi setelah di Log	44
35. Tabel Lampiran 17c. Uji Analisis Sidik Ragam kerapen spora formulasi tepung kombinasi	44
36. Tabel Lampiran 18a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva (%) 1 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>B. bassiana</i>	44
37. Tabel Lampiran 18b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 1 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>B. bassiana</i>	44
38. Tabel Lampiran 19a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 2 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>B. bassiana</i>	45
39. Tabel Lampiran 19b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 2 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>B. bassiana</i>	45
40. Tabel Lampiran 20a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 3 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>B. bassiana</i>	45
41. Tabel Lampiran 20b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 3 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>B. bassiana</i>	45
42. Tabel Lampiran 21a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 4 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>B. bassiana</i>	46
43. Tabel Lampiran 21b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 4 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>B. bassiana</i>	46
44. Tabel Lampiran 22a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 5 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>B. bassiana</i>	46

45. Tabel Lampiran 22b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 5 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>B. bassiana</i>	46
46. Tabel Lampiran 23a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 6 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>B. bassiana</i>	47
47. Tabel Lampiran 23b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 6 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>B. bassiana</i>	47
48. Tabel Lampiran 24a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 7 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>B. bassiana</i>	47
49. Tabel Lampiran 24b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 7 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>B. bassiana</i>	47
50. Tabel Lampiran 25a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 8 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>B. bassiana</i>	48
51. Tabel Lampiran 25b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 8 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>B. bassiana</i>	48
52. Tabel Lampiran 26a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 9 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>B. bassiana</i>	48
53. Tabel Lampiran 26b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 9 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>B. bassiana</i>	48
54. Tabel Lampiran 27a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 10 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>B. bassiana</i>	49
55. Tabel Lampiran 27b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 10 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>B. bassiana</i>	49
56. Tabel Lampiran 28a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 11 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>B. bassiana</i>	49
57. Tabel Lampiran 28b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 11 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>B. bassiana</i>	49
58. Tabel Lampiran 29a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 1 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	50
59. Tabel Lampiran 29b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 1 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	50
60. Tabel Lampiran 30a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 2 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	50
61. Tabel Lampiran 30b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 2 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	50
62. Tabel Lampiran 31a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 3 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	51
63. Tabel Lampiran 31b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 3 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	51
64. Tabel Lampiran 32a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 4 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	51
65. Tabel Lampiran 32b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 5 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	51
66. Tabel Lampiran 33a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 5 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	52
67. Tabel Lampiran 33b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 5 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	52



68. Tabel Lampiran 34b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 6 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	52
69. Tabel Lampiran 34b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 6 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	52
70. Tabel Lampiran 35a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 7 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	53
71. Tabel Lampiran 35b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 7 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	53
72. Tabel Lampiran 36a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 8 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	53
73. Tabel Lampiran 36b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 8 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	53
74. Tabel Lampiran 37a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 9 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	54
75. Tabel Lampiran 37b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 9 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	54
76. Tabel Lampiran 38a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 10 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	54
77. Tabel Lampiran 38b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 10 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	54
78. Tabel Lampiran 39a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 11 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	55
79. Tabel Lampiran 39b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 11 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	55
80. Tabel Lampiran 40a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 12 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	55
81. Tabel Lampiran 40b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 12 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	55
82. Tabel Lampiran 41a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 13 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	56
83. Tabel Lampiran 41b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 13 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	56
84. Tabel Lampiran 42a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 14 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	56
85. Tabel Lampiran 42b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 14 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	56
86. Tabel Lampiran 43a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 15 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	57
87. Tabel Lampiran 43b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 15 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	57
88. Tabel Lampiran 44a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 16 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	57
89. Tabel Lampiran 44b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 16 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	57
90. Tabel Lampiran 45a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 17 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	58

91. Tabel Lampiran 45b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 17 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung <i>M. anisopliae</i>	58
92. Tabel Lampiran 46a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 1 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung Kombinasi	58
93. Tabel Lampiran 46b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 1 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung Kombinasi	58
94. Tabel Lampiran 47a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 2 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung Kombinasi	59
95. Tabel Lampiran 47b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 2 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung Kombinasi	59
96. Tabel Lampiran 48a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 3 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung Kombinasi	59
97. Tabel Lampiran 48b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 3 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung Kombinasi	59
98. Tabel Lampiran 49a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 4 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung Kombinasi	60
99. Tabel Lampiran 49b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 4 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung Kombinasi	60
100. Tabel Lampiran 50a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 5 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung Kombinasi	60
101. Tabel Lampiran 50b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 5 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung Kombinasi .....	60
102. Tabel Lampiran 51a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 6 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung Kombinasi .	61
103. Tabel Lampiran 51b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 6 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung Kombinasi .....	61
104. Tabel Lampiran 52a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 7 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung Kombinasi .	61
105. Tabel Lampiran 52b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 7 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung Kombinasi .....	61
106. Tabel Lampiran 53a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 8 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung Kombinasi .	62
107. Tabel Lampiran 53b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 8 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung Kombinasi .....	62
108. Tabel Lampiran 54a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 9 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung Kombinasi .	62
109. Tabel Lampiran 54b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 9 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung Kombinasi .....	62
110. Tabel Lampiran 55a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 10 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung Kombinasi	63
111. Tabel Lampiran 55b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 10 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung Kombinasi .....	63
112. Tabel Lampiran 56a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 11 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung Kombinasi	63
113. Tabel Lampiran 56b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 11 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung Kombinasi .....	63

114. Tabel Lampiran 57a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 12 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung Kombinasi	64
115. Tabel Lampiran 57b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 12 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung Kombinasi .....	64
116. Tabel Lampiran 58a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 13 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung Kombinasi	64
117. Tabel Lampiran 58b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 13 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung Kombinasi .....	64
118. Tabel Lampiran 59a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 14 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung Kombinasi	65
119. Tabel Lampiran 59b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 14 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung Kombinasi .....	65
120. Tabel Lampiran 60a. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 14 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung Kombinasi .....	65
121. Tabel Lampiran 60b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 15 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung Kombinasi .....	65
122. Tabel Lampiran 61a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 16 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung Kombinasi	66
123. Tabel Lampiran 61b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 16 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung Kombinasi .....	66
124. Tabel Lampiran 62a. Rata-rata persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) 17 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung Kombinasi	66
125. Tabel Lampiran 62b. Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> 17 Hari Setelah Aplikasi formulasi tepung Kombinasi .....	66
126. Tabel Lampiran 63a. Tabel analisis probit dan lethal time <i>B. bassiana</i> tanpa penambahan tepung jangkrik .....	67
127. Tabel Lampiran 63b. Hasil analisis statistik regresi probit menggunakan SPSS.....	67
128. Tabel Lampiran 64a. Tabel analisis probit dan lethal time <i>B. bassiana</i> penambahan tepung jangkrik 2,5 gram. ....	69
129. Tabel Lampiran 64b. Hasil analisis statistik regresi probit menggunakan SPSS.....	69
130. Tabel Lampiran 65a. Tabel analisis probit dan lethal time <i>M. anisopliae</i> tanpa penambahan tepung jangkrik. ....	71
131. Tabel Lampiran 65b. Hasil analisis statistik regresi probit menggunakan SPSS.....	71
132. Tabel Lampiran 66a. Tabel analisis probit dan lethal time <i>M. anisopliae</i> penambahan tepung jangkrik 1 gram 9.....	73
133. Tabel Lampiran 66b. Hasil analisis statistik regresi probit menggunakan SPSS.....	73
134. Tabel Lampiran 67a. Tabel analisis probit dan lethal time <i>M. anisopliae</i> penambahan tepung jangkrik 2,5 gram .....	75
135. Tabel Lampiran 67b. Hasil analisis statistik regresi probit menggunakan SPSS.....	75
136. Tabel Lampiran 68a. Tabel analisis probit dan lethal time <i>M. anisopliae</i> penambahan tepung jangkrik 5 gram .....	77

137. Tabel Lampiran 68b. Hasil analisis statistik regresi probit menggunakan SPSS.....	77
138. Tabel Lampiran 69a. Tabel analisis probit dan lethal time Kombinasi tanpa penambahan tepung jangkrik .....	79
139. Tabel Lampiran 69b. Hasil analisis statistik regresi probit menggunakan SPSS.....	79
140. Tabel Lampiran 70a. Tabel analisis probit dan lethal time Kombinasi penambahan tepung jangkrik 1 gram .....	81
141. Tabel Lampiran 70b. Hasil analisis statistik regresi probit menggunakan SPSS.....	81
142. Tabel Lampiran 71a. Tabel analisis probit dan lethal time Kombinasi penambahan tepung jangkrik 2,5 gram. ....	83
143. Tabel Lampiran 71b. Hasil analisis statistik regresi probit menggunakan SPSS.....	83
144. Tabel Lampiran 72a. Tabel analisis probit dan lethal time Kombinasi penambahan tepung jangkrik 5 gram .....	85
145. Tabel Lampiran 72b. Hasil analisis statistik regresi probit menggunakan SPSS.....	85
146. Tabel Lampiran 73. Tabel analisis probit dan lethal concentration <i>B. bassiana</i> .....	87
147. Tabel Lampiran 74. Tabel analisis probit dan lethal concentration <i>M. anisopliae</i> .....	87
148. Tabel Lampiran 75. Tabel analisis probit dan lethal concentration kombinasi.....	88
149. Tabel Lampiran 76. Persentasi larva menjadi pupa .....	88
150. Tabel Lampiran 77. Persentasi larva menjadi imago .....	89

### Lampiran gambar

151. Gambar 1. Pengambilan sampel larva <i>S. frugiperda</i> pada lahan pertanaman jagung .....	90
152. Gambar 2 . Identifikasi larva <i>S. frugiperda</i> yang diperoleh di lapangan .....	90
153. Gambar 3. Rearing <i>S. frugiperda</i> yang diperoleh di lapangan .....	90
154. Gambar 4 . Pembuatan media PDA dan perbanyakan cendawan ....	91
155. Gambar 5. Uji daya menghambat cendawan <i>B. bassiana</i> dan <i>M. anisopliae</i> .....	91
156. Gambar 6. Perbanyak cendawan pada media beras .....	91
157. Gambar 7. Hasil perbanyakn cendawan setelah diinkubasi selama 14 hari .....	92
158. Gambar 8. Formulasi tepung yang diaplikasikan pada larva <i>S. frugiperda</i> .....	92
159. Gambar 9. Pengaplikasian formulasi tepung dengan cara merendam pada pakan larva <i>S. frugiperda</i> .....	92
160. Gambar 10. Pengamatan kerapatan spora .....	92
161. Gambar 11. Larva yang terinfeksi cendawan entomopatofen .....	93
162. Gambar 12. Hasil reisolasi larva terinfeksi cendawan entomopatogen .....	93

163. Gambar 13. Pengamatan spora dan identifikasi cendawan reisolasi kadaver larva .....	93
164. Gambar 14. Pupa yang mengalami abnormal .....	94
165. Gambar 15 . Imago yang cacat dan mati .....	94

## DAFTAR ISTILAH, SINGKATAN DAN LAMBANG

Istilah	Arti dan Penjelasan
Biocontrol	Pemanfaatana makhluk hidup untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman
Biopestisida	Agan biologi atau produk-produk alam yang digunakan untuk mengontrol hama pada tanaman.
Endofit	Mikroorganisme hidup di dalam tumbuhan dan bersimbiosis dengan tumbuhan tersebut sehingga menghasilkan metabolit skunder yang membantu pertahanan tanaman.
Entomopatogen	Organisme heterotrof yang hidup sebagai parasite pada serangga hama dan dapat membunuhnya.
Formulasi	Campuran dari bahan-bahan yang disiapkan dengan cara tertentu dan digunakan untuk tujuan tertentu.
Haustorium	Hifa yang menembus sitoplasma inang yang berfungsi untuk menyerap nutrisi dari inang.
Insektisida	Bahan-bahan kimia yang bersifat racun yang digunakan untuk membunuh serangga.
Instar	Tahap perkembangan serangga diantara setiap pergantian kulit pada stadia larva.
Kutikula	Lapisan ekstraseluler yang menutupi seluruh permukaan luar serangga.
Mortalitas	Jumlah kematian yang terjadi dalam suatu populasi.
Spora/konidia	Sel reproduksi aseksual pada cendawan.
Stadia	Fase perubahan morfologi yang terjadi pada serangga.
Viabilitas	Daya hidup dari spora cendawan untuk tetap dapat berkecambah.
Virulensi	Kemampuan mikroorganisme patogenik untuk menyebabkan kerusakan pada inang.

Lambang/singkatan	Arti dan penjelasan
$\mu$	Mikro
cm	Sentimeter
$R^2/R$ square	Koefisien determinasi
LT	Lethal Time
LC	Lethal Concentration
PDA	Potato Dextrose Agar

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Spodoptera frugiperda* atau dikenal sebagai Fall Army Worm (FAW), adalah hama yang berasal dari Amerika, mulai dari Amerika Serikat bagian selatan hingga Argentina. Sejak tahun 2016, terjadi penyebaran yang sangat cepat sehingga hampir seluruh benua Afrika, Asia, dan Australia terdampak akibat serangan *S. frugiperda*. Ini terjadi karena imago betina *S. frugiperda* merupakan serangga penerbang hebat yang dapat menempuh jarak jauh dengan bantuan angin. Selain itu, adanya perdagangan komoditas pertanian yang tercemar oleh *S. frugiperda* sehingga penyebarannya ke wilayah lain lebih cepat. Pada tahun 2018, invasi *S. frugiperda* sudah dilaporkan di lebih 44 negara di Afrika dan Asia dengan tingkat kerusakan tinggi yang dapat mencapai 20-100% pada tanaman budidaya utama (Nonci et al. 2019).

Hama ini muncul pertama kali di Indonesia pada tanggal 26 Maret 2019 dan ditemukan di Sumatera Barat, Baten, dan Jawa Barat (Sartiami et al. 2020). Di Sulawesi *S. frugiperda* pertama kali ditemukan pada tahun 2019 di berbagai daerah seperti Sigi, Donggala, Touna, Bangga, Tolitoli, Buol, dan Kota Palu (Arfan et al. 2020). *S. frugiperda* dilaporkan pertama kali menginvasi tanaman jagung di Sulawesi Selatan pada September 2019 di kabupaten Gowa, Kecamatan Bontonompo, dan kabupaten Takalar, Kecamatan Sandrobone (Daud et al. 2023). Penyebarannya sangat cepat dan telah mencapai hampir seluruh wilayah Sulawesi selatan dalam waktu satu tahun (Hafif 2019). Dilaporkan bahwa beberapa wilayah juga terkena dampak, seperti kota Makassar, kabupaten Maros, Pangkep, Barru, Sidrap, Pinrang, Enrekang Tana Toraja, Luwu hingga Luwu Utara (Zainudin 2021).

Larva *S. frugiperda* dapat menyerang lebih 80 spesies tanaman, termasuk jagung, kapas, tebu, sayuran, padi dan sorgum. Larva dari hama ini menjadi penyebab utama kerusakan tanaman, yang dapat menyebabkan kerugian besar jika tidak dikendalikan segera (Nonci et al. 2019) (Tay et al. 2023). *S. frugiperda* memiliki kemampuan untuk merusak berbagai bagian tanaman, terutama pada tunas muda dan titik tumbuh tanaman. Sehingga mengurangi area fotosintesis tanaman, mempersulit pertumbuhan, dan bahkan dapat menyebabkan kematian tanaman (Tay et al. 2023)(Bhusal and Chapagain 2020). Larva *S. frugiperda* merusak tanaman dengan menggerek daun dan batang tanaman sehingga menyebabkan gagalnya pertumbuhan daun muda. Larva akan masuk ke dalam bagian tanaman dan aktif makan sehingga larva akan sulit terlihat atau terjangkau oleh insektisida yang diaplikasikan. Larva *S. frugiperda* memiliki kemampuan makan yang tinggi sehingga dapat merusak tanaman dengan cepat (FAO and CABI 2019).

Pada instar awal, larva hanya memakan jaringan tanaman, yang menyinggalkan lapisan epidermis daun yang transparan. Sedangkan pada instar 2 dan 3 akan mengakibatkan lubang gerekkan pada daun dan batang tanaman. Pada instar ini larva akan mulai bersifat kanibal yang menyebabkan larva berukuran lebih kecil akan dimakan oleh larva lain jika berada pada tanaman inang yang sama sehingga jarang ditemukan 2 atau lebih larva pada satu tanaman yang sama. Pada instar 4 hingga 6, Larva akan menyebabkan kerusakan yang lebih berat berupa gerkkan pada batang atau titik tumbuh tanaman yang dapat mengakibatkan pertumbuhan tanaman akan terhambat dan mati (Nonci et al. 2019). Larva *S. frugiperda* yang menyerang dapa tanaman jagung dapat ditandai dengan adanya serbuk kasar berwarna kecoklatan menyerupai serbuk gergaji pada bagian pucuk atau titik tumbuh tanaman (Rusisah, Thamrin, and Daud 2021).

Selain menyerang pucuk dan titik tumbuh tanaman, larva juga dapat menyerang pada fase generatif sehingga malai dan tongkol muda rentan terhadap serangan hama ini. Serangan pada tongkol muda berdampak langsung pada gagalnya pembentukan biji. *S. frugiperda* dapat meletakkan telur pada jendela-jendela yang ada di sela-sela kelobot jagung. Larva yang menetas dari telur akan aktif memakan malai muda dan tongkol dari dalam sehingga terjadi kerusakan yang signifikan. Akibatnya serangan pada fase generatif, perkembangan biji jagung menjadi terganggu bahkan terhenti sehingga terbentuknya tongkol yang hampa atau isi bijinya tidak sempurna. Tingkat kerusakan bisa mencapai antara 60-100% pada kondisi serangan akut. Petani melaporkan telah mengalami gagal panen akibat malai yang terserang berat akan gugur sebelum waktu panen tiba yang berdampak langsung pada potensi kehilangan panen cukup tinggi.

*Spodoptera frugiperda* dilaporkan menyerang tanaman jagung di berbagai provinsi Indonesia. Dilaporkan bahwa kerusakan *S. frugiperda* di provinsi Lampung berkisar antara 26,50%-70%, di Nusa Tenggara Timur antara 85% dan 100%, dan di Bali mencapai 47,84% (Herlinda et al. 2022). Serangan *S. frugiperda* telah berkembang biak dengan cepat sejak pertama kali menyerang pertanaman jagung di Sulawesi selatan. Pada lahan jagung dan tebu secara keseluruhan, diperkirakan kerugian hasil panen dapat mencapai 15 hingga 20 persen. Berdasarkan laporan Ditjen tanaman pangan 2021, kerusakan tanaman jagung yang disebabkan oleh *S. frugiperda* mencapai 429.349 ha atau setara dengan kerugian lebih dari 3,8 triliun rupiah. Angka ini diprediksi dapat terus meningkat sejalan dengan penyebaran *S. frugiperda*. Kerugian yang dapat ditanggung petani per hektar akibat serangan berat hama ini dapat mencapai sekitar 15-25 juta rupiah. Bagi petani skala kecil yang hanya mengandalkan jagung sebagai sumber penghasilan, kerugian ini tentu saja sangat signifikan dan berdampak buruk bagi perekonomian.

Insektisida kimia digunakan secara luas oleh petani untuk mengendalikan *S. frugiperda* (Ramos et al. 2020). Penggunaan insektisida kimia telah menyebabkan banyak masalah lingkungan, termasuk resistensi, munculnya hama sekunder, pencemaran tanah dan air, dan keracunan pada manusia yang terpapar langsung (Tobing, Marheni, and Hasanuddin 2015). Untuk mengontrol serangga hama seperti *S. frugiperda*, penggunaan cendawan entomopatogen sebagai biokontrol sangat efektif (Assefa & Ayalew, 2019).

Dalam pengendalian hama terpadu, penggunaan cendawan entomopatogen sebagai biokontrol sangat efektif. Dua spesies cendawan yang biasa digunakan sebagai pengendali hayati terhadap hama serangga adalah *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* (Liu et al., 2022). Keduanya merupakan cendawan entomopatogen, yang berarti mereka dapat menginfeksi dan membunuh serangga (McGuire and Northfield 2020). Cendawan entomopatogen seperti *B. bassiana* dan *M. anisopliae*, yang juga merupakan cendawan endofit, memiliki kemampuan untuk melindungi tanaman inang dari serangan hama herbivora (Bamisile et al. 2018). *B. bassiana* dan *M. anisopliae* merupakan cendawan pengendali hayati serangga hama yang dapat berasosiasi dengan bagian tanaman sebagai endofit. Benih yang direndam suspensi *B. bassiana* dan *M. anisopliae* dapat mempengaruhi populasi hama (I D Daud, Junaid, and Tuwo 2020).

*Beauveria bassiana* merupakan pengendalian hayati bagi serangga hama yang efektif dan efisien pada beberapa komoditas tanaman. *B. bassiana* mampu mengedalikan 175 spesies serangga dari ordo Diptera, Coleoptera, Hemiptera, Orthoptera dan Hymenoptera (Suprayogi, Marheni, and Oemry 2015). *B. bassiana* dapat mengurangi kerusakan tanaman oleh hama secara tidak langsung dengan menghambat perkembangan dan reproduksi atau secara langsung dengan menyebabkan mikosis serangga yang mengakibatkan kematian (Mwamburi 2021). *B. bassiana* menghasilkan beberapa racun, antara lain *beauvericin*, *cyclosporin A*, *oosporein*, dan *bassianolide* (Ikawati, Marbawati, and Wahyudi 2017). *B. bassiana* secara mekanis merusak jaringan



atau organ yang terdapat dalam hemosol, seperti saluran pencernaan, otot, sistem saraf, dan sistem pernapasan, yang pada akhirnya menyebabkan kematian. Setelah serangga mati, hifa menembus kutikula dari dalam dan menghasilkan pembentukan konidiofor yang menghasilkan spora aseksual (konidia) yang berfungsi sebagai unit penyebaran dan infeksi (Shahid et al. 2012).

Cendawan *M. anisopliae* adalah entomopatogen yang dapat mengedalikan berbagai macam antropoda, termasuk serangga hama dan vektor penyakit tanaman (Santi et al. 2011). Cendawan ini biasanya disebut *green muscardine fungus* dan digunakan sebagai pengedali hayati yang dapat menginfeksi beberapa serangga dari ordo Coleoptera, Lepidoptera, Hemiptera, Isoptera dan Homoptera (Suprayogi et al. 2015). *M. anisopliae* merupakan organisme saprofit fakultatif, yang dapat hidup dan berkembang biak pada serangga hidup dan bahan organik di lapangan (Altinok et al., 2019). Kemampuan *M. anisopliae* dalam membunuh serangga hama sangat bervariasi dan sangat dipengaruhi oleh sifat fisiologis dan genetik *M. anisopliae*.

*M. anisopliae* dan *B. bassiana* menginfeksi serangga melalui spora. Spora menempel pada lapisan luar kutikula serangga dan kemudian berkecambah, menciptakan struktur yang disebut haustorium yang dapat masuk ke dalam tubuh serangga (Gebremariam, Chekol, and Assefa 2022). Begitu cendawan masuk ke dalam, mereka tumbuh dan menghasilkan enzim yang menghancurkan jaringan serangga (Onsongo et al. 2022). *B. bassiana* dapat menghasilkan toksin beauvericin dan bassianolida, isorolide, pewarna, dan asam oksalat, yang dapat menyebabkan larva *S. frugiperda* menjadi lumpuh (Daud et al. 2023). Sementara *M. anisopliae* menghasilkan destruxin (Petlamul and Prasertsan 2012). *Beauveria bassiana* dan *M. anisopliae* memiliki efek pada daya tetas telur serangga *Spodoptera frugiperda*, termasuk kematian larva dan prapupa serta kelainan pada imago yang muncul dari pupa (Montecalvo and Navasero 2021).

Sebagaimana ditunjukkan oleh penelitian yang dilakukan oleh Akutse et al., (2020), Dengan konsentrasi  $1 \times 10^8$ , *B. bassiana* dan *M. anisopliae* memiliki tingkat mortalitas yang tinggi dan dapat memengaruhi presentasi populasi hidupnya. *B. bassiana* dan *M. anisopliae* dapat bersifat patogen bagi *S. frugiperda*, yang dapat menyebabkan kematian 100% dengan waktu mematikan 50% dari populasi serangga (LT50) terendah masing-masing  $3,6 \pm 0,1$  hari dan  $3,9 \pm 0,0$  hari. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Saldi et al., (2020), engerapan *B. bassiana* pada larva *S. frugiperda* dapat menghasilkan kematian larva hingga 64%, pupa hingga 36%, dan imago hingga 12%. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Hanum & Latifah (2022), menemukan bahwa *M. anisopliae*, yang memiliki kerapatan konidia  $1 \times 10^8$  konidia/ml, memiliki kemampuan untuk mengendalikan *S. frugiperda* dengan sangat baik. Ini menunjukkan bahwa *M. anisopliae* dapat berfungsi sebagai biopestisida yang sangat baik untuk mengendalikan *S. frugiperda*. Penelitian yang dilakukan (Daud et al. 2023), menemukan bahwa *B. bassiana* dengan formulasi pelet alginat memiliki kemampuan untuk membunuh larva *S. frugiperda* dengan persentase kematian 80%, serta berdampak pada perkembangan pupa dan imago *S. frugiperda*.

Penggabungan cendawan entomopatogen yang bekerja secara sinergis dapat meningkatkan kematian serangga; ini dapat membantu karena dosis yang digunakan lebih rendah, yang dapat mengurangi resistensi serangga (Abidin, Ekowati, and Ratnaningtyas 2017). Kutu persik hijau *Myzus persicae* Sulzer (Homoptera: Aphididae) pada paprika manis *Capsicum annum* L. (Solanaceae) dapat dikontrol oleh kombinasi *B. bassiana* dan *M. anisopliae* (Jaber and Araj 2018). Penggabungan *B. bassiana* dan *M. anisopliae* menunjukkan pengendalian *S. frugiperda* yang efektif, menurut penelitian Satrio (2023). Hasil penelitian menunjukkan bahwa serangan *S. frugiperda* di greenhouse menunjukkan gejala ringan, dengan intensitas serangga rata-rata 16,67% setelah aplikasi formulasi tepung kombinasi *B. bassiana* dan *M. anisopliae*. Selain itu,

tingkat mortalitas mencapai 100% pada hari keempat setelah aplikasi, dibandingkan dengan cendawan tunggal *B. bassiana* dengan tingkat mortalitas 96% dan *M. anisopliae* dengan tingkat mortalitas 98%. Intensitas serangan cendawan tunggal *B. bassiana* (21,48%) dan *M. anisopliae* (20,74%) di hari ke-8 setelah aplikasi menunjukkan intensitas serangan yang lebih rendah.

Pembuatan beberapa jenis formulasi telah banyak diteliti untuk mempertahankan efektivitas dan virulensi dari cendawan entomopatogen khususnya cendawan *B. bassiana* dan *M. anisopliae* (Pertwi, Hasibuan, and Wibowo 2016). Tepung merupakan salah satu bentuk formulasi yang banyak digunakan untuk perbanyak cendawan entomopatogen seperti *B. bassiana* dan *M. anisopliae*. Cendawan entomopatogen *B. bassiana* dan *M. anisopliae* memiliki inang yang spesifik dan tidak membunuh serangga nontarget, seperti parasitoid dan predator. Konidia (spora) dapat diproduksi secara komersial pada substrat melalui proses fermentasi dan dapat dikembangkan menjadi formulasi tepung sehingga mudah untuk diaplikasikan seperti halnya insektisida. Penggunaan substrat *carrier* berupa tepung akan meningkatkan efikasi cendawan entomopatogen sehingga kemampuan untuk membunuh serangga target tidak berkurang serta dapat bertahan di dalam tanah (Hasyim 2013).

Keunggulan dari formulasi tepung cendawan adalah viabilitas konidia yang tinggi, mudah diaplikasikan, murah dan efektif melawan berbagai hama sasaran. Cendawan entomopatogen memiliki sifat yang tidak anaerob dan memiliki struktur istirahat sehingga spora cendawan tidak dapat hidup tanpa adanya oksigen. Formulasi tepung merupakan formulasi yang paling efektif untuk tetap menjaga spora cendawan tetap aktif dan menjaga virulensinya dalam menyerang serangga hama target.

Namun salah satu kendala dalam pemanfaatan cendawan entomopatogen dalam bentuk formulasi tepung adalah viabilitas cendawan dapat menurun seiring lama penyimpanan. Sehingga diperlukan bahan tambahan yang dapat menjaga viabilitas konidia dari cendawan entomopatogen tersebut. Salah satu bahan tambahan yang dapat mempertahankan viabilitas konidia dari *B. bassiana* dan *M. anisopliae* adalah tepung jangkrik.

Disebabkan kurangnya sumber kitin dan protein di media perbanyak, perbanyak cendawan dapat menurunkan kualitas dan virulensinya, meskipun prosesnya mudah dilakukan secara *in vitro* (Sari & Khobir, 2020). Virulensi adalah indikator penting untuk mengevaluasi kemampuan cendawan untuk melawan hama. Cendawan entomopatogen aktif melakukan penetrasi melalui kutikula serangga dan melepaskan enzim kutikula, menghidrolisis secara ekstraseluler dalam dekomposisi protein, kitin dan lipid, yang merupakan komponen utama dari kutikula. Penambahan kitin bisa menjadi penentu dari virulensi cendawan entomopatogen, salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah ekstrak dari antropoda seperti jangkrik (*Gryllus sp.*) (Wisuda and Sedjati 2018)

Tepung jangkrik mengandung nutrisi seperti protein, lemak, kitin, glukosa dan asam amino sehingga diduga dapat mendukung pertumbuhan konidia cendawan. Nutrisi yang dikandung oleh tepung jangkrik dimanfaatkan oleh cendawan untuk pertumbuhan dan perkembangan konidia. Selain itu kandungan kitin dapat berperan sebagai elicitor untuk pengaturan imunitas dan aktivitas pertahanan diri konidia sehingga konidia cendawan akan memperkuat ketahanan dan adaptasi konidia terhadap lingkungan. Kandungan lemak dan protein pada tepung jangkrik dapat melindungi membran konidia dari kerusakan akibat oksidasi sehingga dapat meningkatkan daya tahan selama penyimpanan maupun saat terpapar sinar UV di lapangan. Adanya kandungan serat pada jangkrik menciptakan matriks pelindungan secara fisik yang menjaga viabilitas konidia proses formulasi hingga aplikasi ke serangga hama sasaran. Kandungan karbohidrat dan protein yang tinggi pada media perbanyak dapat mempercepat